

Mógor Tamás<sup>1</sup>

## A MAGYAR ELŐRETOLT REPÜLÉSIRÁNYÍTÓ (JTAC/FAC<sup>2</sup>) PROGRAM ÉRTÉKELÉSE A KETTŐS FELMÉRÉS TÜKRÉBEN<sup>3</sup>

Magyarország NATO csatlakozása után 2000-ben kezdődött el a közvetlen légi támogatás (CAS<sup>4</sup>) gyakorlása Szolnokon a harci helikopter zászlóaljnál. A harci helikopterek irányítását, földi célokra történő rávezetését a földről – levegő-föld fegyverzetalkalmazásban jártas – kijelölt helikoptervezetők hajtották végre. Nyilvánvalóvá vált azonban, hogy a hatékony fegyverzetalkalmazáshoz magas szinten képzett, a légiereő és a szárazföldi csapatok harcjelzésait ismerő bevetésre alkalmas előretolt repülésirányítókra van szükség, ezért 2006-ban megalakították az MH 86. Szolnok Helikopter Bázison (MH 86. SZHB) az Előretolt Repülésirányító Csoportot (ERICS). A magyar erőfeszítéseket támogatva és elismerve 2012-ben az Egyesült Államok által vezetett<sup>5</sup> ellenőr csoport felmérte a hazai képesség helyzetét, melyről tájékoztatták a Honvéd Vezérkar vezetését. Cikkemben be szeretném mutatni az értékelés menetét, eredményét, valamint javaslataimat a további teendők megtételére a képesség fenntartása érdekében.

### **THE HUNGARIAN FORWARD AIR CONTROLLER (JTAC/FAC) PROGRAM EVALUATION IN THE LIGHT OF THE DUAL SURVEY**

After Hungary's accession to NATO in 2000 began the exercise of close air support at Szolnok in the attack helicopter battalion. Initially control of combat helicopters from the ground, attacking ground targets was executed by assigned experienced helicopter pilots. However it became apparent that the effective use of weapon systems needed highly trained, qualified forward air controllers aware of air force and ground forces procedures. Consequently in 2006 the Hungarian Forward Air Controller Unit was established at the 86th Szolnok Helicopter Base. In 2012 recognizing and supporting the efforts of Hungary a team of evaluators led by the United States Joint Staff assessed the state of the domestic capability, and the outcome was informed to the leadership of the Hungarian Defence Staff. In my study I will show the steps taken in order to reach current standards, the result of the evaluation, and to make my suggestions for further action in order to maintain the capability.

## BEVEZETÉS

2012. szeptember 10 és 14 között került sor Magyarországon a hazai „JTAC/FAC Program” (a továbbiakban: Program) felmérésére, akkreditációjára. Az akkreditációk történetében ez volt az első olyan alkalom, hogy az amerikai- és a NATO követelményeknek való megfelelésnek a vizsgálatát egyszerre, egy közös ellenőri csoporttal hajtották végre. A JFS ESC és az FCS kijelölt ellenőreinek vizsgálniuk kellett a Program és a két alapidokumentum – Összhaderőnemi Közvetlen Légi Támogatás Egyetértési Megállapodás (JCAS MOA<sup>6</sup>, a továbbiakban: MOA) és

<sup>1</sup> alezredes, főtiszt, NATO Légierő Parancsnokság (AIRCOM), Ramstein, korábbi JTAC Program menedzser, [tamas.mogor@hm.gov.hu](mailto:tamas.mogor@hm.gov.hu), [tamas.mogor@airn.nato.int](mailto:tamas.mogor@airn.nato.int)

<sup>2</sup> Joint Terminal Attack Controller/Forward Air Controller

<sup>3</sup> Lektorálta: Dr. habil. Krajnc Zoltán alezredes, egyetemi docens NKE, [krajnc.zoltan@uni-nke.hu](mailto:krajnc.zoltan@uni-nke.hu)

<sup>4</sup> Close Air Support

<sup>5</sup> JFS ESC – Joint Fire Support Executive Steering Committee által delegált (USA, CAN) ellenőrök és a NATO FCS – FAC Capability Section (AIRCOM Ramstein) (CZE, ITA ) képviselői

<sup>6</sup> JCAS MOA – Joint Close Air Support Memorandum of Agreement



az előretolt repülésirányítókra vonatkozó NATO Egységesítési Megállapodás (NATO STANAG 3797 Ed. 4<sup>7</sup>, a továbbiakban: STANAG) – kompatibilitását.

Az ellenőrök nem először jártak Magyarországon: 2008 és 2012 között<sup>8</sup> különböző csoportokban, a MOA és a STANAG által előírt lépéseknek megfelelően már előzetesen felmérték a Program helyzetét, illetve olyan tájékoztatókat, kiképzési rendezvényeket tartottak, melyekkel elősegítették a magyar JTAC/FAC képesség létrehozását<sup>9</sup>.

A cikkem témájának az aktualitását az adja, hogy a világ számos területén jelenleg is folyó hadműveletekben az összhaderőnemi tűztámogatás végrehajtásakor a levegő-föld csapások hatékonyságát előretolt repülésirányítók alkalmazásával növelik, és ez a tendencia – ismerve a korábbi háborúk eseményeit – a következő hadműveletekben nagy valószínűséggel még inkább megfigyelhető lesz. Másik fontos aktualitás, hogy decemberben kerül sor a hazai Program – két évente kötelező – újabb felmérésére, melyhez írásommal – a korábbi események tapasztalatainak a leszűrésével – próbálok segíteni.

## DOKTRINÁLIS HÁTTÉR, ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTOK

A program-akkreditációs folyamat megkezdése előtt a kérő nemzetnek a következő feltételeket kell teljesíteni:

- A MOA-hoz való csatlakozással<sup>10</sup> illetve a STANAG befogadásával<sup>11</sup> a partner ország elfogadja a két alapidokumentumban lefektetett követelményeket;
- Szerződésekkel, két- vagy többoldalú megállapodásokkal alá kell támasztani a Program fenntarthatóságát<sup>12</sup>;
- Az akkreditációt hivatalosan kérni kell a JFS ESC-től<sup>13</sup> illetve az AIRCOM Ramstein parancsnokától;
- A partner országnak rendelkeznie kell olyan szabályzattal vagy kézikönyvvel<sup>14</sup>, amely leírja a JTAC/FAC koncepciót, és meghatározza a különböző feladatköröket<sup>15</sup>; a kiképzéshez szükséges összes követelményt és dokumentációt;

<sup>7</sup> Minimum Qualifications for Forward Air Controllers & Laser Operators in support of Forward Air Controllers. A tanulmányban a hivatkozások erre a dokumentumra kerülnek megjelölésre, de a jelenleg hatályos NATO követelményeket már az ATP-3.3.2.2 tartalmazza.

<sup>8</sup> 2008. AUG 17-23., 2009. MAY 16-22., 2009. AUG 25-29., 2009. DEC 14-18., 2010. SEP 12-26.

<sup>9</sup> Az ellenőri csoportnak két olyan szakértő is a tagja volt, akik nemcsak a Program vizsgálatában vettek részt, hanem tájékoztódtak a magyar összhaderőnemi tűztámogató (JFO – Joint Fires Observer) program továbbfejlesztésének a lehetőségeiről is.

<sup>10</sup> Magyarország részéről a HVK Hadművelési Csoportfőnökség csoportfőnöke írta alá, ezzel Magyarország is „partner országgá” vált.

<sup>11</sup> Ez Magyarország esetében 2009-ben (MOA) és 2010-ben (STANAG) történt meg.

<sup>12</sup> Itt érinteni kell a CAS eszközöktől a lőtérén keresztül a felszerelés, a kiképzés minden aspektusát.

<sup>13</sup> Az akkreditációt kérő levél 2011. júliusában került aláírásra Orosz altábornagy úr által, melyre a támogató választ a JFS ESC vezetője 2011. augusztusában küldte vissza.

<sup>14</sup> HDMCSF/80-33/2012 nyilvántartási számú magyar program kézikönyv.

<sup>15</sup> A HVK HDMCSF csoportfőnök, mint a képességért felelős legmagasabb szintű előjáró feladatköre, illetve a program menedzser feladata.



- A partner országnak vagy rendelkeznie kell saját akkreditált iskolával, vagy kijelölt repülésirányítójának sikeresen teljesítenie kellett egy akkreditált iskola elméleti tanfolyamát, és meg kellett szereznie a kiképzett (ún. „certified”) minősítést.

A MOA akkreditációra vonatkozó része különbséget tesz az iskolával rendelkező és iskolával nem rendelkező országok, szervezetek között, hiszen az iskolákkal rendelkező tagállamok oktatási-kiképzési rendszerének a felmérése szorosan kötődik az általuk kibocsátott, felkészített repülésirányítók minőségi megfeleléséhez. Az akkreditáció során az iskolával nem rendelkező országok részéről vizsgálják, hogy az előretolt repülésirányítók elméleti felkészítése, elméleti vizsgáztatása akkreditált iskolában történt-e<sup>16</sup>. Az akkreditációt kérő országnak ezt mindenképpen figyelembe kell vennie, és előzetesen fel kell mérnie a képesség biztosítottóságának a hátterét, azokat a fontos körülményeket, amelyek hatással lehetnek az akkreditációra.

Felmérésre kerül, hogy a Program meghatározza-e – a MOA-ban lévő feladatlistával<sup>17</sup> egyezően – a bevetésre alkalmas („qualified”) szint eléréséhez – és fenntartásához („currency”) - szükséges lépéseket, követelményeket. Az elméleti és a gyakorlati kiképzésre vonatkozóan részletes, személyre szabott, hosszú távú beiskolázási tervvel kell rendelkezni. Az irányítás angol nyelven történik, ezért az előretolt repülésirányítóknak a NATO STANAG 6001<sup>18</sup> szerinti 3.3.3.3-as szintet<sup>19</sup> illetve 85%-os nyelvi teszteredményt kell elérni<sup>20</sup>.

Az egységesítés és a folyamatos minőségfelmérés lehetővé teszi a megrendelők (MOA/STANAG tagok) és a képességet biztosítók (iskolák, kiképző központok, katonai szervezetek) részére a világos, egységes, folyamatos útmutatást. Az iskolák között rátermett, tapasztalt kiképzők cseréjével emelik a kiképzés színvonalát, növelik a Programok átláthatóságát, egyfajta versenyhelyzetet teremtenek. Az együttműködés fokozza az alapkörtrínák és az eljárások, harcászati fogások folyamatos fejlődését, pontosítását, az egységesítési szándék pedig azt eredményezi, hogy az előretolt repülésirányítók elérjenek egy minimális kiképzettségi szintet.

A fentiek figyelembe vételével az akkreditáció során a következő területek felmérésére kerül sor:

- a Programhoz szükséges doktrinális, adminisztrációs, kiképzési, személyi háttér, melynek összetevői:
  - oktatók/ jelöltek kiképzése;
  - állománytábla feltöltöttsége, helyzete;
  - infrastruktúra állapota;
- minőségbiztosítási háttér;
- szimulációs- és oktatási segédeszközök;
- éles fegyverzettel végrehajtott lövészetek, kiképzési rendezvények;
- felszerelés;

<sup>16</sup> Az akkreditációnál fontos szempont a bizalom. Az ellenőrök ismerik az akkreditált iskolák oktatási színvonalát – hiszen az iskolákat is ők akkreditálják –, ezért a kiképzett JTAC/FAC állomány esetében automatikusan elfogadják az iskola bizonyítványait, ezzel együtt az ott szerzett képesítést is.

<sup>17</sup> JMTL – JTAC Joint Mission Task List

<sup>18</sup> A NATO nyelvi követelményeket szabályozó egyetértési megállapodása.

<sup>19</sup> Beszédkészség, hallgatási készség, szövegértés, íráskészség.

<sup>20</sup> Itt fontos megemlíteni a katonai terminológia és a levegő-föld rádiózás szakszavainak az ismeretét.



- biztonsági rendszabályok betartása;
- együttműködés, gyakorlás repülőgépekkel, helikopterekkel;
- új módszerek alkalmazása a JTAC/FAC kiképzésben;
- a JTAC/FAC közösség számára fontos új problémák felvetése.

A MOA ezen kívül meghatározza azokat a tényezőket, megállapításokat, melyek a program akkreditáció során azt eredményezhetik, hogy az ellenőrök nem javasolják a program akkreditációját, illetve javasolják annak felfüggesztését:

- a kérő ország nem rendelkezik kiképzett JTAC/FAC oktatókkal<sup>21</sup>;
- nem a releváns doktrínákban<sup>22</sup> lévő szabványokat alkalmazzák;
- a JTAC/FAC állomány nem teljesítette a minimális kiképzési követelményeket;
- a felmérés során súlyos biztonsági szabálytalanságokat követnek el;
- nem tudják igazolni a kötelező oktatásokon, kiképzéseken való részvételt.

## A MAGYAR JTAC/FAC PROGRAM RÉSZLETES ÁTTEKINTÉSE

### Adminisztratív háttér

A nemzeti doktrinális szabályozást illetően Magyarország rendelkezik megfelelő JTAC/FAC kézikönyvvel, amely világos útmutatást tartalmaz a kiképzésre, egyúttal meghatározza a kiképzett és bevetésre alkalmas szint eléréséhez szükséges lépéseket. Megemlítésre került, hogy a Program kézikönyv megfelelően került elkészítésre és elfogadásra<sup>23</sup>, így szabályozott hátteret biztosít a képesség fenntartásához.

### JTAC/FAC kiválasztási-, kiképzési fázisok

- A magyar JTAC/FAC csoport megalakításakor optimálisan alakult a személyügyi helyzet, mely alapján egy időben azonos képesítésű, jól képzett fiatal tisztek kerültek az ERICS-hez. Ezzel kedvező lehetőség adódott egy motivált, tovább képezhető, hosszútávon tervezhető, hatékony alegység kialakítására, majd az ERICS átalakításával, bővítésével (illetve a csekély számú lemorzsolódás miatt is) lehetőség adódott újabb fiatal tisztek bevonására és kiképzésére. A kiválasztásnál az egyik legfontosabb szempont az angol nyelvtudás, hiszen a releváns irodalom, doktrínák feldolgozása és maga az irányítás is angol nyelven történik, emellett a külföldi gyakorlatokon, kiképzéseken elengedhetetlen az angol nyelv magas szintű ismerete.
- A nyelvi ismeretek fejlesztésére és az alapképzettség hiányosságaira való tekintettel<sup>24</sup> több hazai és külföldi speciális képzésen is részt vettek az ERICS tagjai<sup>25</sup>.

<sup>21</sup> Ez a követelmény 2014-ben már nem jelenthet problémát, az első akkreditáció előtt néhány héttel sikerült ezt a feltételt teljesíteni.

<sup>22</sup> JTAC MOA, STANAG 3797, JP-03-09.3.

<sup>23</sup> Ez a tény azért került megemlítésre, mert színvonalas törzsmunka, doktrinális- és dokumentációs háttér nélkül a képesség értékelése nem megfelelő lett volna.

<sup>24</sup> Az ERICS állománya alapvetően lövész és felderítő végzettségű, ezért a külföldi szakmai kiképzés előtt szükség volt különböző ismeretek elsajátítására a légierő működéséről, harceljárásairól.

<sup>25</sup> US Army Infantry School, US Army Ranger School, US Army AirAssault Course, és US Army Basic Airborne School, hazai nyelvi képzések, híradó kiképzés.



- A certified képesítést két akkreditált külföldi iskolában<sup>26</sup> szerezték meg a JTAC/FAC hallgatók.
- A qualified minősítés megszerzéséhez szükséges ún. „Top-off” kiképzést a Michigani Nemzeti Gárda felajánlása alapján a Michigan-ben lévő Grayling Range bázison<sup>27</sup> Magyarország egyesült államokbeli állami partnere (Ohioi Nemzeti Gárda) repülőgépinek bevonásával hajtották végre. Megállapításra került, hogy a kiképzettségi szint fenntartásához szükséges további lépések megfelelőek.

### ***Oktatók kiválasztása, képzése***

A JTAC/I kiválasztására és kiképzésére az Egyesült Államok Légierője Oktató Kiképzési Programja<sup>28</sup> alapján készítettük el a saját programunkat, amely megfelel a MOA/STANAG követelményeinek.

### ***Állománytábla, személyi feltöltöttség***

A „piramis elvet” figyelembe véve az előretolt repülésirányító képesség fenntartásához Magyarországon hosszú távon 2 JTAC/E és 4 JTAC/I szükséges<sup>29</sup>, a további JTAC/FAC létszám az ország védelem és a NATO/ENSZ/EU feladatok függvényében kerülhet meghatározásra.

### ***Infrastruktúra***

Az MH 86. SZHB infrastruktúrája megfelelő az ERICS állomásoztatására, képzésére, továbbképzésére, biztos háttérrel nyújt a képesség fenntartására. Megemlítsük a Várpalotai lőtér kiváló adottságait, melyeket továbbfejlesztve alkalmassá tehetik akár éles-, akár gyakorló fegyverzet még szélesebb skálájának az alkalmazására.

### **Szimulátor és kiképzési segédeszközök**

Megfelelő szimulátorok<sup>30</sup> alkalmazása kulcskérdés a JTAC/FAC kiképzésben és a képesség fenntartásában. Magyarország jelenleg nem rendelkezik JTAC/FAC szimulátorral, de a felmérés során az ellenőrök meggyőződhetnek az MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázison lévő Gripen szimulátor<sup>31</sup> paramétereiről, és az is megállapításra került, hogy célirányos fejlesztésekkel<sup>32</sup>, hálózatba kötve<sup>33</sup> megfelelő infrastruktúrát biztosíthat egy későbbi beszerzésre kerülő JTAC/FAC szimulátorral.

### **Valós repülésekkel végrehajtott feladatok értékelése**

<sup>26</sup> USAFE Air Ground Operations School, EWTGLANT Tactical Air Control Party Course.

<sup>27</sup> A bázis rendelkezik megfelelő infrastruktúrával és magasan képzett JTAC kiképzőkkel (JTAC/I – instructor) és ellenőrökkel (JTAC/E – evaluator).

<sup>28</sup> Megpróbáltuk az MH részére legjobban bevezethető példát alkalmazni, ezért választottuk az USAFE Programját.

<sup>29</sup> Az akkreditáció idején csak JTAC/I-vel rendelkezünk, de jelenleg már vannak JTAC/E előretolt repülésirányítók is.

<sup>30</sup> A kiképzésbe és a vizsgáztatásba bevont szimulátorokat azért célszerű akkreditálni, mert a kvótákba (certified, qualified) csak akkreditált szimulátorban végrehajtott rávezetések számolhatók el.

<sup>31</sup> PETRA – Planning, Evaluation, Training, Rehearsal and Analysis

<sup>32</sup> Éjjellátó képesség kialakítása, kommunikáció videó adatkapcsolati rendszerekkel (pl. ROVER).

<sup>33</sup> Akár belföldi akár külföldi hálózatokkal, így akár komplex, többnemzeti gyakorlatokat is végre lehet hajtani.



A magyar előretolt repülésirányítók sok országban (USA, Németország, Szlovénia, Svédország, Csehország), különböző kiképzési rendezvényeken, lőtereken (Grayling Range, Várpárolta, Pocek, Namest) a repülőeszközök (JAS-39, MI-24, A-10, F-16, B-52) és a fegyverzetek széles skáláját alkalmazva (*levegő-föld, föld-föld éles, gyakorló, lézer, infravörös fegyverzet*) hajtottak végre rávezetések (*nappal és éjszaka*). Ezek megfelelően segítették a kiképzési célokat, ezzel együtt kellőképpen igazolták az ellenőrzés minőségi és mennyiségi követelményeit.

### **JTAC/FAC felszerelés**

A feladatok sikeres végrehajtása megfelelő felszerelés nélkül nem lehetséges, ezért hangsúlyos szerepet kapott az ellenőrzés során ez a terület. A felszerelés mennyiségi- és minőségi mutatóinak a fontosságát azért is érdemes megemlíteni, mert hadműveleti területen – például Afganisztánban – a kötelezően előírt felszerelés megléte nélkül a kitelepült JTAC/FAC állomány nem kaphat hívónevet, azaz nem hajthat végre fegyverzetalkalmazással éles harc feladatot<sup>34</sup>. Az ellenőrzés értékelésében rögzítésre került, hogy a meglévő és tervezett kommunikációs, célmegjelölő, navigációs- digitális- és video rendszerek hatékonyan kiszolgálják a feladat végrehajtást.

### **Biztonságos feladat végrehajtás körülményeinek a felmérése**

Az ellenőrök megállapították, hogy megfelelő biztonsági rendszabályokat alkalmaztak a lőtéri tevékenységeknél és a lézer használatnál. Minősített kiképzők felügyelték az éles fegyverzettel végrehajtott bevetéseket, és a biztonságért felelős szolgálat<sup>35</sup> is jelen volt a lövészeteken.

### **Repülőeszközök és kiképzett pilóták értékelése**

Az első értékelés időszakában a Magyar Honvédség rendelkezett jól képzett harci helikopter vezetőikkel, harci helikopterekkel, melyek hosszú éveken keresztül biztosították a CAS végrehajtásához szükséges erőforrásokat. A második értékelés idejére a JAS-39 Gripenen kívül más eszköz nem marad levegő-föld szerepkörben alkalmazható fegyverként, ezért kulcsfontosságú az ERICS és a Gripen hajózó állomány közötti együttműködés erősítése, illetve a Gripen fegyverzetének és harci alkalmazásának a fejlesztése.

## **KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK**

Az előretolt repülésirányítás a hadviselés egyetlen tényleges összhaderőnemi területe, mely a harctéri tapasztalatok folyamatos feldolgozásával napról napra a legdinamikusabban fejlődő, és hatásait tekintve a közvélemény, a médiumok számára a háborús veszteségek egyik legérzékenyebb fajtája<sup>36</sup>. Ezért fontos a tapasztalatok feldolgozása és a hazai képesség stabil, korszerű, hiteles alapokon történő fenntartása és fejlesztése.

<sup>34</sup> Ezeket a követelményeket az adott hadszíntérrre kiadott egységes hadműveleti eljárásrend (pl. Afganisztánban az SOP-311) határozza meg.

<sup>35</sup> RSO –Range Safety Officer

<sup>36</sup> Számos példa hozható fel, amikor szövetséges repülőeszközökkel semmisítették meg szövetséges katonákat – tévedésből



Az elmúlt 6–8 évben hosszú utat járt be, jelentős fejlődésen ment keresztül a Magyar Honvédség levegő-föld fegyverzetalkalmazási képessége, köszönhetően a személyi állomány elkötelezettségének és motiváltságának, a folyamatos egység- haderőnem- és vezérkar szintű parancsnoki támogatásnak, de sokat köszönhetünk az Egyesült Államok budapesti ODC<sup>37</sup> hivatalának is a beszerzések, kiképzések, tapasztalatcsere- és egyéb rendezvények megszervezéséért és lebonyolításáért.

A megfelelő karriermodell kialakításával, az utánpótlás biztosításával tartható csak fent hosszú távon a hazai JTAC/FAC képesség, a korábban említett „piramis modell” lehet az alapja a minőségi- és mennyiségi megfelelésnek, hiszen az országvédelem, missziós- és egyéb szövetségi feladataink teljesítéséhez a JTAC/FAC állomány képességeinek folyamatos szinten tartása és – a harci tapasztalatok alapján – fejlesztése szükséges.

A szolnoki ERICS állománytáblájának bővítése, a CAS feladatokra kiképzett Gripen pilóták számának növelése a humán erőforrás gazdálkodás számára az egyik nagy kihívás lesz a következő időszakban. Technikai oldalról biztosítani kell a JTAC/FAC állomány leghatékonyabb eszközökkel történő felszerelését, de fejleszteni kell a Gripen levegő-föld harci alkalmazáshoz szükséges rendszereit, fegyverzetét is.

A repülőeszközök üzemeltetésének magas költségei miatt egyre nagyobb szerepet kapnak a korszerű szimulátorok, melyek hálózatba kötve képesek szinte a harci alkalmazás teljes skáláját lefedve a valós feladat végrehajtást gyakoroltatni, tényleges repülés, üzemanyag- és egyéb erőforrás bevonása nélkül<sup>38</sup>, ezért a hazai JTAC/FAC képesség fenntartása szempontjából korszerű, akkreditálható<sup>39</sup> szimulátor beszerzése és üzemeltetése létfontosságú.

Összességében a 2012-es Program akkreditációról készült jelentés kiemelte a hazai program szilárd alapjait<sup>40</sup>, a minőségi, képesség kiépítési mutatókat a mennyiségi, kevésbé hatékony képesség kiépítési- és fenntartási mutatókkal szemben.

A fenti tapasztalatok értékelésével, feldolgozásával, az újítások, fejlesztések bevezetésével a képesség ismét sikeresen akkreditálható lesz, és a NATO tagországok között fajsúlyos pozíciót biztosít Magyarország számára.

---

<sup>37</sup> Office of Defence Cooperation

<sup>38</sup> Az Angol Királyi Légierő tábornokának tájékoztatása szerint a brit F-35 harcászati repülőgép hajózók kiképzésre fordított ideje a következőképpen fog megoszlan: 30% valós repülés, 70% szimulátor!

<sup>39</sup> A MOA meghatározza azokat a követelményeket, melyeket teljesíteni kell ahhoz, hogy a szimulátoron végrehajtott feladatok kiválthassák a valós repüléseket.

<sup>40</sup> Ez a parancsnoki támogatás szilárdságát és a személyi állomány elkötelezettségét jelenti.



---

**FELHASZNÁLT IRODALOM**

- [1] Hungarian Joint Terminal Attack Controller - JTAC - Program (Honvéd Vezérkar Hadműveleti Csoportfőnökség, Nyt. szám: HDMCSF/80 – 50/2012.)
- [2] NATO STANAG 3797 (Edition 4), Minimum Qualification for Forward Air Controllers and Laser Operators in support of Forward Air Controllers
- [3] Joint Close Air Support Action Plan Memorandum of Agreement, 2004-01, Joint Terminal Attack Controller (Ground)
- [4] Joint Publication 3-09.3, Close Air Support
- [5] Allied Tactical Publication (ATP) 3.3.2.1. (B), Tactics, Techniques, and Procedures for Close Air Support and Air Interdiction
- [6] HDMCSF/1518/137/2-7/2013 jelentés
- [7] HKF/136-1/2010 jelentés



Makkay Imre<sup>1</sup>

## ELEKTROOPTIKAI ESZKÖZÖK LÉGIJÁRMŰVEK FELDERÍTÉSÉRE<sup>2</sup>

*A légtér megfigyelése, ellenőrzése kihívások sorát foglalja magában, melyek feloldására folyamatos fejlesztésekkel lehet csak választ adni. A radarok által használt rádióhullámok visszaverődése nagymértékben függ a tükröző felület anyagától, minőségétől, geometriájától. A mai légi járművek sárkányszerkezete, borítása jelentős részben műanyag, kompozit, így alig mutat a radar-visszaverő felületet. Ezeknek, valamint a kritikus infrastruktúrára is fenyegetést jelentő ultrakönnnyű és a kisméretű pilóta nélküli repülő szerkezeteknek a felderítésére más alternatív eljárásokat és technikai eszközöket – így az elektrooptikát – is igénybe kell venni. A cikk az új lehetőségek bemutatását tűzte ki célul – a teljesség igénye nélkül.*

### **ELECTRO-OPTIC DEVICES FOR AIR VEHICLES DETECTION**

*The airspace monitoring, control involves a series of challenges that are to resolve ongoing developments can only be answered. The radio waves used in radar reflection of the reflecting surface is highly dependent on the material, quality, geometry. In today's aircraft, airframe, largely cover plastic, composite, so there is hardly a radar-reflecting surface. These, as well as critical infrastructure will also present a threat to other ultra-light and compact unmanned air vehicles to detect other alternative methods and devices – such as electro-optics as well – must be deployed. The article presented new opportunities aimed - without exhaustive.*

## BEVEZETÉS

A levegőben tartózkodó élőlények, járművek észlelésére az ember eleinte a látására, hallására támaszkodhatott, de a nagyobb távolságok és kedvezőtlen időjárási viszonyok ennek jelentős korlátokat szabtak. A háborúk „életbevágó” műszaki fejlesztéseket hoztak – a légvédelemben a radarokat, melyek már a látó-, és a „fülelő” gépezetek határán túl is érzékelik a repülőgépeket. A radar a fémépítésű/borítású repülőgépek elterjedésével sokáig az egyetlen hatékony felderítési eljárást képviselte.

A 21. század sok új technológiai eredménye között a légi közlekedés eszközeiben a radar-szempontról kis visszaverő felületet jelentő, „láthatatlan” légi járművek erősödő dominanciája figyelhető meg. Ennek egyszerű oka a fém/vezető szerkezeti elemek műanyagokkal történő kiváltása – egyúttal a hatékony „radartükör” csökkenése. Míg a polgári légi járműveknél ez a gyártást egyszerűsítő, ésszerű technológiai folyamat, addig a katonai alkalmazásoknál ez a „lopakodást” elősegítő eljárás.

A pilóta nélküli légi járművek (UAV – Unmanned Air Vehicle) már sok polgári felhasználást elnyerhettek volna – ha megbízható ütközést elhárító rendszerrel lennének felszerelve. Ennek alapvető eleme a környező légi járművek helyzetének és mozgásának érzékelése, amit kis méret

<sup>1</sup> Dr. Makkay Imre ny. mk. ezredes, egyetemi tanár, drmi48@gmail.com

<sup>2</sup> Lektorálta: Dr. Ványa László ezredes, egyetemi docens, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Informatikai Elektronikai Hadviselés Tanszék, vanya.laszlo@uni-nke.hu



és energiafelhasználás mellett kell biztosítani. A passzív elektrooptikai szenzorok jelenthetik az egyik alternatívát. Magyarországon a SZTAKI folytat kutatásokat a nagy műszaki kihívást jelentő feladat megoldására.

A levegőben ember alkotta repülőgépeken kívül – a sikeres környezetvédelemnek is köszönhetően – egyre több madár közlekedik, melyekkel a találkozás elkerüléséhez szükség van a helyzetük, mozgásuk észlelésére. A radartechnika ugyan ajánl erre is megoldást, [1] de a jelen cikkben szereplő elektrooptikai eszközök – ár/energetika/hatékonyság szempontjából akár ezek versenytársai is lehetnek.

Amikor előtérbe kerül az egyéb árujelző jelek (hang, vizuális és hő-kép) alapján történő felderítés, akkor a szenzortechnika, mikroelektronika is kínálja legújabb vívmányait, melyek csupán az alkalmazókra várnak. Az igény és az ajánlat tehát „szerencsésen” egy időben találkoznak, aminek a védelmi szféra és az ipar egyaránt nyertese. A kutatás-fejlesztés egyik iránya lehet a „szálak megfelelő összefűzése” – ennek próbál az írásmű további része megfelelni.

## PASSZÍV ELEKTROOPTIKAI ÉRZÉKELÉS

Az elektrooptikai eszközök az emberi szem számára látható és nem látható frekvenciatartományban működve a környezetről, annak változásáról szereznek adatokat, melyek különböző megjelenítő eszközökön és adatfeldolgozó/végrehajtó berendezéseken kerülnek felhasználásra. Az „elektro-” jelzi, hogy a hagyományos optikai eszközöket (objektív, zárszerkezet, kereső/kiértékelő képernyő és film) – főleg a képrögzítés/kiértékelés módját tekintve – jelentősen meghaladó berendezésekről és eljárásokról lehet beszámolni.

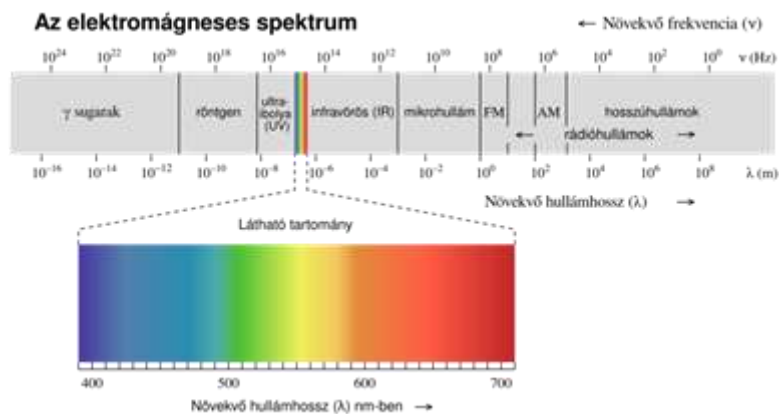
Az elektrooptika különböző eszközei által szolgáltatott, ma már digitális adatok korlátlan ideig tárolhatók, kiértékelhetők, összehasonlíthatók korábbi felvételekkel és módosíthatók is – különböző matematikai eljárások eredményeként – amellyel az egyébként rejtett tartalmak megjeleníthetők. A beérkező jelek származhatnak a felderített objektumból – például amikor annak saját hőkisugárzását egy passzív infravörös hullámtartományú kamera segítségével észleljük/mérjük – vagy külső sugárforrásból érkező energiák visszaverődéséből – ahogy pl.: a Nap, a Hold, vagy a reflektorok által megvilágított tárgyakat látjuk.

### Látható fény tartomány

A légi járművek kezdetben a látva repülés VFR – Visual Flight Rules alapján tájékozódtak és egy részük teszi ezt ma is, miközben figyelnek az egymással való ütközés elkerülésére is. A kellően megvilágított repülőgépek több-tíz kilométerről felfedezhetők, ha a háttér is megfelelő kontrasztot ad. Az emberi szemmel végzett felderítést – amely személytől-, és fizikai állapottól függ – mára felváltja a jóval nagyobb teljesítményű és megbízhatóbb elektrooptika.

A látható fény tartományban az elektrooptikai felderítő berendezések a feladathoz illesztett képességű lencserendszerekkel gyűjtik össze a felderítendő objektumokról visszaverődő elektromágneses hullámokat. A lencsék látószöge egyben az alkalmazhatóságot is behatárolja – kis látószöggel nagy távolságról, nagy látószöggel kisebb távolságról nyerhetünk azonos méretű

képet (ugyanolyan felbontású érzékelőt feltételezve). A látható fény tartományú képfelderítésben az érzékelés, felismerés és azonosítás szintjei követik egymást. A nagylátószögű lencserendszerek (többnyire csak az érzékelésre alkalmas felbontásban) akár 360°-os körpanorámát vetítenek az érzékelőre. Erre Dr. Greguss Pál professzor NASA által elismert találmánya a „PAL-optika” és a hozzá illesztett anamorf videó megjelenítés is lehetőséget nyújt [2][3].



1. ábra A látható fény tartomány spektruma<sup>3</sup>

Amennyiben az észlelés sikeres volt, akkor a látószöget szűkítve, a kérdéses irányba fordított optikai rendszerrel kell az objektumot (élőlény, tárgy, meteorológiai képződmény stb.) felismerni. Ha részletesebb információkra van szükség, akkor még tovább szűkítve a látószöget, már csak a célterületről gyűjtött képpontokat értékelve azonosítani tudjuk a forrást és dönthetünk a további munkafázisokról (regisztrálás, követés, elvetés stb.).

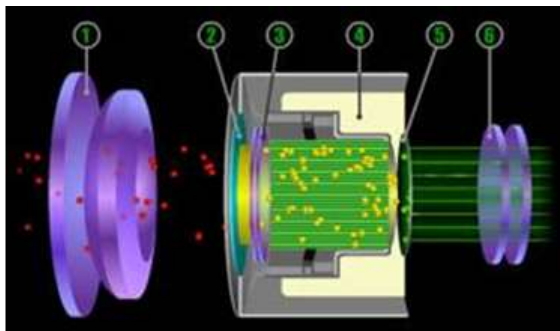
A lencsét váltó és mozgó mechanizmusok bonyolultak, működésük időt igényel, és állniuk kell az időjárás viszontagságait. A drágább, de gyorsabb megoldás a felderítendő irányokat fix telepítésű lencserendszerekkel lefedni és a váltásokat, átfedéseket az elektronikai feldolgozás során elvégezni. [4]

Az elektrooptikai (CCD, CMOS,) érzékelők felbontása, dinamika tartománya a lencserendszerekkel együtt egyre javul. A mindennapivá váló 1080p Full HD már az emberi szem igényeit/képességeit eléri, mégis marad tennivaló a felderítés azon területein – példánkban a légi objektumok felderítésében – ahol az emberi munkát, intuitív képességeket a végső döntés fázisára kívánjuk tartalékolni. A képfeldolgozó algoritmusok ezt a célt szolgálják és nélkülözhetetlen elemeivé váltak az automatizált felderítő munkahelyeknek. Képesek a változások észlelésére, a beállított szűrések elvégzésére és a kritikus szint elérésekor annak jelzésére, riasztásra.

A látható fény tartományban az égitestek, vagy mesterséges világítás adja az energiát. Ennek hasznosítható mértéke – a berendezés érzékenységen túl – az időjárástól, légköri helyzettől is függ. A felhő, pára, köd és a hulló csapadékok nagymértékben csökkentik a láthatóságot – ugyanígy a felderítés hatótávolságát is.

<sup>3</sup> Forrás: [http://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:EM\\_spectrum\\_hu.svg](http://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A1jl:EM_spectrum_hu.svg)

A katódsugárcsöves fényerősítésen alapuló éjjellátó készülékek elterjedtek a szárazföldi alkalmazásokban és újabban a légi járművek vezetésében is [5]. Viszonylag egyszerű felépítésükkel a látható és a közeli infravörös tartományban biztosítanak – jellegzetesen „zöldecs” – képet a környezetről. Már a negyedik generációjuk van forgalomban – ezek már elérik az 50000-szeres erősítést.



2. ábra Az éjjellátó készülék felépítése<sup>4</sup>

(1–frontlencse; 2–fotókatód; 3–mikro-csatornás lemez; 4–nagyfeszültségű gyorsítótér; 5–foszforozott jellemez; 6–okulár)

A hagyományos éjjellátó készülékek – azon kívül, hogy erős fény hatására tönkremennek, korlátozott élettartamúak (1–2 ezer üzemórát képesek működni) – csak emberi szemmel kiértékelhető képet szolgáltatnak. Az újabb digitális változataik pixelekre bontott képe már képfeldolgozó alkalmazásokkal is kezelhető.

### Infravörös fény tartomány

Minden test infravörös sugárzást bocsát ki magából, ha hőmérséklete magasabb az abszolút nulla foknál. A környezetünk tárgyait jellemző hőenergia tartalom és annak változása mérhető, számértékkel is megadható mennyiség. A hő átadása hővezetés, hőáramlás, vagy hősugárzás formájában történhet. A hővezetés első sorban a szilárd testekben jön létre, a hőáramláshoz mozgó közeg szükséges, a hősugárzás viszont vákuumban is terjedő, elektromágneses sugárzásnál és abszorpciónál is bekövetkező, fényhez hasonló viselkedésű jelenség. A sugárzott hő sem egyértelműen származtatható, mert a reflektált, emittált és transzmittált sugárzások összegét látjuk a hőkamerával – ami a gyakorlati méréseknél okozhat meglepetést.

A hőkamerák „filmje” a mikrobolométer. A Texas Instruments a 80-as években kapta az állami megbízást a hűtés nélküli infravörös érzékelők kifejlesztésére. A hűtés nélküli érzékelők felépítése egyszerűbb, az általános felhasználók számára a 0,1 °C felbontás elegendő. A katonai felderítő alkalmazásokban, biztonságtechnikai eszközökben ezekkel találkozunk – áruk, méretük és környezeti hatásoknak ellenálló kivitelüknek köszönhetően. A precíziós mérésekhez folyékony nitrogén, Stirling, vagy Peltier elemes hűtést használnak.

A mikrobolométerek a hőmérséklet változását a vanádium-oxid rétegük elektromos ellenállásának változásával érzékelik. A 7–14 μm-es hullámtartományban működnek, egy-egy elem mérete 0,025×0,025 mm. Az érzékelő elemek mögött aktív erősítő áramkörök biztosítják a

<sup>4</sup> Forrás: <http://www.atncorp.com/hownightvisionworks>

megfelelő kimenő jelszintet. A mikrobolométrekből felépített érzékelő – például a TP8S esetében 384×288 méretű panelt alkot – minden pontja külön „kikérdezhető”, azaz a képernyőn szemmel alig megkülönböztethető pont hőmérséklet változását a mérőrendszer már ki tudja mutatni. Ez teszi lehetővé, hogy „távhőmérőként” használjuk a hőkamerát – azaz a kép bármely pontjának hőmérsékletét numerikusan is meg tudjuk jeleníteni.

A hőkamerák másik kritikus eleme a lencse, amely a környezet hőképét az érzékelő panelre vetíti. Mivel a hő a lencsén keresztül jut a kamera belsejébe, ezért azt ideálisan a teljes hullám-tartományban jól kellene vezetnie. Bár tudjuk, hogy a sugárzott hő a fényhez hasonlóan terjed, a kvarcüveg lencse ebben az esetben mégis használhatatlannak bizonyul. A germánium és a szilikon terjedt el legjobban. Az áruk a megmunkálás nehézsége miatt is igen magas, eléri a hőkamera árának 50%-át. A termokamerákat több, különböző látószögű lencsével árusítják. Ezek együtt is olcsóbbak és méreteiket tekintve kezelhetőbbek, mint zoom-os kivitelben, de bizonyos alkalmazásoknál a gyorsaság elsőrendű követelmény lehet.



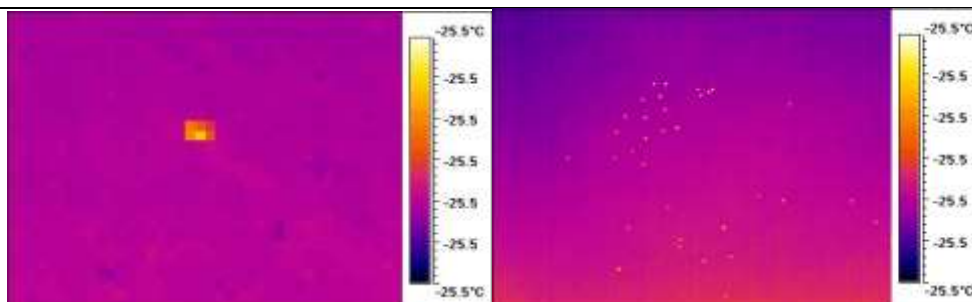
3. ábra Az UMICORE fix fókuszú és Wavelength Technology zoom lencségei<sup>5,6</sup>

A Thermo Pro™ TP8S kamera [6] Wuhan Guide Infrared Co Ltd. kínai gyártó meglepően sok szolgáltatással bíró készüléke. Egy rendelkezésünkre bocsátott eszközzel próbafelvételeket készítettünk – a hipotézisek igazolására. A kérdés arra vonatkozott, hogy lehet-e passzív infravörös sugárzás alapján légi járműveket észlelni, felismerni, azonosítani.

Az égboltra néző kamera tiszta, páramentes időben „kiskálázott” – azaz túljutott a –20°C alsó határértéken. Ebben a fagyos háttérben nagyon határozottan kirajzolódnak a felhő és pára alakzatok, sőt a vízszintes rétegződésük is. A levegőben repülő minden eszköz és élőlény ettől melegebb és „világít” a kontrasztos háttérben. Az utasszállító repülőgép 12 km-es magasságon repülve még felhős időben is nyomot hagyott a hőképen. A madarak és csoportjaik is felderíthetők ilyen eszközökkel – ez a tapasztalat éppen a hamis riasztás elkerülésére jó.

<sup>5</sup> Forrás: <http://eom.umicore.com/en/infrared-optics/about-us/>

<sup>6</sup> Forrás: <http://www.wavelength-tech.com/IR-Optics/IRZoomLens.jsp>

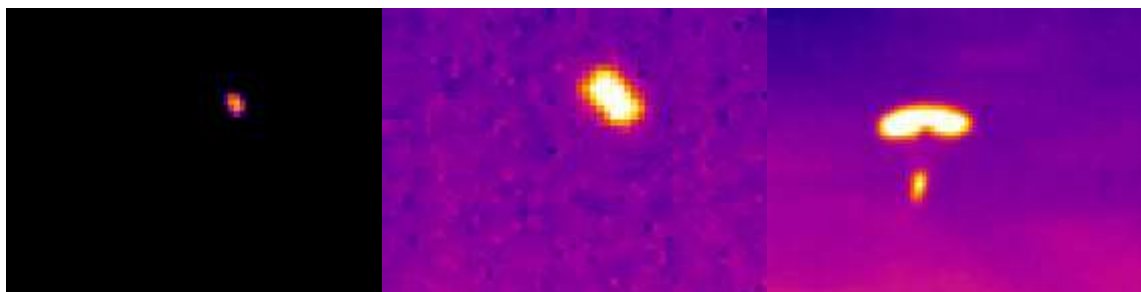


4. ábra A 12 km magasan repülő A-380 – a helyi varjak társaságában<sup>7</sup>

A termo-képek néhány fontos tanulsága:

1. A méretben, hőintenzitásban nagymértékben különböző objektumok közel azonos képet adhatnak a passzív infravörös kamera kimenetén abban az esetben, ha a távolságuk a mérőponttól arányosan közeli/távoli.
2. A felderített célok egyértelmű azonosítására – példánkban, hogy melyik a repülőgép és melyik a madár – háromszögelési módszerű iránymérés lehet az egyik megoldás. Három (fél)gömb koordináták meghatározására alkalmas passzív infravörös mérőállomás „plot”-jainak térbeli elhelyezkedése egyértelműen kimutatja a – jelen esetünkben nehézséget okozó – hovatartozást.
3. Intelligens képfeldolgozással lehetőség van a célok mozgásának elkülönítésére, pályájuk szerinti szétválasztásukra. A felhők – mint (közel) álló objektumok – jól megkülönböztethetők a lassan mozgó madarak, siklóernyősök, sárkányrepülők és a nagyobb sebességű a repülőgépek hő-nyomaitól. A radartechnikában ezek ismert, bevált eljárások – a hőképekhez illesztésük – a felkészült szakemberek számára – megoldható műszaki feladatnak látszik. Itt sem lehet mellékes, hogy egy közeli és egy távoli légitűzár ugyanolyan szögsebességgel mozoghat – az egyik mérőállomáshoz viszonyítva – ezért a három mérőpont itt is elengedhetetlen feltétele az egyértelmű azonosításnak.

Az elvégzett kísérleteink is azt igazolták, hogy homogén, nagyon kontrasztos háttérben néhány pixel elszíneződése elegendő a (vizuális) észleléshez. A céltárgy felismeréséhez, jellegének meghatározásához a 8-10 pixel is szükséges lehet. A további pixelekkel, azok alakjából, mozgásából, pedig a cél típusa és aktuális tevékenysége is meghatározható.



5. ábra Egy paplanernyős érzékelése, felismerése, azonosítása – a TP8S kamera képén<sup>8</sup>

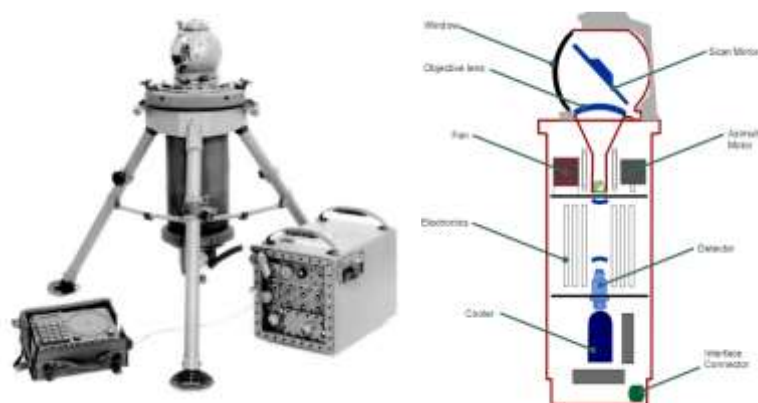
<sup>7</sup> A szerző felvételei (2013. 10. 29.) A jobboldali képen az A380 alulról a második (enyhén látszik a kondenzcsík).

<sup>8</sup> A szerző felvételei. A felvételek 2013.10.26-án az LHSS repülőtéren zajló ejtőernyős versenyen készültek.

A TP8S kamerához a gyár külön képfeldolgozó programot ad, amellyel az utómunkálatok elvégezhetőek. A felvétel közben a kamerán automatikusan, illetve kézzel is beállíthatók a hőmérséklettartomány határai. A kiértékelés folyamán ez tovább finomítható, a jobb képi megjelenés érdekében. Hangsúlyozva, hogy a TP8S egy általános célú termokamera, a felvételek terepi körülmények között (kézből) készültek, az időjárás átlagosan párás légkörrel könnyítette/nehezítette az észlelést – az eredmények biztatóak, további kutatásokat, fejlesztéseket serkenthetnek.

## ADAD

A londoni olimpiát egy StarStreak alakulat biztosította [7]. A StarStreak (SP HVM – Self-Propelled High-Velocity Missile) alapvető felderítő eszköze az ADAD – Air Defence Alerting Device elektrooptikai alapú. A korábban Pilkington, ma a Thales Optronics által gyártott eszköz a 8–14  $\mu\text{m}$  hosszuhullámú infravörös tartományban a lassú és gyorsan mozgó merevszárnyú repülőgépek, valamint helikopterek felderítésére, célmegjelölésre szolgál. Az 1995 óta szolgálatban álló ADAD automatikus követésű vizuális kamerával és lézer távmérővel összekapcsolt „Protector” mozgó felderítő állomásként is működhet. [8] Az angol hadseregénél már „kifutóban” van – a StarStreak-el együtt 2004-ben 156-ról 84-re csökkent a számuk) [9]



6. ábra Az ADAD – tábori telepítésű kivitelben és az érzékelő egység felépítése<sup>9</sup>

Az ADAD tehát mint műszaki megoldás figyelemre méltó.[10] Ugyanakkor a korlátai is tanulságul szolgálhatnak:

- Az ADAD 24 órás folyamatos üzemidejű, automatikus érzékelő eszköz, amely a kis-hatótávolságú légvédelmi rendszerek SHORAD – Short Range Air Defence számára riasztást és célkoordinátát biztosít.
- Az oldalszögben 240°-os elfordulású kamerafejen egy 10°-os kitérésű tükör végez helyszögben lengéseket. A tükör, melynek középvonala  $\pm 7^\circ$ -al eltolható lassan végigtapogat, majd gyorsan visszaáll és kezdi előlről. A hőképet a prizma forgatja be a hűtött detektorsor irányába.
- A közel 20 évvel ezelőtti technikai lehetőségeket tükröző elektromechanikus letapogatás (line-scanner) jó ötlet lehet – a mai korszerű termokamerákkal kivitelezve és a teljes 360°-os körbefordulást megoldva.

<sup>9</sup> Forrás: <http://pilkoptr02.uuhost.uk.uu.net/downloads/ADAD%20Product%20Information.pdf>



- A helyszögben való leképezése szerény – legalább 60°-ra ki kellene terjeszteni, ami a mechanikai és optikai elemek átgondolását, újratervezését igényelheti. Az így is keletkező 60°-os holtkúp lefedésére külön kamerát/lencserendszert célszerű alkalmazni.
- A hosszuhullámú infravörös tartomány és a kényszerhűtés jó választás a nem radar-visszaverő tulajdonságú cél – ejtőernyős, siklóernyős, függővitorlázó – felderítésére.
- Az ADAD leírásokban nem található adat a felderítési hatótávolságról.

## HGH

A HGH Infrared Systems Párizstól délre a „francia optikusok völgyében” Igny-ben működik – 1982 óta. A panoráma képek készítésére alkalmas Spynel eszközcsalád tagjai széles választékot kínálnak.

### Spynel-C 3000

- Hűtött, hosszuhullámú;
- 360° oldalszögben;
- érzékelési távolság:
  - személy: 3 km-ig;
  - autó: 6 km-ig;
  - hajó: 20 km-ig.

### Spynel-S 6000

- Hűtött, közepes hullámhosszú;
- 360° oldalszögben;
- érzékelési távolság:
  - személy: 6 km-ig;
  - autó: 12 km-ig;
  - hajó: 25 km-ig.

### Spynel-U 2500

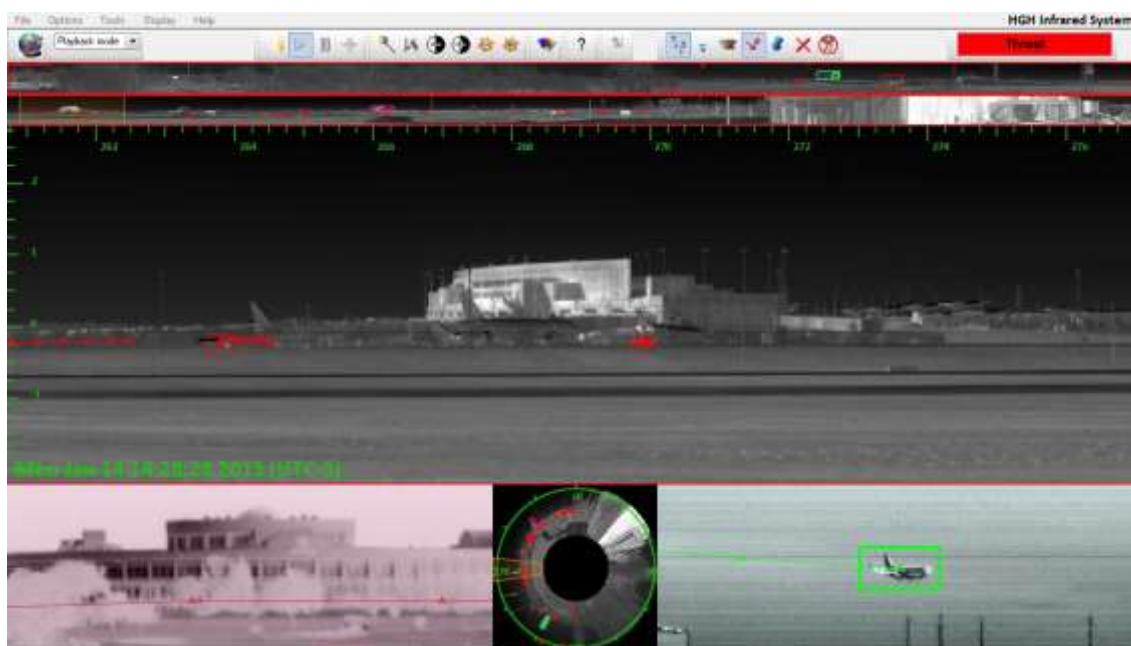
- Nem hűtött, hosszuhullámú;
- 360° oldalszögben;
- érzékelési távolság:
  - személy: 2,5 km-ig;
  - autó: 4 km-ig;
  - hajó: 15 km-ig.





7. Ábra. A Spynel-C 3000, Spynel-S 6000 és Spynel-U 2500 kamerák <sup>10</sup>

A HGH felderítő eszközök a Cyclope szoftverrel megjelenítve nyújtják a legtöbb információt. Megjeleníti a teljes 360°-os képtartományt. Szimultán vagy valós idejű képfeldolgozással detektálja és követi a behatolókat, lehet nappali és éjszakai képmegjelenítés, jó minőségű képek ködben, füstben is, napsugárzásra csekély mértékben érzékeny, nincs optikai torzulás a panorámaképeken, passzív – tehát nem érzékelhető, automatikus célfelderítés és követés, egyszerű telepítés és használat jellemzi.



8. ábra Az Austin repülőtérén készült körpanoráma a mozgó objektumokkal és útvonalakkal<sup>11</sup>

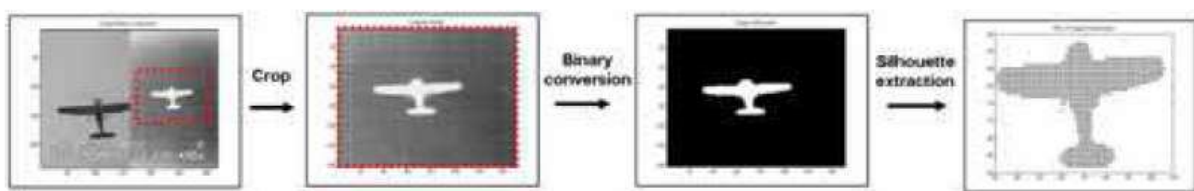
A Spynel kamerák előnye a 360°-os panorámakép. A hátránya (a légvédelmi alkalmazás szempontjából), hogy a függőleges látószöge csekély Spynel U 1000 – 18°; Spynel-U 2500 – 10°; Spynel-C 1000 – 20°; Spynel-C 2000 – 10°; Spynel-C 3000 – 5°; Spynel-S 2000 – 20°; Spynel-S 3500 – 10°; Spynel-S 6000 – 5°.

<sup>10</sup> Forrás: <http://www.infrared360.com/spynel/>

<sup>11</sup> Forrás: <http://www.infrared360.com/press/>

Mindezek ellenére UAV és vadászgépek sikeres detektálásról is beszámolnak (YouTube: Infrared Detection and Tracking of Aerial Targets) [11] A „HGHIraredsystems” többi videója is a széleskörű alkalmazásokat mutatja be – a Cyclope megjelenítő/riasztó funkcióival együtt. [12] A felvételek alapján a képkéértékelés jól működik – a kezelése sem tűnik megtanulhatatlannak.

A „Tracking, and Identifying Airborne Threats with Netted Sensor Fence” – munkában az infravörös sziluett alapján történő repülőgép típus felismerésének folyamata is bemutatásra került. Az első lépés, a lehetséges légi járművekről egy kontúr-könyvtár létrehozni. A digitálisan rögzített, különböző nézőpontú képek a felderítés során referenciaként szolgálnak. Amennyiben valamelyik egybeesik (nagyértékben hasonlít) a felderített légi járművel, akkor ezzel annak azonosítása megtörténhet.



9. ábra Az infravörös tartományú minta létrehozása – a későbbi azonosításokhoz<sup>12</sup>

A kontúrok a légi jármű kategória/típus azonosítását és pályájának követését segítik – még akkor is, ha közben változik (forduló, emelkedés, süllyedés miatt). Ahhoz, hogy kontúrt tudjunk rögzíteni természetesen erős felbontású termokamera szükséges. A FLIR, RAYTHEON, ELBIT, Rheinmetall 640X480 pixel felbontású kamerái – nagyteljesítményű, zoomolható objektívekkel már rendelkezésre állnak – az intelligens, feladatorientált képfeldolgozás számára jelentkezik a kihívás, hogy ezeket ki lehessen használni.

## REMOTE TOWER

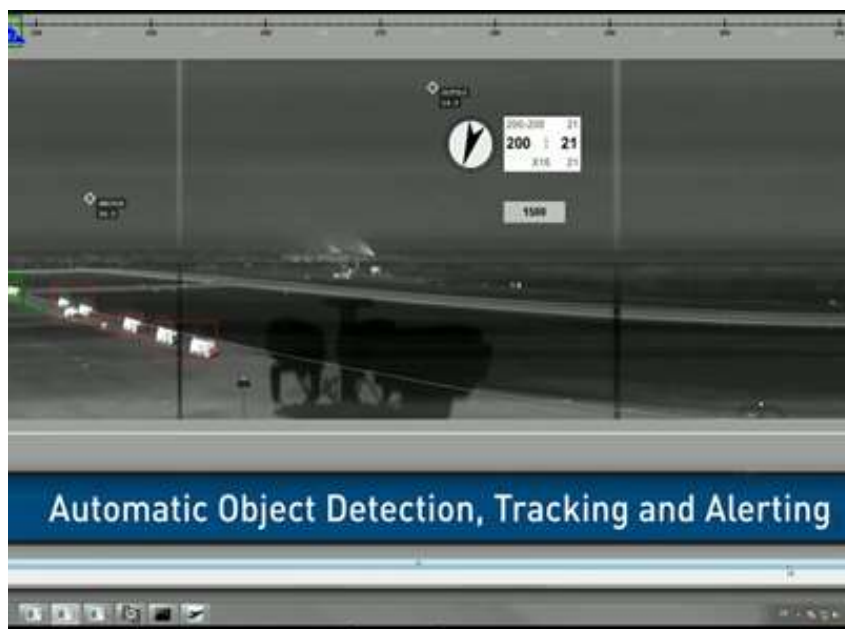
A SAAB SENSIS Remote Tower koncepciója [13] a légi irányításban – konkrétan az egyes repülőterek tornyaiban – folyó munkát hivatott megreformálni olyan módon, hogy az eddig a repülőterek pályája mellé telepített, vizuális látást biztosító tornyok helyett a szenzorok által leképezett panorámakép szolgál – akár egy földalatti teremben dolgozó – személyzet tájékoztatására.

A FREQUENTIS megoldásában [14] a vizuális és hőkamerás rendszer jól használható a fel/leszálló gépek és az egyéb repülőtéri mozgások (járművek, személyek, nyulak, madarak) követésére.

<sup>12</sup> Weiqun Shi, Gus Arabadjis, Brett Bishop, Peter Hill, Rich Plasse and John Yoder: Detecting, Tracking, and Identifying Airborne Threats with Netted Sensor Fence The MITRE Corporation Bedford, Massachusetts U.S.A (Fig. 11.)



10. ábra A FREQUENTIS PTZ kamerarendszere a repülőtér és környéke „szemmel tartására”<sup>13</sup>



11. ábra A földi és légi mozgásokat automatikusan jelzi, követi valamint riaszt – ha szükséges<sup>14</sup>

A Remote Tower demonstrációiban bizonyítást nyert, hogy a légi járművek – a nagyméretűek és a csekély hőképpel rendelkezők is – jól követhetők elektrooptikai eszközökkel a repülőtér körüli légtérben. Mivel többségükben tervezett manővereket hajtanak végre a szándékuk és a várható pozícióik ismertek – azaz NEM felderítő, hanem első sorban ellenőrző feladatuk van. Ez lényeges különbség a terület-, vagy az objektumvédelmi feladathoz képest, ahol sem a légi jármű, sem annak helyzete (iránya, távolsága, magassága), sem a szándéka nem ismert – kivéve, ha bejelentett repülésről van szó.

<sup>13</sup> Forrás: <http://www.youtube.com/watch?v=CsDizzvZ9WM> – videó kimerevítve

<sup>14</sup> Forrás: <http://www.youtube.com/watch?v=CsDizzvZ9WM> - videó kimerevítve



---

## KÖVETKEZTETÉS

A passzív elektrooptikai képfelderítő állomások – megfelelően intelligens kiértékelő algoritmusokkal – önállóan és kiegészítő információforrásként szolgálhatnak egy légvédelmi felderítő rendszerben. A több forrásból származó, megerősített információk csökkentik a vakriasztás lehetőségét és javítják a felderítés valószínűségét, pontosságát.

A hazai alap- és alkalmazott kutatás, fejlesztés feladata lehet az igények pontos felmérése és a technikai lehetőségek feltárása, összekapcsolása. Ez különösen nagy szellemi hozzáadott értéket képvisel a robotrepülések koordinálása és műszaki biztosítása terén. A kihívást jelentő biztonságos légtérhasználat megteremtése párhuzamosan kell, hogy fejlődjön a pilóta nélküli repülőgépek számának ugrásszerű növekedésével. A számos aktív (RADAR, LIDAR, SONAR) eljárás mellett a passzív, infravörös tartományú elektrooptikai eszközök is jelentős szerephez jutnak.



## FELHASZNÁLT IRODALOM

---

- [1] DeTec: BIRD & BAT RADAR SYSTEMS, (online), url: <http://www.detect-inc.com/avian.html> KARLIN, S., TAYLOR H.M., (2014. 05.10.)
- [2] Dr. Greguss Pál szakmai életrajza, (online), url: [http://kepes.society.bme.hu/Tagok/Greguss/Szakmai\\_eletrajz.pdf](http://kepes.society.bme.hu/Tagok/Greguss/Szakmai_eletrajz.pdf) (2015.01.12)
- [3] Tóth Imre őrgy.: A körpanorámás képalkotás katonai alkalmazása, (online), url: <http://www.zmne.hu/tanszekek/ehc/konferencia/may/tothimre.htm> (2015.01.12)
- [4] SAS – Situational Awareness System, (online), url: [http://www.rheinmetall-defence.com/en/media/editor\\_media/rm\\_defence/pdfs/produktpdfs/elektrooptischekomponenten/D100e0212\\_SAS.pdf](http://www.rheinmetall-defence.com/en/media/editor_media/rm_defence/pdfs/produktpdfs/elektrooptischekomponenten/D100e0212_SAS.pdf) (2015.01.12)
- [5] Nagy János: Éjjellátó eszközök fedélzeti alkalmazásának kompatibilitási kérdései (online), url: [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2009\\_4/2009\\_4\\_Nagy\\_Janos.html](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2009_4/2009_4_Nagy_Janos.html) (2015.01.12)
- [6] Makkay Imre: A „Thermo Pro TP8S” hőkamera és alkalmazása repülőgépek diagnosztikai vizsgálatára során (online), url: [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2011\\_cikkek/Makkay\\_Imre\\_4\\_THERMO.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2011_cikkek/Makkay_Imre_4_THERMO.pdf) (2015.01.12)
- [7] THALES: Starstreak secures the skies for London 2012, (online), url: <https://www.thalesgroup.com/en/content/starstreak-secures-skies-london-2012> (2015.01.12)
- [8] The Aviation Forum, (online), url: <http://forum.keypublishing.com/showthread.php?104938-IRST-based-AD> (2015.01.12)
- [9] Army-Technology: Starstreak Anti-Aircraft Guided Missile System, United Kingdom (online), url: <http://www.army-technology.com/projects/starstreak/> (2015.01.12)
- [10] THALES: Products and Capabilities: infrared search and track, (online), url: <http://pilkoptr02.uuhost.uk.uu.net/irst.htm> (2015.01.12)
- [11] YouTube: Infrared Detection and Tracking of Aerial Targets, (online), url: <http://www.youtube.com/watch?v=9uc0zvMygG8> (2015.01.12)
- [12] YouTube: Airport surveillance SP, (online), url: <http://www.youtube.com/watch?v=YVvKqhpVyHc> (2015.01.12)
- [13] SAAB Group: Sensis Corporation has joined the SAAB Family website (online), url: <http://www.saabsensis.com/products/remote-tower-r-twr/> (2015.01.12)
- [14] YouTube: FREQUENTIS Tower Solutions, (online), url: <http://www.youtube.com/watch?v=CsDizzvZ9WM> (2015.01.12)



László Szilvássy<sup>1</sup>

## AVIATION ANTI-TANK MISSILE AT-16 "SCALLION" (9A4172 "VIKHR")<sup>23</sup>

*For many years contradictory descriptions appear about the Soviet/Russian anti-tank missile AT-16 "Scallion" (9A4172 "Vikhr"). Many sources confuse it with AT-9 "Spiral-2" (9M120 "Ataka") anti-tank missile. Considering concerning data published I intend to clear up all misunderstandings and give accurate pieces of information about AT-16 missile.*

### AT-16 "SCALLION" (9A4172 "VIHAR") PÁNCÉLTÖRŐ RAKÉTA

*Évek óta ellentmondásos leírások jelennek meg a szovjet/ orosz hadiipar az AT-16 "Scallion" (9A4172 "Vihar") repülőfedélzeti páncéltörő rakétájáról. Számos helyen keverik össze az AT-9 "Spiral-2" (9M120 "Ataka") rakétával. Ebből az információ halmazból igyekeztem, a fellelhető leírásokat felhasználva, olyan ismertetőt elkészíteni, amely pontosítja a leírásokat.*

### Instead of a preface

I agree with the opinion below:

*"There was much confusion toward the end of the 1980s regarding the latest Soviet anti-tank systems. The end of the Cold War cleared much of this up, but also led to a general failure to properly publicise new information. This has resulted in a large portion of Western literature including incorrect information.*

*The most common error is simply confusing the 9M120 Ataka-V complex with the 9A4172 Vikhr system. These are completely different systems that have been competing for the Russian market. Mil Moscow Helicopter Plant favours the former, while Sukhoi and Kamov favour the latter. As some foreign Mi-24 derivatives have actually been fitted with the 9A4172 the most reliable way to tell them apart is to look for the number of barrels: Eight per launcher for the helicopter borne 9M120 and the fixed wing version of the 9A4172 and six per launcher for the helicopter version of the 9A4172. A four barrel launcher is typical of the Igla short range anti-aircraft missile. Russia does not use currently four barrel launchers for airborne anti-tank systems although this will possibly change with the next generation of missile (which will probably weigh considerably more).*

*The next most common error is in understanding the guidance systems:*

- *The 9M120 is a radio command SACLOS (Semi-Automatic Command to Line-Of-Sight)*

<sup>1</sup> engineer lieutenant colonel, PhD, associate professor, National University of Public Service Department of Military Aircraft, szilvassy.laszlo@uni-nke.hu

<sup>2</sup> Pub reader: Gyula Ovári engineer colonel (ret.), CSc, professor, National University of Public Service Department of Military Aircraft, ovari.gyula@uni-nke.hu

<sup>3</sup> Pub reader: Béla Varga engineer lieutenant colonel, PhD, associate professor, National University of Public Service Department of Military Aircraft, varga.bela@uni-nke.hu

missile and an improved version of the popular 9K114 Shturm system carried on the Mi-24V and by some ground units. This system gradually loses accuracy at longer ranges (as each as radii as viewed from the launch platform encompasses more space) but can be fired in any condition where a target can be spotted.

- On the other hand, the 9A4172 is a "laser beam riding missile". When this first became known, it caused much confusion in the West. Analysts simply assumed that the Soviet designers (KPB Instrument Design) had produced a weapon similar to the AGM-114 Hellfire, which uses semi-active laser homing (similar to laser-guided bombs). Early artist impressions even went so far as to show what appears to be a miniature copy of the Kh-29L (or "AS-14 Kedge", a large semi-active laser-guided missile that borrows its aerodynamic design from the R-73).

When the first good photographs appeared they led to still more confusion: There was no visible seeker (causing some analysts to believe it to be an unguided rocket system)." [9] See picture 1.



Pic. 1. 9A4172 "Vikhr-M" missile [3]

## The System

The air antitank missile system was developed in Instrument Design Bureau "Accuracy" (Научно-производственное объединение «Точность») in 1980. Its chief managing designer was A. G. Shipunov. Industrial experiments began to be carried out in 1982 and in 1989 army groups piloted the system [2][4]. The first serial 9K121 was delivered to the Army in 1992. It was shown to the public for the first time at the 1992 Farnborough Airshow.

The air anti-tank missile system 9K121/9K121M and line-of sight beam riding guidance (LOSBR) [11][17] anti-tank missile 9A4172 "Vikhr"<sup>4</sup>/"Vikhr-M", NATO reporting name AT-16 "Scallion" are to be launched from helicopters Ka-50<sup>5</sup> "Black Shark", Ka-52<sup>6</sup> "Alligator" and aircrafts Su-25T, Su-39 (Su-25TM), and missile "Vikhr-K"<sup>7</sup> is to be launched from ships [2][5][9][12].

<sup>4</sup> Vikhr is the Russian word, means Whirlwind

<sup>5</sup> Hokum-A [12]

<sup>6</sup> Hokum-B [12]

<sup>7</sup> корабельный – ship on board [2]

## Composition

The anti-tank missile system 9K121 "Vikhr" includes:

- supersonic, ACLOS<sup>8</sup> anti-tank missile 9A4172;
- automatic sight I-251 "Skval"<sup>9</sup> (Ka-50), I-251 "Skval-M" (Su-25T) working both by day and night [3];
- aviation moveable<sup>10</sup> launcher APU<sup>11</sup>-8 (Su-25T with 8 missiles) or APU-6 (Ka-50/52 6 missiles).

The system allows to launch single missile and two missiles volley. Supersonic speed missile (up to 610 m/s) reduces the operating time of the helicopter allowing for one entering to hit more targets. The missile system is designed to destroy non-armoured, semi-armoured and armoured ground targets, including reactive armoured targets and low-speed air targets, which fly at a speed up to 800 km/h.

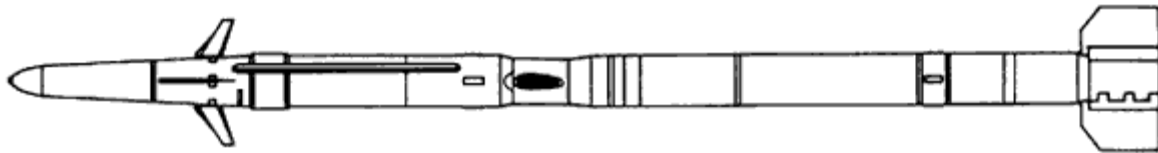


Fig. 1. 9A4172 missile [11]

The missile guidance system is Line-Of-Sight Beam Riding Guidance (LOSBR) and it uses a "beam" of laser, which is pointed at the target. I think this beam riding system is Automatic Command to Line-Of-Sight (ACLOS). LOSBR suffers from the inherent weakness of inaccuracy with increasing range as the beam spreads out. Laser beam riders are more accurate in this regard, but are all short-range, and even the laser can be degraded by bad weather conditions [11][17][18].

The automatic sight is provided with TV (daylight) and IR (night) channels for target sighting. Missile control and target tracing are automatic and the automatic sight is provided with a laser beam channel for missile control, a laser range-finder and with an automatic target tracking unit. The automatic sight completes target detection and identifies that by day and night. After tracking the target automatically it generates exact information for missile launching or gun firing.

The multi-purpose warhead consists of a high explosive anti-tank tandem-charge and an additional fragmentation sleeve with proximity and contact (impact) fuse. The warhead allows the missile to be used against armoured, semi-armoured and non-armoured targets alike, for example tanks, vehicles, airborne and other area targets.

The target hit probability is reported to be about 0.95 against stationary targets and 0.8 against moving targets. That is provided by the automatic target tracking system and the highly accurate missile control system that makes allowance for changes in the parameters of the carrier and the target in the course of firing.

<sup>8</sup> ACLOS – Automatic Command to Line-Of-Sight: Target tracking, missile tracking and control are automatic [17].

<sup>9</sup> Шквал (skval) – squall (flurry)

<sup>10</sup> launcher is moveable in elevation plane to 10°

<sup>11</sup> APU – АПУ – авиационное пусковое устройство – aviation launcher





	Missile 9A4172 "Vikhr"	Missile 9A4172 "Vikhr-1"
Range of launching <ul style="list-style-type: none"> <li>• day</li> <li>• night</li> </ul>	0.5–10 km up to 5 (6) km	
Altitude of launching	from 5 to 4,000 m	
Flight time <ul style="list-style-type: none"> <li>• to maximum distance (10,000 m)</li> <li>• to distance 8,000 m</li> <li>• to distance 6,000 m</li> </ul>	28 s 23 s 14 s	
Flight speed	up to 610 m/s	
Target hit probability	0.95 (0.8)	
Dimension of missile <ul style="list-style-type: none"> <li>• length</li> <li>• maximum diameter of fuselage</li> <li>• canards span</li> <li>• stabilizer span</li> </ul>	2750 mm 125–130 mm 240 mm 380 mm	
Launch weight	40–45 kg	
Dimension of TPK <sup>12</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• length</li> <li>• width</li> </ul>	2,870 mm 140 mm	
Weight missile width TPK	59 kg	
Operating temperature	from – 50 C° to +50 C°	
Warhead <ul style="list-style-type: none"> <li>• type</li> <li>• weight</li> <li>• explosive</li> <li>• fuse type</li> <li>• operating radius of proximity fuse</li> </ul>	Tandem HEAT <sup>13</sup> 8–12 kg 4–5.5 kg proximity and contact 2.5–3.0 m	
Armour penetration	1,000 mm (RHA) <sup>14</sup>	
Propellant	solid fuel	
Remote control guidance I-251 "Skval" <ul style="list-style-type: none"> <li>• daylight channel</li> <li>• night channel</li> <li>• target tracking</li> </ul>	TV thermal imaging automatic	

Table 1. Technical dates of the missile 9A4172 "Vikhr" [2][9][10][11]

<sup>12</sup> TPK – ТПК – транспортно-пусковое контейнер – transport and launch container

<sup>13</sup> HEAT – High Explosives Anti-Tank

<sup>14</sup> RHA – Rolled homogeneous armour [16]

	<b>Launcher APU<sup>15</sup>-8</b>	<b>Launcher APU-6</b>
Carrier	Su-25T, Su-39 (Su-25TM)	Ka-50, Ka-52
Missile on the launcher	8	6
Weight launcher <ul style="list-style-type: none"> <li>• empty</li> <li>• with 8 missile</li> </ul>	60 kg 535 kg	60 kg 414 kg
Length	1,524 mm	
Width	720 mm	
Height	436 mm	
Pointing angle in the EP <sup>16</sup>	-10°	

Table 1. Launchers APU-8 and APU-6 [2][9][10][11]



Fig. 2 Launcher APU-6 [9]

Storage, transportation and launching are to be carried out in transport and launch containers, providing warehousing without maintenance up to 10 years.

## LITERATURE

- [1] Szilvássy László: A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, ZMNE Budapest, 2008. szeptember 11. url: [http://portal.zmne.hu/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/szilvassy\\_laszlo.pdf](http://portal.zmne.hu/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/szilvassy_laszlo.pdf)
- [2] Ракетная техника: Противотанковый комплекс 9К121 Вихрь (online) url: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/vichr/vichr.shtml> (2014.11.10)
- [3] БАСТИОН Военно-технический сборник: Авиационный противотанковый ракетный комплекс 9К121 «Вихрь» («Бихп-М») Aviation antitank Missile system 9K121 «Vihr» («Vihr-M») (online) url: <http://bastion-karpenko.ru/vihr/> (2014.11.10)
- [4] MILITARY RUSSIA: 9К121/9К121М Вихрь - AT-16 SCALLION (online) url: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-46.html> (2014.11.10)
- [5] MILITARY RUSSIA: 30 мм установка АК-306 (online) url: <http://militaryrussia.ru/blog/topic-164.html> (2014.11.10)

<sup>15</sup> APU – АПУ – авиационная пусковая установка – launcher

<sup>16</sup> EP – elevation plane



- 
- [6] Уголок неба: ГШ-6-30 (9А-621) (online) ) url: <http://www.airwar.ru/weapon/guns/gsh630.html> (2014.11.10)
- [7] Военное обозрение: Авиационный противотанковый ракетный комплекс "Вихрь" (online) url: <http://topwar.ru/20457-protivotankovyy-kompleks-9k121-vihr.html> (2014.11.10)
- [8] Армейский вестник: Авиационный противотанковый ракетный комплекс «Вихрь» (online) url: <http://army-news.ru/2012/11/aviacionnyj-protivotankovyyj-raketnyj-kompleks-vixr/> (2014.11.10)
- [9] Wikipedia The Free Encyclopedia: 9K121 Vikhr (online) url: [http://en.wikipedia.org/wiki/9K121\\_Vikhr](http://en.wikipedia.org/wiki/9K121_Vikhr) (2014.11.10)
- [10] Encyclopedia of safety: aviation antitank missile system "Whirlwind" (online) url: <http://survincity.com/2013/07/aviation-antitank-missile-system-whirlwind/> (2014.11.10)
- [11] Уголок неба: 9K121 Вихрь (М) (online) ) url: <http://www.airwar.ru/weapon/aat/vihr.html> (2014.11.10)
- [12] Wikipedia The Free Encyclopedia: Kamov Ka-50 (online) url: [http://en.wikipedia.org/wiki/Kamov\\_Ka-50](http://en.wikipedia.org/wiki/Kamov_Ka-50) (2014.11.10)
- [13] Youtube.com: New-2009 - Russian Attack Helicopter Ka-50 Black Shark vs Mil Mi-28 Havoc – HD, 2:40–2:44 s, (online) url: <https://www.youtube.com/watch?v=IFOYmeiY4jA> (2014.11.12)
- [14] Youtube.com: Ka-50 "Black Shark": action in special operations, 1:00–1:04, 1:15–1:20 s, (online) url: <https://www.youtube.com/watch?v=jzkO1OTIAbs> (2014.11.12)
- [15] Youtube.com: Ka-50 "Hokum", 3:15–3:20 s, (online) url: <https://www.youtube.com/watch?v=ykI7-vG7Nos> (2014.11.12)
- [16] Wikipedia The Free Encyclopedia: Rolled homogeneous armour (online) url: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rolled\\_homogeneous\\_armour](http://en.wikipedia.org/wiki/Rolled_homogeneous_armour) (2014.11.10)
- [17] Wikipedia The Free Encyclopedia: Missile guidance (online) url: [http://en.wikipedia.org/wiki/Missile\\_guidance](http://en.wikipedia.org/wiki/Missile_guidance) (2014.11.10)
- [18] George M. Siouris: Missile Guidance and Control Systems, 2010 Springer-Verlag New York Inc., ISBN 978-1-4419-1835-2, pp. 162-174

Szaniszló Zsolt<sup>1</sup>

## KÉSŐN VÉGREHAJTOTT KATAPULTÁLÁS SZOLNOK LÉGTERÉBEN I.<sup>2</sup>

A katapultulések és pilóta mentőejtőernyők tervezésének, fejlesztésének történetét a Szolnoki Repülőtiszt Főiskola hallgatójaként kezdtem tanulmányozni. Ezek az eszközök tisztte avatásomat követően nekem, a Mi-24-es harci helikopter helikoptertervezető-lövészének a repülési feladat végrehajtásának biztonságát jelentették. Most, ejtőernyős tisztnek a kiemelt felelősséget, ugyanezen okból, továbbá mint diáknak, lehetőséget újabb ismeretek megszerzésére. Doktori kutatási területemhez kapcsolódik egy Szolnok melletti, 1967-es repülőkatasztrófa, ahol a pilóta halálához leállt hajtóművű MiG-15bisz típusjelzésű vadászrepülőgépből későn végrehajtott katapultálása vezetett. Szolnoki lakosként úgy döntöttem, hogy megosztom Önökkel az esettel kapcsolatos ismereteimet.

### *LATE ACCOMPLISHED EJECTION IN SZOLNOK AREA I.*

As a student of the Air Force Academy Training College in Szolnok I started to study about the type design and innovation's history of ejection seats and pilot emergency parachutes. These equipment meant the security of execution of flight mission for me, after my appointment to be military officer as an Mi-24 attack helicopter's pilot-weapon system operator. Nowadays, these equipment mean serious responsibility for me, as a parachutist officer because of the same cause, and possibility to study new knowledge as a student. The research area of my PhD studies is related to an aircraft tragedy near Szolnok in 1967, the pilot died because of the late ejection from his failure-engined jet fighter typed MiG-15BIS. As a citizen of Szolnok I have made a decision to share my report on this topic with you.

## BEVEZETÉS

Egy légijármű levegőben történő vészelhagyásának sikeres végrehajthatósága a mentőberendezés tekintetében alapvetően technikai, a végrehajtó személy vonatkozásában képzettségi kérdést vet fel. Legalábbis ejtőernyős oktatóként, ejtőernyő-beugróként vizsgálva egy esetet, ez lenne „a normál” kiindulás. Viszont repülő-hajózó tisztként – nem elfogadva, de tökéletesen megértve egykori kollégáim hozzáállását a kérdéshez – el kell ismernem: egy repülőgép kényszerelhagyásáról szóló ún. „végső döntés” meghozása ennél jóval összetettebb dolog!

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola Biztonságtechnikatudományterületén folyamatban lévő tanulmányaim sorába, – kutatói szemináriumi tárgyként – a „*Légi járművek egyéni és csoportos vészelhagyási biztonsági rendszerei*” című tantárgyat is felvettem. Az ehhez kapcsolódó kutatómunkám során a Magyar Honvédség és a Magyar Néphadsereg repülőcsapatainál szükségessé vált ejtőernyős vészelhagyásokat is megvizsgáltam, azok körülményei, az alkalmazott technika és az eredményesség szempontjából.

<sup>1</sup> okl. mk. százados, hatósági ejtőernyős, Nemzeti Közlekedési Hatóság Légügyi Hivatal Állami Légügyi Főosztály, Szaniszló.Zsolt@nkh.gov.hu

<sup>2</sup> Lektorálta: Dr. Békési László ny. okl. mk. ezredes, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, bekesi.laszlo@uni-nke.hu



A kutatás során több olyan eset is előfordult, amelynél az egyéni mentőrendszer – egyébként előírászerű – működése megkezdődött, de nem fejeződhetett be sikeresen, és az azt alkalmazó pilóta életét veszítette. Ilyen eset Szolnok mellett is előfordult, az 1960-as évek végén.

## A TANULMÁNY MEGÍRÁSÁVAL TERVEZETT CÉLJAIM

Eredeti terveim szerint az adott esetet, mint katasztrófával végződő repülési feladatot teljes egészében – kizárólagosan lektorált forrásokból származó adatok alapján készült összeállítás-ként – terveztem megjelentetni a Repüléstudományi Közleményekben. Ekkor még a megírandó tanulmány fő forrásanyagát néhány, a magyar katonai repülés fontosabb eseményeit röviden, kronológiai sorrendben összefoglaló lektorált kiadványban szereplő adatok, valamint egy memoár jellegű szépirodalmi alkotás jelentette.

A megjelentetni kívánt publikációról azonban hamarosan kiderült, hogy nem képes teljes spektrumában bemutatni az akkor történeteket, elsősorban a felhasználni tervezett, addig előtárlált forrásanyagok fontos részleteket hagynak „a múlt homályába veszni”. Ekkor döntöttem a már elkészített tanulmány átdolgozásáról, illetve több részre bontásáról a vészelhagyási folyamat különböző szempontok szerinti vizsgálhatósága okán: az 1967-es kivizsgálási eljárás is a katapultülés, pilóta mentőejtőernyő-komplexumot jelölte meg egyedülként,<sup>3</sup> amely a pilóta életét az adott körülmények ismeretében megmenthette volna. Ezt a véleményt folyamatosan erősítik a tanulmány átdolgozása közben összegyűjtött újabb tényyszerű bizonyítékok.

Mivel mind a MiG-15bisz katapultülésére, mind az ülésrészt helyezett pilóta mentőejtőernyőre vonatkozó technikai adatokat, alkalmazási kritériumokat tartalmazó forrásanyagok teljes egészet képeznek, hozzájuk kapcsolódóan nem tervezem újabb szakirodalmak tudatos felkutatását a továbbiakban. Ennek megfelelően a tanulmány első részét az adott katasztrófa során sajnálatos „főszerep”-et kapott komplex vészmentő berendezés bemutatásának szentelem.

A továbbiakban is folytatni kívánt kutatómunkám eredményeként - elsősorban a repülési feladat végrehajtásával, annak minden oldalú biztosításával kapcsolatban –, olyan újabb forrásokra is sikerült rátalálni, amelyek egyes, korábban csak feltételezésnek vett dolgokat tényévé erősítettek. Ezek közé tartozik az esemény 1967-es kivizsgálási eredményeit tartalmazó jegyzőkönyv<sup>4</sup> (hivatalos forrásként), valamint egy nyugállományú, egykori repülőoktató személyes emlékei (informális forrásként). Ezek együttesen nyújtanak segítséget a repülési feladat körülményeinek vizsgálatához – azok minden bonyolultsága és összetettsége ellenére –, amelyek végül a Magyar Néphadsereg egyik repülőtisztjének tragikus elvesztéséhez vezettek. Meggyőződésem, hogy halála – bár elkerülhető lett volna -, nem volt hiábavaló.

<sup>3</sup> Nem véletlen a határozott kijelentő mód alkalmazása már most, a tanulmány első részében. Azt már most tényként kezelem, hogy a pilóta leállt hajtóművű gépével – a fizikai távolság miatt –már semmiképpen sem érhetette el a szolnoki katonai repülőtér betonját. Az álló hajtóművel vízfelületre történő kényszerleszállás biztonságos végrehajthatóságával kapcsolatos eltérő vélemények összevetését a tanulmány készülő, második részében fogom közreadni. Így a tanulmány első részében az ejtőernyős vészelhagyást tekintem egyedüli lehetőségnek a pilóta túlélési esélyeit vizsgálva. Nem utolsósorban azért, mert ő maga is ezt a megoldást választotta. – a Szerző megjegyzése.

<sup>4</sup> A tanulmányban több esetben is hivatkozni fogok az abban szereplő tényyszerű megállapításokra, ezért a továbbiakban „Kivizsgálási Jegyzőkönyv”-ként erre a dokumentumra fogok utalni. – a Szerző megjegyzése.

Az ő személyére vonatkozóan a memoár gyakorlatát átvett példaként magam is erősítem tanulmányomban: nem az eredeti nevet használom, illetve „pilóta”-ként vagy „repülőgép-vezető”-ként nevezem meg, alapvetően kegyeleti ok<sup>5</sup> miatt.

## A REPÜLŐKATASZTRÓFA RÖVID LEÍRÁSA, KÖRÜLMÉNYEI

1967. április 15-én a Magyar Néphadsereg két fiatal repülőtisztje bonyolult időjárási viszonyok közötti, két repülésből álló géppár-elfogási feladat végrehajtására szállt fel MiG-15bisz típusjelzésű vadászrepülőgépekkel a szolnoki katonai repülőtérrel. [1]

A feladat második felszállása a tervezettnél jóval hamarabb ért véget: a repülésvezető a levegőben lévő összes gép vezetőjét repülési feladataik befejezésére és a repülőtérré történő visszatérésre szólította fel. Mivel a leszállást egyes géppel kellett végrehajtani, az elfogó géppár „821”-es oldalszámú [2] vezérgépének (1. ábra) pilótája a parancs nyugtázását követően kísérőjét lemaradásra szólította fel. A kötelék szétválása után – egymástól térben és időben elkülönítve –, a pilóták önállóan hajtották végre a felhőáttörést a repülőtéri irányadó-állomásra, a bonyolult időjárási körülmények miatt szükséges műszeres bejöveteli eljárás egyik fázisaként. Ekkor még folyamatos rádiókapcsolat volt a levegőben lévők és a repülésvezető között.



1. ábra A katasztrófát szenvedett „821”-es oldalszámú MiG-15bisz típusjelzésű sugárhajtású vadászrepülőgép<sup>6</sup>

A felhőáttörést követően a vezérgép pilótája tisztán, érthetően a repülőgépe hajtóművének leállítását jelentette. [3] Ezt a repülésvezető azonnali [4] és határozott katapultálásra vonatkozó utasítása követte, azonban a „bonyolult helyzet”-be került<sup>7</sup> repülőgép-vezető – további rádiózást már nem folytatva –, csak jóval később<sup>8</sup> indította meg a vészelhagyás folyamatát. A kata-

<sup>5</sup> A pilóta valódi nevét tervezetten csak azt követően fogom használni, miután a családjától megkértem és megkaptam az ehhez szükséges hozzájárulást. Ezzel kapcsolatosan ezen a helyen is köszönöm a tanulmány lektorának erre vonatkozó javaslatát! – a Szerző megjegyzése.

<sup>6</sup> Forrás: A Szerző gyűjteményéből.

<sup>7</sup> Repülési zsargonban így nevezik azt – a legtöbb esetben – a repülőgép-vezető akaratától függetlenül bekövetkező szituációt, amely minden esetben negatív kihatással bír a repülési feladat további biztonságos végrehajtására. A pilóta, miután felismeri annak meglétét, döntést kell, hogy hozzon a repülés további menetéről, mindent alávétve a repülésbiztonság írott és íratlan szabályainak. – a Szerző megjegyzése.

<sup>8</sup> A repülésvezető által a katapultálásra vonatkozóan azonnal kiadott utasítás, illetve a katapultálás vezérlőkarjának meghúzása között ténylegesen eltelt idő meghatározása nagymértékben bizonytalan. Ugyanúgy, mint a hajtómű leállása és az annak bejelentése közötti időtartam is. Ezeket közelítő módon – minden, az adott repülési feladat igazolt körülményeinek összevetése alapján, számításokkal alátámasztva – fogom megjelentetni a tanulmány második részét jelentő publikációban. – a Szerző megjegyzése.



pultülés a benne elhelyezkedő pilótával olyan alacsonyan hagyta el a repülőgépet, hogy a mentőejtőernyő nyílási folyamata csak részlegesen ment végbe, így annak kupolája csak be-lobbant, de teljesen ki nem nyílv [5] csak részben fejthette ki fékező hatását. A repülőgép-vezető – a magára hagyott repülőgépétől viszonylag kis távolságban – a szandai rétet borító vízfelületre csapódva életét vesztette. [6]

Mivel a katasztrófa a város délkeleti lakóterülete térségében következett be, a pilóta késői kikapultálása – a felbecsülhetetlen számú emberi és anyagi érték megmentése okán - önfeláldozó cselekedetnek minősült, így őt posztumusz főhadnaggyá léptették elő. [7]

## A REPÜLÉSI FELADAT KÖRÜLMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS A KATAPULTÁLÁSSAL KAPCSOLATOS MEGÁLLAPÍTÁSAIM

A tanulmány vizsgálati kiindulópontjaként azt az egyértelmű tényt veszem alapul, hogy a pilóta halálát közvetlenül az általa elindított, de a külső feltételek elégtelensége (kis magasság) miatt teljesen be nem fejezett ejtőernyős vészelhagyás kimenetele okozta. Ennek megfelelően a következőkben a teljes vészelhagyási folyamat minden olyan fázisát<sup>9</sup> megvizsgálom – elsődlegesen a Kivizsgálási Jegyzőkönyvbe foglalt szemtanúk elbeszélése, a repülőgép roncsairól készült fényképfelvételek, valamint alaphelyzetben indirekt módon<sup>10</sup> kezelt utólagos feltételezések alapján –, amelyek a túlélés sikerességét jelentősen befolyásolhatták.

A tanulmány első részében, mivel elsősorban az egyéni vészmentő berendezés működését vizsgálom, a folyamat kiindulópontjának a kikapultálás tényleges megindulásának – külső szemlélők által igazolt - pillanatát<sup>11</sup> veszem. Teszem ezt azért, mert most nem arra keresem a választ, hogy mi volt, vagy mi lehetett a valós vagy vélhető oka<sup>12</sup> a kikapultálási folyamat késleltetett megindításának – kizárólagosan – a pilóta részéről, hanem azt, hogy maga a komplex berendezés hogyan biztosítja annak túlélését, ha azt a garantált, többszörösen tesztelt alkalmazási kritériumain belül hozzák működésbe.

Mivel a már említett két forrásanyagba foglalt adatok jelentették és jelentik az alapvető kiindulópontot a tanulmány összeállításánál, a következőkben hosszan idézek a katasztrófát szenvedett pilóta egykori kísérőjének, Kositzky Attila ny. repülő altábornagy Úr<sup>13</sup> „Önpörgés” című visszaemlékezéséből. Mivel egész további katonai repülő pályafutására kiható élményt nyújtott, hogy elveszítette vezérét, [8] úgy gondolom, csak az ő szavainak tolmácsolásában<sup>14</sup> lehet pontosan átérezni mindazt, ami akkor, ott megtörtént:

<sup>9</sup> Beleértem ebbe mind a kikapultulás segítségével történő repülőgép elhagyását, mind a pilóta eltávolodását az üléstől, mind a pilóta mentőejtőernyő nyitási folyamatának megindítását, valamint magának az ejtőernyőnek a – jelen esetben nem teljesen befejezett - nyílási folyamatát. – a Szerző megjegyzése.

<sup>10</sup> Ez alatt azt értem, hogy a leírtak ellenkezőjére nincs bizonyíték. – a Szerző megjegyzése.

<sup>11</sup> A Kivizsgálási Jegyzőkönyvben foglalt, a kikapultálással kapcsolatos leírásból lesűrhető információkat éppen a szemtanúk megléte miatt kezelem alapvető fontossággal. – a Szerző megjegyzése.

<sup>12</sup> Ezekkel a tanulmány második részében foglalkozom. – a Szerző megjegyzése.

<sup>13</sup> Kositzky Attila 1999-ben a Magyar Légierő Vezérkar főnökeként vonult nyugállományba, az eset idején még hadnagyi rendfokozatban szolgálta Hazáját. – a Szerző megjegyzése.

<sup>14</sup> A memoárban írója önmagát egyes szám harmadik személyben jeleníti meg. – a Szerző megjegyzése.



„Április 15-én, szombaton is terveztek repülést. A felkészítés napján Kövesivel<sup>15</sup> rakták össze géppár elfogásra. A feladat szerint két felszállás során először ő a vezér, másodikban Kövesi. Külön kitértek a zárt kötelékben történő felhőáttörésre, mivel a meteorológusok szerint változó mennyiségű felhőzetre számíthattak másnap. A célgép elfogása utáni támadás rendjét átbeszélték, megegyeztek, hogy mindenképpen géppárban jönnek haza.

A repülés előtti reggelinél Kövesi jellegzetes, gyors beszédével elárulta, a nagy titkot: terhes a felesége, és mi sem természetesebb, hogy fiút várnak! Ráadásul saját születésnap rendezvénye előtt állt, ami délután esedékes. Beöltözést követően az eligazításon ismertették a konkrét időjárási viszonyokat – valóban bejött az előző napi prognózis! Csaknem zárt felhőzettel kellett számolni, sőt csapadékot is vártak.

Az első elfogás során még kellemes napfényes időben hajtották végre a feladatot. Leszállás előtt látszott a nyugati irányból felvonuló felhőzet, és a két falat között megbeszélték a már unalomig ismételt tennivalókat arra az esetre, ha felhőben kellene kötelékezni. 11 óra 45-kor beültek a kabinokba.

A két gép egymás mellett állt, indítókocsik csatlakoztatva, a kijelölt URH-csatornán bejelentkezett vezérének, majd figyelték a vezérgép rádiózását. A riasztási parancs vétele után gyors, begyakorolt tevékenység indult, melyben vizsgázik a földi személyzet, a pilóta, az irányító-tiszt, szóval az egész nagy csapat, amely egy cél érdekében szigorú rend szerint közös munkát végez. Egymásra utalva, egymásban bízva!

A két gép egymás után gurult ki a betonra, s a 02-es pályán megkezdte a felszállást. Jobbról kísért Kövesit. A futóbehúzás után ráálltak a harcálláspont által megadott első irányra, ezer méteren belevágódtak a felhőbe. Öt-tíz méterről kísért vezérét. A szürke felhő egyre világosodott, és 2500 méteren robbanásszerűen a kék égbolt fogadta őket. A kabintetőn szikrázott a napfény, alattuk hófehér vattapaplanként simult a felhőréteg. A gép sivítő mormogása nyugodt feladatvégrehajtásra utalt. Tovább emelkedtek 6500 méterre, az oxigén csöndesen áramlott a légzőkészülékbe. Fordulóparancsokat kaptak, és csodálatos látvány volt számára, amikor a két csillogó gép, mintha egy láthatatlan szál kötné őket össze, együtt mozdult, falták a kilométereket, a magasságot! A célzókészülék arany színű rombuszai – pontjai – várták az „áldozatot”.

Váratlanul parancsot kaptak, hogy fejezzék be a feladatot, és álljanak haza vezető irányra.

Forduló közben vakítóan kék égbolt és hófehér felhőzet között araszolva süllyedtek Szolnok irányába. A távoli irányadó fölött már felhőben voltak. Rövid ideig arra gondolt, hogy a mai nap kárpótol az eddigi hónapokért, hiszen régen repült már felhőben.

A haza vezető irány miatt manőverkört kezdtek, közben a sűrűsödő félhomályban egyre közelebb kellett húzódnia Kövesihez, nehogy elveszítse. A két gép közötti távolság pár méter lehetett. Érezte, hogy csendesesen egy verejtékcsepp gördül végig a homlokáról, kikerülve a szemöldökét, és alattomosan beszívárog a légzőkészülékbe. Nagyon finom lett volna levenni a maszkot, és megtörölni az arcát – csak egy másodpercre –, de ezzel a mozdulattal az elengedett gázkar miatt valószínűleg elveszítette volna Kövesit! Nem! Itt most ragaszkodnia kell vezéréhez!

---

<sup>15</sup> Ahogy már leírtam: valójában nem így hívták a repülőhalált halt pilótát, de a már említett kegyeleti ok, valamint az idézet hűsége miatt a továbbiakban is az író által alkalmazott nevet használom. – a Szerző megjegyzése.





Egy pillanatra úgy érezte, felborult a világ! Keményen koncentrált, érezte, hogy valami miatt az eddigi repülési rezsim megváltozott, és azt hitte, hátára fordult a gép! A gomolygó felhőben tőle két méterre lévő gépre koncentrálni rájött: Kövesi az eddigi 30 fokos bedöntést csökkentette a további manőverhez szükséges 15 fokra!

Te jó ég! Ezt még nem érezte sohasem!

Kesztyűs keze, mellyel a gázkart és a botkormányt fogta, átizzadt! Egész testén csöndesen csorgott a verejték!

Végre a manőverkör befejeződött! Tudta, hogy sétagalopp következik, vízszintesen fognak repülni két percig, utána szétválnak, önállóan ráfordulnak a felhőáttörés irányára, és legközelebb a repülőtéren látják egymást a büfében!

Kövesi jelentette a kirepülési idő leteltét, majd a repülésvezető engedélyével jobb fordulóval eltűnt a szürke felhőtömegbe!

Stopper indult, tíz másodperc múlva ő is megkezdte a ráfordulást! Hallotta Kövesi rádiózását, hogy a manővert befejezve megkezdte a felhő áttörését lefelé!

Milyen jó, hogy ezeket a manővereket hónapokon keresztül begyakoroltuk, és most nem okoz problémát a sűrű felhő! – gondolta -, közben a műszerekre koncentrált, hiszen a folyamatosan csökkenő magasság a leggonoszabb vizsgaelnököt, a kérlelhetetlen földet hozza egyre közelebb.

Ezer méter magasságon volt, amikor Kövesi hangját hallotta.

Kövesi, akinek gyors beszédét néha alig értették, félelmetes nyugalommal, lassan, érthetően jelentette, hogy LEÁLLT A HAJTÓMŰVE!

A repülésvezető azonnal és határozottan kiadta a parancsot: KATAPULTÁLJON!

CSEND! CSEND! CSEND!

És még mindig csend!

Kövesi nem válaszolt. A repülésvezető hívta, kemény, begyakorlott, céltudatos rádióforgalmazás, válasz nélkül!

Hatszáz méter! A felhő megszűnt, és az utálatosan zuhogó eső vízpárái cirógatták a kabint. Hol lehet Pista? Jobb forduló a város irányába – mint azon a hócénás napon -, és semmi! Eszébe jutott, hogy a rádiózásból ítélve Kövesi hajtóműve valahol a VÁROS felett álltak le. Ott, ahol a felesége, szülei, szerettei élnek és készítik a születésnap meglepetést! Jobbra-balra döntötte gépét, hiszen ha katapultált, akkor a VÁROS azt megszenvedte, és valahol ejtőernyő, tűz és füst van! DE SEMMI!

– Ne mélázz, itt a Tisza, fordulni KELL, mert le KELL szállnod! – morogta magában. Bal forduló a Tisza felett – vagy ez nem is a Tisza, hiszen az áradás tengert varázsolt a szandaszőlősi repülőtér helyére, eltüntetve a szőke folyót! Tovább nézelődött, hol lát ejtőernyőt vagy repülőgépet, de hiába! SEMMI!

Rohantak a másodpercek, egyre csüggedtebb rádióhívások hallatszottak, mintha távolodott volna VALAMI vagy VALAKI?!



Futó ki, fékszárny, rádiózás, és a pásztázó esőben csendesedett gépe rohanása. A technikus integetését látta, mintha nem is itt lenne az egész! Leállította a hajtóművet, közben kinyitotta a kabintetőt.

– Mi van Pistával? – kérdezte a technikus, de ő nem tudott válaszolni! Valami markolta a gerincét, a bizonytalanság cirógatta, és érezte, hogy életében először remeg a lába, amint lemászik a létrán.

A fogadózóna olyan volt, mint a felbolydult méhkas! Hiányzott egy pilóta és egy gép! A bizonytalanság fokozódott, majd egy kocsi érkezett, hogy megvan! A szandai repülőtér mellől telefonáltak – az egyik megvan!

Nagyot lélegzett, hiszen nem kell keresni a másikat! Guruncs közeledett – aki Trabant-tulajdonosként messze kimagaslott mobilizációs lehetőségeivel –, javasolta, hogy menjenek ki együtt a gáthoz Kövesihez. Ez nagyon jó gondolat, hiszen percekben belül találkozhat Pistával! Sisakját, felszerelését a hátsó ülésre dobva robogtak a sportrepülőtér vízzel árasztott gátja és lejárója felé.

A műútról lehajtva látták a mentésben résztvevő katonai kételtű robusztus alakját. Mellette egy csónak törekeny bordázatát, melyből az ejtőernyő selyme lógott. Mivel az emberek között nem látta vezérét, a csónakhoz lépett és megpillantotta a cipős lábat, a leszakadt légzőkészüléket, és az volt az érzése, hogy Pista cserbenhagyta!

Keserőség és düh fogta el, rázta, cibálta, tudta, hogy nem lehet szabadjára engedni őket! A tehetetlenség mardosta és lassan érezte, hogy a Himnusz éneklésének ismerős érzése fogja el: kicsordultak könnyei!

Guruncs lépett hozzá, megfogta vállát és szelíd erőszakkal tolt a kocsi irányába.

– Gyere, itt már nem tudunk csinálni semmit!” [9]

A tanulmány a katapultálással kapcsolatosan a következő megállapításokat teszi:

1. a katapultálás végrehajtásának helyszínével kapcsolatosan:
  - a katapultálási folyamat<sup>16</sup> a Tisza árterülete felett<sup>17</sup> ment végbe (2. ábra).
2. a katapultálás végrehajtásának időpontjával kapcsolatosan:
  - 1967. 04. 15-én, 12 óra 19 perckor került végrehajtásra. [11]
3. a katapultálás végrehajtásának magasságával kapcsolatosan:
  - a katapultálás 150–200 m-es magasságtartományban, [12] más forrásanyag alapján 170 m-es [13] magasságban<sup>18</sup> került végrehajtásra.
4. a katapultálás végrehajtásának meteorológiai körülményeivel kapcsolatosan:

---

<sup>16</sup> Az, hogy a Kivizsgálási Jegyzőkönyv mit ért a katapultálás folyamata alatt, fontos kérdést vet fel a teljes vész-elhagyási folyamat végrehajtásával, annak megkezdési időpontjával kapcsolatosan. Ez fontos szerepet játszik a tanulmány második részében elvégzett számítások pontosságára vonatkozóan! – a Szerző megjegyzése.

<sup>17</sup> A katasztrófa helyszínéül a repülőtérhez – minden bizonnyal annak ún. „vonatkoztatási pontja”-hoz (ang. „Aerodrome Reference Point”, ARP) – viszonyított 321°-os irányban, 6 km-es távolságban [10] lévő azimut-rendszerű koordinátát adja meg a Kivizsgálási Jegyzőkönyv. A katasztrófa helyszíne viszont nem egyezhet meg a katapultálási folyamat megkezdésének helyszínével! - Szerző megjegyzése.

<sup>18</sup> A katapultálás végrehajtási magassága az adott földfelszínhez viszonyított relatív magasságkülönbség (ang. „Above Ground Level”, AGL) szerint van értelmezve. – a Szerző megjegyzése.

- a repülési feladat bonyolult időjárás körülmények között került végrehajtásra – a katapultálás végrehajtásakor meglévő 600 m-es felhőalap, a felhőréteg alatti csapadéktevékenység megléte [14] – annak kimenetelét nem befolyásolta.



2. ábra A katapultálás végrehajtásának környezete egy 1970-es kiadású, Szolnok katonai repülőtér és körzetét ábrázoló, 1:200 000 méretarányú térképről.<sup>19</sup>

5. a katapultálást végrehajtó repülőgép-vezetővel kapcsolatosan:
  - egészségileg alkalmas<sup>20</sup> volt a repülési feladat végrehajtására, ebből kifolyólag magának a katapultálásnak a végrehajtására is.
6. a katapultálás biztonságos végrehajtottságával kapcsolatosan:
  - 6.1. a katapultálás folyamata a pilóta akaratából, annak aktív közreműködésével indult meg.
  - 6.2. a pilóta nem hagyta benn a lábait az oldalkormány papucsszerűen kialakított pedáljaiban, így a katapultülés zavartalanul hagyhatta el a fülkét;
  - 6.3. a katapultülés fülkéből történő zavartalan távozásának köszönhetően sem a katapultülés, sem a benne ülő pilóta nem ütközött neki a repülőgépe vezérsíkjainak, a repülőgép legmagasabb pontját jelentő függőleges, valamint a vízszintes vezérsík felett is akadálytalanul átemelkedett. A katapultülés emelkedő pályája zavartalannak volt tekinthető;

<sup>19</sup> Forrás: A Szerző gyűjteményéből. A térképen a Kivizsgálási Jegyzőkönyv alapján, de csak közelítő pontossággal jelöltem be a katasztrófa helyszínét. – a Szerző megjegyzése.

<sup>20</sup> A startorvosi vizsgálat az állami célú repülések végrehajtásának területén a mai napig a repülési rezsím fontos pontját jelenti! – a Szerző megjegyzése.

- 6.4. a katapultulás süllyedő pályaszakaszán megtörtént a pilótát a katapultüléséhez rögzítő hevederek kioldása, noha tisztázatlan, hogy ezt a pilóta manuálisan, vagy a katapultüléshez rögzített, működésbe lépő ejtőernyő nyitó-félautomata hajtotta-e végre;
  - 6.5. a pilóta biztonságosan eltávolodott katapultülésétől a levegőben.
7. az ejtőernyőtok nyitásával kapcsolatban:
- a repülőgép-vezető, pilóta mentőejtőernyő-komplexum szabadesési fázisában megtörtént az ejtőernyőtok nyitása, noha tisztázatlan, hogy ezt a pilóta manuálisan, vagy a tok-zsebbe rejtett, működésbe lépő másik ejtőernyő-nyitó félautomata hajtotta-e végre. Sem a tok nyitási fázisában, sem a tokfedőlapok nyílása során nyílási rendellenesség bekövetkezéséről nincs információ.
8. a pilóta mentőejtőernyő nyílási folyamatával kapcsolatban:
- 8.1. a kihúzó funkciót is betöltő kis nyitóejtőernyő légáramlatba kerülését követően megindult a nyílási folyamat [15]: a belsőzsákba helyezett ejtőernyőkupola kijutott az ejtőernyőtokból, lefűződtek az ejtőernyőzsinórok, majd az ún. „repülőzsák”-kialakítású belsőzsák lehúzódnak révén megkezdődött az ejtőernyő-kupola szabaddá válása. Az ejtőernyőkupola és zsinórzat kihúzódnak fázisában nyílási rendellenesség bekövetkezéséről nincs információ;
  - 8.2. az ejtőernyőkupola szabaddá válását követően<sup>21</sup> megkezdődött annak levegővel való feltöltődése, de tisztázatlan, hogy a szabadesésben lévő repülőgép-vezető, pilóta mentőejtőernyő-komplexum zuhanási sebessége elérte-e a kupola belobbanásához szükséges ún. kritikus belobbanási sebesség értékét,<sup>22</sup> vagy sem;
  - 8.3. az ejtőernyőkupola megkezdte a belobbanás folyamatát, de az nem fejeződött be teljesen, [16] így a zuhanási sebesség nem csökkenthető le a kívánt értékre.<sup>23</sup> Az ejtőernyőkupola belobbanási fázisában nyílási rendellenesség bekövetkeztéről nincs információ.
9. a pilóta vízfelületre történő becsapódásával kapcsolatban:
- tisztázatlan, hogy a pilóta melyik testfelületével érte el a vízfelszínt. Az ejtőernyőkupola nyílási folyamatának előrehaladott voltából adódóan a közel álló testhelyzetben történő becsapódás vélelmezhető.
10. a katapultálást követően a repülőgép további mozgáspályájával, annak becsapódási helyével kapcsolatban:
- a már pilótája nélkül maradt repülőgép – a repülőgép-vezetőtől kb. 20–30 m-re [17] – szintén a Tisza árterületére csapódott be, ahol darabokra szakadt.

---

<sup>21</sup> Ezt a Kivizsgálási Jegyzőkönyv melletti másik nagy fontosságú, memoárban foglaltak alapján kezelem tényként. A pilóta holttestét a saját mentőejtőernyőjének kupolájával takarták be, ebből kifolyólag tényyszerűnek veszem, hogy az ún. „repülőzsák”-kialakítású belsőzsák teljesen lehúzódnak a kupoláról. – a Szerző megjegyzése.

<sup>22</sup> Ez a sebességérték különös jelentőséggel bír az ejtőernyő kupolájának belobbanási folyamata szempontjából: amennyiben a zuhanási sebesség kisebb, mint a belobbanáshoz szükséges kritikus érték, a kupola belobbanása megindul ugyan, de a folyamat maga nagyon lomhán megy végbe. – a Szerző megjegyzése.

<sup>23</sup> Az ejtőernyős, ejtőernyő-komplexum zuhanási sebességét a kupola belobbanása két lépésben csökkenti le: először az ún. „kezdeti kiterülési sebesség”, majd ezt követően az ún. „folyamatos ejtőernyős ereszkedési sebesség” értékére. Az ejtőernyős biztonságos földet érését ez utóbbi garantálja. – a Szerző megjegyzése.



A fentiek alapján is kijelenthető, hogy közvetlen módon a vízfelszínhez csapódás dinamikus ereje okozta a pilóta halálát, amely vélelmezhetően elkerülhető lett volna, ha a katapultálási folyamatot időben megindítják.

A továbbiakban a vészmentő berendezés-komplexum fő elemei működési folyamatának, technikai adatainak bemutatásával készítem elő a tanulmány második részét.<sup>24</sup>

## A MIG-15BISZ SIKERES VÉSZELHAGYÁSÁNAK KRITÉRIUMAI

Az eset idején alkalmazott, és abban az időben korszerűnek számító katapultüléssel támogatott ejtőernyős vészelhagyás teljes folyamatának leírása nagyon bonyolult, viszont egyes fázisai az ún. „ember-gép-környezet” hármas rendszerben [18] könnyen vizsgálhatók.

A nagysebességű repülőeszközök repülő-hajózó személyzete – szinte kizárólagosan saját katapultülésében ülve – hajthatja végre biztonságosan a légi jármű levegőben történő vészelhagyását. Ez azonban még csak az első fázisa annak a teljes, rendkívül összetett és bonyolult folyamatnak, amely végül a pilóták – lehetőleg sérülésmentes – ejtőernyős földet érésével záródhat. A teljes siker viszont csakis abban az esetben garantált,<sup>25</sup> ha a teljes komplex vészmentő-rendszer minden egyes alkotóeleme (az alkalmazó személyt is beleértve(!)) – az adott típusra érvényes biztonsági határparamétereken belül – pontosan végrehajtja azt a feladatot, amelyre – személy esetén – kiképezték, illetve – berendezés esetén – megtervezték.

A nagysebességű repülés megjelenése elsősorban technikai szinten jelentett új kihívást, éppen ezért a vizsgálatot a „gép”-pel kezdem, majd folytatom az „ember”-rel, ugyanis az adott pilóta mentőberendezés üzemeltetése – ezen berendezések alkalmazásának hőskorában –, sok esetben már viszonylag speciális fizikai és egyéb adottságokkal rendelkező<sup>26</sup> kezelőszemélyzet kiválasztását követelte meg. Végül zárom a „környezet”-tel, - amely alatt nem szó szerint a repülőgépet repülés közben körülvevő levegőtömeg fizikai állapotjelzőinek összességét értem, hanem mindazon meglévő, befolyásoló körülményeket, amelyek közvetve vagy közvetlenül kihatással voltak az ejtőernyős vészelhagyás biztonságos végrehajtására.

### Technikai feltételek („A gép”)

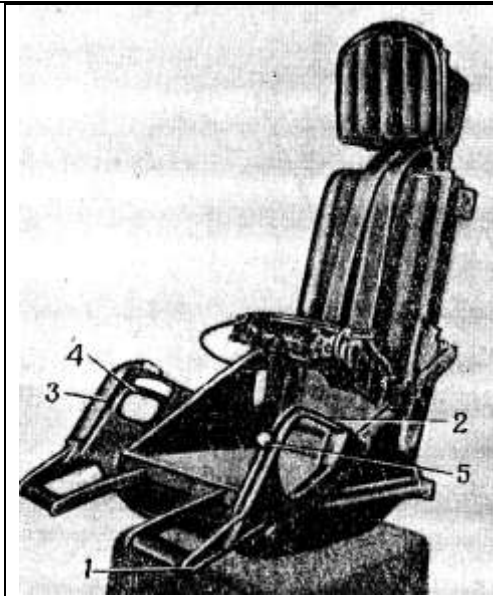
#### *A katapultülés által biztosított technikai lehetőségek*

A katasztrófát szenvedett „821”-es oldalszámú MiG-15BISz fedélzetén – a Varsói Szerződés hadseregeinek egyéb MiG-15-ös modifikációhoz hasonlóan –, az 1967-es évre már egy közel két évtizede szolgálatban álló katapultülés (3. és 4. ábra) volt rendszeresítve.

<sup>24</sup> Ez alatt a vonatkozó adatok és biztonsági előírások fogalmainak tisztázását értem, amely a tanulmány második részének számításaiban nyújt fontos segítséget. – a Szerző megjegyzése.

<sup>25</sup> A garancia még a legfejlettebb berendezés esetén is csak elméletben éri el a 100%-ot, a gyakorlatban ezt az értéket csak abszolút ideális körülmények biztosítása mellett közelítheti meg! – a Szerző megjegyzése.

<sup>26</sup> Itt tartom fontosnak megjegyezni, hogy az „ember-gép-környezet” hármas rendszer alapvetően az „ember”-t állítja első helyre, annak ellenére, hogy valójában ő a „leggyengébb eleme a láncnak”. Ez általánosságban véve tényszerűen kijelenthető a legkülönbözőbb repülőkatasztrófák vizsgálati eredményeinek visszatérő momentumaként – a Szerző megjegyzése.



3. ábra A katapultülés szerkezeti képe egy korabeli szakirodalomból<sup>27</sup>

1 – lábtartó, 2 – karfa, 3 – a fülketető ledobó és egyben katapultálás vezérlés biztosítókar, 4-piropatron elsütő-kar, 5 – vállheveder-feszítés rögzítője



4. ábra Az egykori mentőeszköz egyik „nyugdíjas”, már nem repülési, hanem „egyéb” feladat „technikai” biztosítására alkalmazott példánya napjainkban<sup>28</sup>

Az ülésrészébe helyezett pilóta mentőejtőernyő és a katasztrófa másik „főszereplője” ebben az esetben is megegyezik egymással, mindkettő típusjelzése: Sz-3

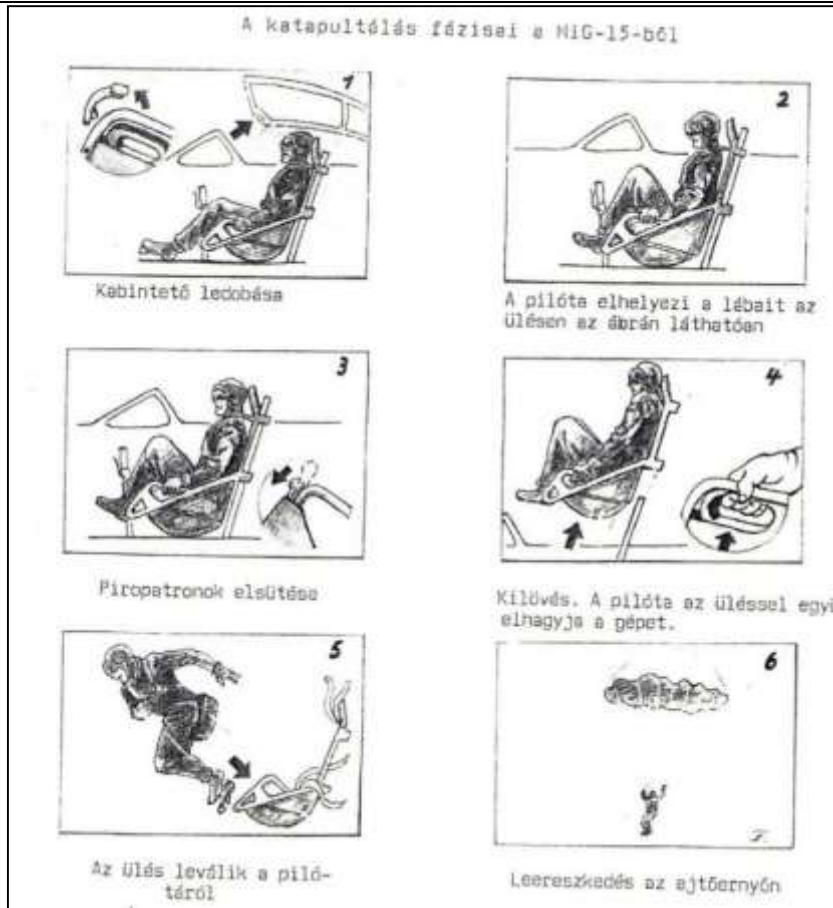
Mivel a katapultülés tervezési folyamatát – szintén egy speciális vizsgálati szempontból, – egy korábbi tanulmányomban<sup>29</sup> már részletesen bemutattam, ezért a következőkben – fontossága miatt –, csak a működési folyamat bemutatására térek ki olyan mértékben, amely szükséges annak vizsgálatához.

A katapultálás folyamatát a pilótának kellett manuálisan elindítania, - miután agyában végigszaladt a repülőgépe vézelhagyása végrehajtásának gondolata, elfogadta annak szükségszerűségét, elkerülhetetlen voltát a saját életének megmentése érdekében, - amely az adott típus kialakításának megfelelően, általa egy bizonyos fázisig még leállítható volt. A további sikeres folytatáshoz további aktív cselekedetre is szükség volt (5. ábra), az alábbiak szerint:

<sup>27</sup> Forrás: П. К. ИСАКОВ, Р. А. СТАСЕВИЧ: Спасение экипажа при аварии самолёта в полете. Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР, 1957. pp 209.

<sup>28</sup> Forrás: A Szerző gyűjteményéből, saját felvétel.

<sup>29</sup> SZANISZLÓ ZSOLT: Az orosz katapultülések kifejlesztési folyamatának biztonságtechnikai szempontok szerinti vizsgálata I. és II. (Előtalálhatóak a Hadmérnök on-line folyóirat, 2013. szeptemberi és decemberi számában.) – a Szerző megjegyzése.



5. ábra A repülőgép-vezetők részére készült vázlat a katapultálás végrehajtásának folyamatáról<sup>30</sup>

1. A ledobókar előretolásának hatására ledobódik a kabintető. (Ennek a fázisnak a végén a katapultálási folyamat még leállítható a repülőgép-vezető által, ekkor csak a kabintető dobódik le, de maga a katapultülés – a benne ülő pilótával - a repülőgép kabinjában marad.<sup>31</sup>)
2. A piropatronok elsütését, valamint a katapultkar lenyomását követően a teleszkópos rúd kiveti az ülést a repülőgép kabinjából. (Ezt követően – ha a vészmentő berendezés az előírások szerint van használatra előkészítve -, a folyamat további fázisai már nem állíthatók le.)
3. Az AD-2-es típusjelzésű [20] ejtőernyő-nyitó félautomata<sup>32</sup> - az előre beállított, az ülés repülőgép fülkéből történő kirepülése kezdetének pillanatától számított – 1,5 s-os késlelteté-

<sup>30</sup> Forrás: ZSÁK FERENC: Katapultáló magyarok. Aeromagazin, 2009. február, pp. 53.

<sup>31</sup> Ilyen módon megszakított katapultálási folyamat előfordult a magyar katonai repülés történetében: 1955. április 26-án Orsós Mihály hadnagy a hossz tengelye körül irányíthatatlanul forgó repülőgépét, és az annak fülkében maradt katapultülését - a kabintető ledobását és a rögzítő hevederek manuális kioldását követően -, a centrifugális erő segítségével hagyta el, majd a sikeresen nyíló pilóta mentőejtőernyőjével épségben földet ért. [19] – a Szerző megjegyzése.

<sup>32</sup> A barometrikus elven működő ejtőernyő-nyitó félautomata típusjelzése az ejtőernyőkonstruktor-fivérek családnevéből ered, vagyis: Doronyinék automatája (or. „Автомат Доронинов”). A későbbiekben ezt a nyitóműszert is korszerűsítették és AD-3-as típusjelzéssel került rendszeresítésre. A katasztrófában érintett repülőgép katapultülése – mivel az esemény 1967-ben történt -, már ezzel az újabb nyitóműszer-modifikációval volt felszerelve. Ennek tényét támasztja alá a [23] szakirodalmi hivatkozás. – a Szerző megjegyzése.

si idő elteltével kioldja a pilótát körülvevő, őt a katapultüléséhez rögzítő hevedereket,<sup>33</sup> aki így eltávolodhat az üléstől a levegőben.

4. Egy másik, általában KAP-3 típusjelzésű [21] ejtőernyő-nyitó félautomata<sup>34</sup> gondoskodik az ejtőernyők nyitásáról, amennyiben az a pilóta által – az ejtőernyő-hevederzet zsebében elhelyezett kézi kioldófogantyúra erősített kioldóhuzal segítségével –, valamilyen okból kifolyólag nem kerül végrehajtásra. A késleltetési idő ebben az esetben legalább 2 s, az üléshevederek feloldásától számítva.

5. A katapultált hajózó a biztonságosan belobbant pilóta mentőejtőernyő alatt lengedezve – lehetőleg sérülésektől mentesen – földet ér.

A fenti leírásból kitűnik, hogy a katapultálási folyamatot annak elindítója - egy bizonyos fázisig – még leállíthatta. Viszont abban az esetben, ha teljesen be akarta fejezni a már megindított folyamatot, annak sikerességéhez is szükséges volt az ülést alkalmazó személy további aktív cselekedete, amely „a katapultálás hőskorá”-ban még meglehetősen bonyolult és időigényes mozdulatsort jelentett, sorrendben: az ún. „katapultálási testhelyzet” felvételét, a piropatronok elsütését és a katapult-vezérlőkar meghúzását (lásd: 5. ábra), a katapultülés technikai<sup>35</sup> és ergonómiai lehetőségeinek felhasználásával. A menekülés további folyamatáról a komplex vészmentő rendszer automatikusan<sup>36</sup> kellett, hogy gondoskodjon.

Ez ismét kihangsúlyozza a katapultálásra vonatkozó döntés időben történő meghozásának felelősségét a repülőgép-vezető részére, mint a vele kapcsolatosan elvárt legfontosabb feladatot a teljes vészelhagyási folyamat biztonságos végrehajtásával kapcsolatosan.

A katapultülés biztonságos alkalmazási zónáit egyetlen diagramban (magasság- és sebesség-paraméterek függvényében) (6. ábra) összefoglalva, - hasonlóan a repülőgép-vezetők által repült adott légijármű-típusra vonatkozó, ún. „biztonságos repülési területek–diagram”-hoz –, ismerhette meg elméletben a repülő-hajózó állomány.

---

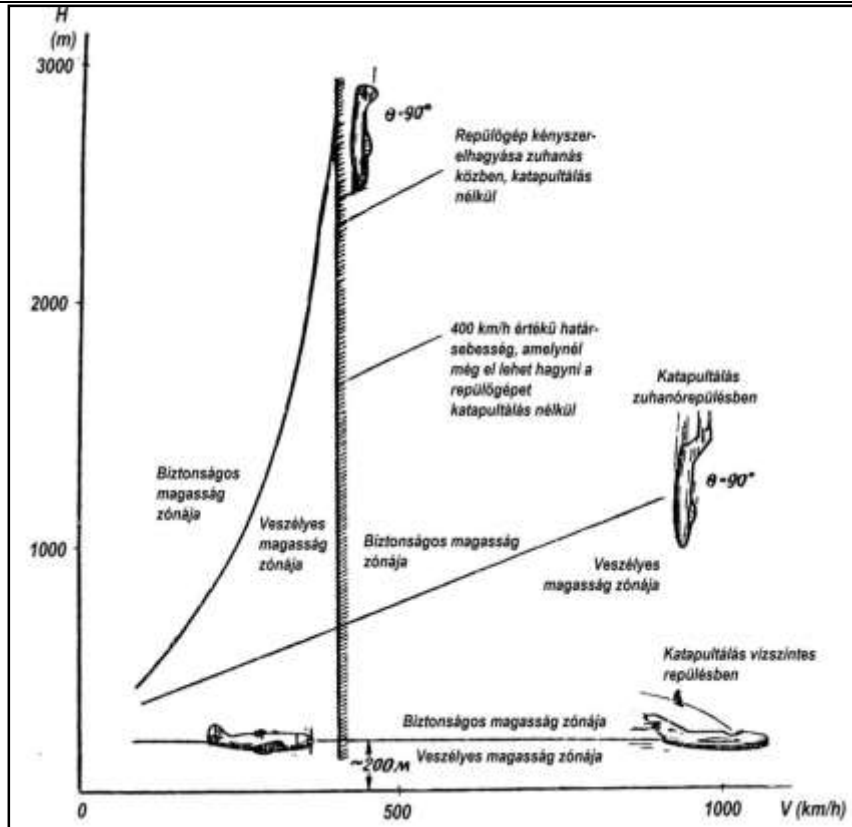
<sup>33</sup> Ezt a mozdulatot, egyébként maga a pilóta is végre tudja hajtani manuálisan a derékrögzítő hevederre szerelt, sodronyhuzal végére erősített fogantyú meghúzásával, a katapultülésnek a repülőgép függőleges vezérsíkja feletti átrepülése, majd a szabadesési szakasz kezdete után. – a Szerző megjegyzése.

<sup>34</sup> Kombinált ejtőernyő-nyitó (fél)automata (or. „Комбинированный (Полу)Автомат Парашюта”). – a Szerző megjegyzése.

<sup>35</sup> A MiG-15-ös család katapultülése még nem rendelkezett ún. lábelfogó berendezéssel, így a katapultálási folyamat megindítása előtt a pilóta egy ún. lábtartóra (or. „подножка”) kellett, hogy felhelyezze lábait. (Lásd: 3., 4. és 5. ábra!) Ha ezt elmulasztotta, a műszerfal által okozta csonkolásos sérülés - a nagy vérvesztés és az azonnali orvosi segítség hiánya miatt – katapultált személy részére halálos következménnyel járt. – a Szerző megjegyzése.

<sup>36</sup> Ez alapvető kiinduló tervezési kritériumot jelent napjaink szinte valamennyi, hasonló feladatra tervezett mentőberendezésével kapcsolatosan. – a Szerző megjegyzése.





6. ábra A repülőgép katapultálás segítségével történő kényszerelhagyásának biztonságos alkalmazási zónái, különböző vézelhagyási eseteket vizsgálva<sup>37</sup>

Ahogy az újonnan kifejlesztett egyéni vézsmető berendezések technikai minősége egyre magasabb szintre emelkedett – a kutatás-fejlesztésnek köszönhetően, úgy módosultak és váltak egyre precízebbé a már alkalmazásban lévő katapultülés-típusok üzemeltetési utasításai is – elsősorban a sikeresen végrehajtott vézelhagyások gyakorlati tapasztalatainak felhasználásával. Ezeket az adott mentőeszköz-típussal felszerelt repülőeszközöket rendszerbe állított országok is át kellett, hogy vegyenek – a saját pilótáik biztonságának érdekében.

Ennek megfelelően a Magyar Néphadsereg 1955-es évben kiadott „*A légierő ejtőernyős szolgálatainak szabályzata*” című szabályzata a vézelhagyás biztonságos végrehajthatóságának feltételeit a következőképpen foglalta össze:

„159. Ha a repülőgépvezető energikus tevékenységet végez, a repülőgép elhagyására szükséges idő katapultálásával a repülőgép elhagyására hozott határozat pillanatától kezdve az ejtőernyő kinyitásáig 5–7 s-mal egyenlő.<sup>38</sup> E mellett a katapultálás minimális veszélytelen magassága a repülőgép különböző helyzetei mellett a következőképpen oszlik meg:

- vízszintes repülés mellett 250 m;

<sup>37</sup> Forrás: П. К. ИСАКОВ, Р. А. СТАСЕВИЧ: Спасение экипажа при аварии самолёта в полете. Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР, 1957. pp. 171.

<sup>38</sup> Ennek magyarázata minden bizonnyal empirikus tapasztalatokon – elsősorban a katapultáláshoz szükséges testhelyzet felvételéhez szükséges időtartam nagyságán – alapult, amely szorosan kapcsolódik az adott személy kiképztségéhez, az adott mozdulatok készségi szintű végrehajtásának időtartamához. – a Szerző megjegyzése.

- dugóhúzó és spirálrepülés mellett 500-600 m;
- zuhanórepülésnél – a sebességtől és az állásszögtől függően legalább 1000 m.” [22]

Miután a katapultülés végrehajtotta feladatát, a menekülés további folyamatáért már a pilóta mentőejtőernyőt „terhelte a felelősség”.

### *A pilóta mentőejtőernyő által biztosított technikai lehetőségek*

A katasztrófa idején a Magyar Néphadsereg MiG-15-ös repülőgépeinek katapultüléseibe a szovjet ejtőernyőgyártás Sz-3 típusjelzésű tagját helyezték,<sup>39</sup> amelynek működése már tökéletesen megegyezett a későbbi gyártású, de ugyancsak ülésrészába helyezhető kialakítású szovjet/országi pilóta mentőejtőernyők működési folyamatával (7. ábra).

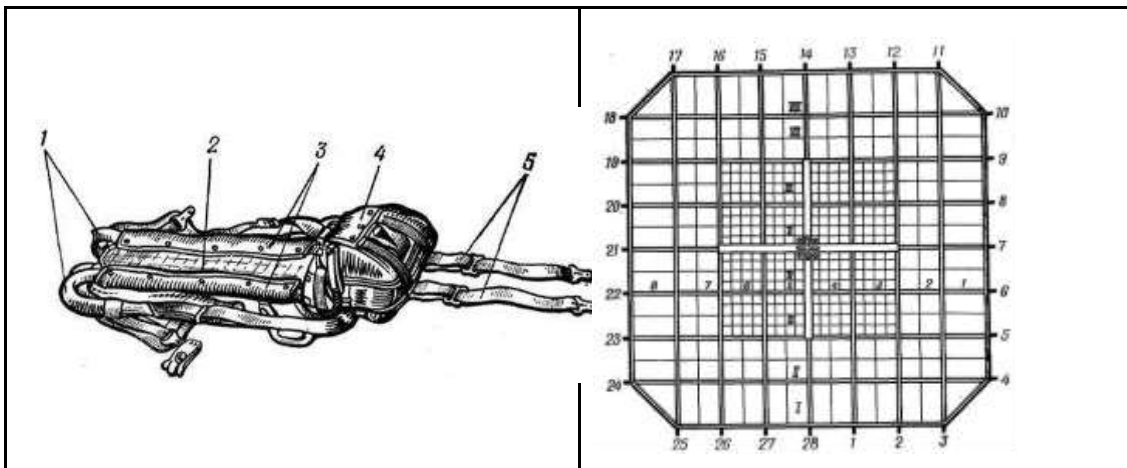


7. ábra Az ülőejtőernyő kialakítású pilóta mentőejtőernyő működési folyamatának vázlata<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Ezt megelőzően – elsősorban a II. világháborús német katapultülésekben alkalmazott pilóta mentőernyők gyakorlati tapasztalatai alapján – nemcsak a szovjet katapultülések pilóta mentőejtőernyőiként, hanem a Magyar Néphadseregben is ún. szalagejtőernyő került rendszeresítésre. Ennek magyarázata elsősorban a rövid késleltetési ideje után bekövetkező nyílási folyamat nagy intenzitású kupolabelobbanási terhelésének csökkentése szándékával magyarázható. Az elnevezés olyan speciálisan kialakított ejtőernyőt takar, amelynek ún. „konvencionális” (hagyományos) kupolaformája megmaradt ugyan, de a szerkezetét tekintve alapvetően nem összefüggő kupolaanyagból, hanem széles szalagokból lett összevarrva. Ez a kialakítás egy hagyományos kupolaanyag légáteresztő képességét –technikailag, „a konstrukciós kialakítás segítségével” – a sokszorosára megnövelve csökkentette a belobbanási folyamat dinamizmusát, ezáltal a terhelés nagysága mind az ejtőernyős rendszerre (rendszerbiztonsági szempontból), mind az ejtőernyőt használó személyre (repülőorvostani szempontból) vizsgálva az elviselhető érték-kategóriában maradt. Ez visszavezethető a szalagok egymáson történő elcsúszására is, [23] amely már minimális fékező hatással bírt a kupola dinamikus belobbanására. – a Szerző megjegyzése.

<sup>40</sup> Forrás: С. М. АЛЕКСЕЕВ, Я. В. БАЛКИНД, А. М. ГЕРШКОВИЧ, В. С. ЕРЕМИН, А. С. ПОВИЦКИЙ, Н. Л. УМАНСКИЙ: Современные средства аварийного покидания самолёта. Москва, Государственное

A típus (8. ábra) újdonságát elsősorban a négyszögletes, levágott sarkokkal ellátott kupolaforma-kialakítás (9. ábra) jelentette, amely jó anyagkihozatali tényezőt biztosított a nagy tömegben gyártható, jó minőségű ejtőernyő-technikának. A szovjet ejtőernyőgyártás erre az időszakra ugyanis technikailag eljutott oda, hogy olyan kupolaanyagot állítson elő, amely szilárdságilag<sup>41</sup> lehetővé tette az új pilóta mentőejtőernyő megbízható alkalmazását a nagysebességű repülés egyre szigorodó körülményei között is.



8. ábra Az Sz-3 típusjelzésű pilóta mentőejtőernyő általános nézete és részei<sup>42</sup>

1 – a függesztő rendszer felszakadó hevederei, 2 – hátrész, 3 – borítás, 4 – tokborítás, 5 – lábhevederzet

9. ábra Az Sz-3 típusjelzésű pilóta mentőejtőernyő kupolájának kiterített nézete<sup>43</sup>

Az Sz-3 típusjelzésű ejtőernyővel kapcsolatos ismereteket a Honvédelmi Minisztérium által 1964-es évben kiadott „*Re/552 Az ejtőernyők szerkezete, felépítése és üzemeltetése*” című szabályzata a következőképpen foglalta össze:

„A repülőgép 1000–12000 m-es magasságtartományban, 600 km/h műszer szerinti sebesség mellett történő szükségszerű vészelhagyása is biztosítható, ebben az esetben azonban késleltetni kell az ejtőernyő tokjának kinyílását azért, hogy a repülőgép-vezető kisebb dinamikus terhelésnek legyen kitéve, valamint biztosítva legyen az ejtőernyő szilárdságának és működőképességének a fenntartása (1. táblázat).

Научно-Техническое Издательство Оборонгиз, 1961. pp. 15. Az ülésészébe helyezett pilóta mentőejtőernyő működése szempontjából teljesen irreleváns, hogy a légi jármű vészelhagyását a pilóta saját izomereje vagy a katarapultülése segítségével hajtja végre. – a Szerző megjegyzése.

<sup>41</sup> Ezen szak kifejezés alatt az ipari méretben előállítható, olcsó textil-anyagok ejtőernyőgyártás céljára történő felhasználhatóságának kiszélesedését értem. – a Szerző megjegyzése.

<sup>42</sup> Forrás: В. А. СМЕРНОВ: Справочник инструктора парашютиста. Издательство ДОСААФ СССР, Москва 1989. pp. 3.

<sup>43</sup> Forrás: В. А. СМЕРНОВ: Справочник инструктора парашютиста. Издательство ДОСААФ СССР, Москва 1989. pp. 4.

Sorszám	Repülőgép elhagyásának repülési magassága (tengerszint feletti magasság) m-ben	Az ejtőernyők nyitásának késleltetése s-ban
1	1000–7000	Legalább 4
2	7000–12000	Legalább 15
3	12000-nél nagyobb	A késleltetési időt úgy kell meghatározni, hogy az ejtőernyők nyitása legfeljebb 9000 m magasságban történjen meg

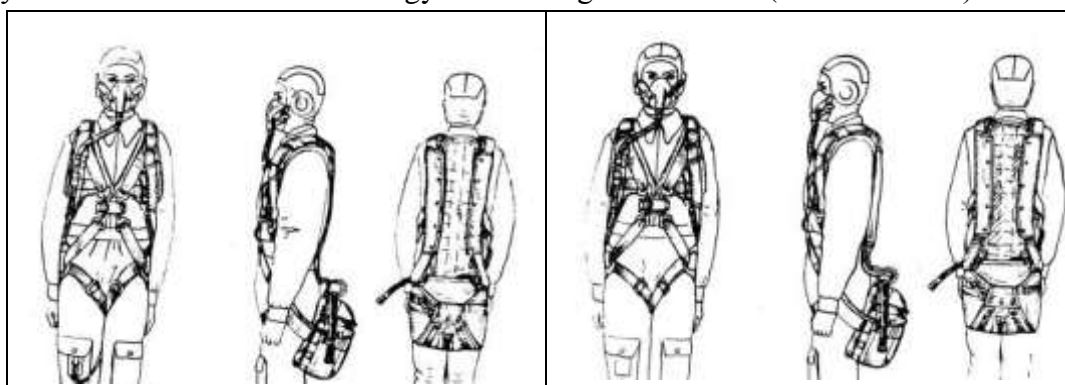
1. táblázat Az ejtőernyők nyitási késleltetésére vonatkozó előírások

Az ejtőernyő nyitási késleltetésének kiszámításánál – az 1. táblázat alkalmazásakor – szem előtt kell tartani, hogy a nyitás a terep domborzata felett legalább 500 m-rel történjen meg! Katapultálható ülésel felszerelt repülőgépeknél a repülőgép megengedett elhagyási sebessége 400-tól 850 km/h műszer szerinti sebességre emelkedik, azonban a minimálisan megengedett magasság ekkor legalább 150 m kell, hogy legyen.

Annak ellenére, hogy a repülőgép elhagyása katapultálással 850 km/h műszer szerinti sebesség mellett is végrehajtható, az ejtőernyő tényleges működésbe hozása a megengedett sebéségen történik. Ez azzal magyarázható, hogy az ülésleválasztó AD-3 automata a katapultálás után 1,5 s múlva nyitja a bekötőhevedereket, a KAP-3 ejtőernyőműszer pedig legalább 2 s eltelte után lép működésbe és nyitja az ejtőernyőt. A magasságmérő műszer aneroid szelencéje a terepdomborzat felett 500 m-es magasságra legyen beállítva. Ily módon az ejtőernyő teljes összesített nyitási késleltetése legalább 3,5 s-ot tesz ki. Ez az idő teljes mértékben elegendő ahhoz, hogy a repülőgép-vezető tényleges sebessége lecsökkenjen a levegőközeg ellenállása révén az ejtőernyő számára megengedett határokig.

Az Sz-3 típusjelzésű ejtőernyő 100 kg repülési súly esetén biztosítja a repülőgép-vezető stabil leereszkedését és a legfeljebb 6 m/s-os értékű földetérési sebességét.

Az ejtőernyő tokjában el lehet helyezni még az MLASz-1 mentőcsónakot, a KAP-3 ejtőernyőnyitó félautomatát és a KP-23 vagy KP-27 oxigénkészüléket (10. és 11. ábra).



10. ábra Az Sz-3 típusjelzésű pilóta mentőejtőernyő általános nézete KP-23 vagy KP-27 ejtőernyős légzőkészülékkel, KAP-3 ejtőernyőnyitó félautomatával, MLASz-1 mentőcsónakkal.<sup>44</sup>

11. ábra Az Sz-3 típusjelzésű pilóta mentőejtőernyő általános nézete KP-23 vagy KP-27 ejtőernyős légzőkészülékkel, KAP-3 ejtőernyőnyitó félautomatával, MLASz-1 mentőcsónak nélkül.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Forrás: Техническое описание парашюта С-3. pp. 3.



---

Az ejtőernyő teljes készletének tömege legfeljebb 23 kg.” [24]

A katapultulás és a mentőejtőernyő leírásából egyértelművé válik, hogy a pilóta túlélésében mind a kettőnek döntő szerepe van annak ellenére, hogy az „ember-gép” rendszerben a pilóta szinte egyedüli feladata csak a katapultálási folyamat megindításához szükséges döntés időben történő meghozatalára korlátozódott – a saját biztonságának érdekében.

Hogy „ezt az apróságot” sem volt mindig egyszerű végrehajtani, illetve esetlegesen ennek milyen gátló tényezői lehettek a pilóta szemszögéből, a következőkben részletesen kitérek.

### **Személyi feltételek („Az ember”)**

#### *Az ún. „végső döntés” meghozatalának pszichológiai aspektusai*

Annak eldöntése, hogy a repülőeszköz véglegesen repülésképtelenné válása esetén melyik a helyes megoldás: katapultálni, vagy a repülőgép fülkéjében – viszonylagos szubjektív biztonságban – ülve végrehajtani a kényszerleszállást egy alkalmilag kiválasztott, sokszor nem kiépített, nem szilárd burkolatú, és nem feltétlenül repülőtéri (tartalék) leszállómezőre, nem könnyű kérdés. A döntés meghozása minden esetben a repülőgép-vezető felelőssége, és legtöbbször visszafordíthatatlan folyamatot eredményez.

Kiindulván abból az általánosan elfogadott véleményből, hogy egy pilóta csak a legvégső esetben hagyja magára irányíthatatlanná vált repülőgépét – ami „hozzánőve” már szó szerint értelmezett „ember-gép” kapcsolatot jelent -, nagyon sokszor azzal jár, hogy a vészelhagyásra vonatkozó ún. „végső döntés” sok esetben későn születik meg ahhoz, hogy a pilótának esélye legyen a mentőejtőernyőjével történő földet érés biztonságos végrehajtására.

Emellett természetesen a komplett személyi vészmentő berendezésbe, vagyis a katapultulásbe és a pilóta mentőejtőernyőbe vetett abszolút bizalom, valamint biztonságos alkalmazhatóságuk minimális paramétereinek „tisztelőben tartása” is elősegítheti a repülőgép elhagyására vonatkozó ún. „végső döntés” meghozatalát. Ezt ki kell, hogy egészítse még a katapultálást aktiváló mozdulatsor végrehajtása, amelyet készségszintre emelve kellett elsajátítani.

Ez viszont már szorosan a repülő-hajózó állomány kiképzéséhez kapcsolódik.

#### *A repülőgép-vezető személyi vészelhagyó rendszerekkel kapcsolatos kiképzettségének vizsgálata*

Fontosnak tartom kiemelni, hogy mind a „keleti”, mind a „nyugati” rendszerű repülő kiképzésben a repülő-hajózó állomány egyéni vészmentő berendezésekkel kapcsolatos kiképzettsége, - mint megszerzett képesség -, különös fontossággal bírt és bír mind a mai napig. Alapvető különbség közöttük csak a kiképzés módszertanában található, ugyanis a „keleti” sokkal gyakorlatiasabb, beleértve a kiképzési célból történő ejtőernyős ugrások végrehajtását is.

Mivel mind a Magyar Néphadsereg, mind a Magyar Honvédség szovjet/országi repülőtechnikán szolgáltatást teljesítő repülő-hajózó állománya alapvetően az ún. „keleti kiképzési rendszer”-ben, valamint az abból többé-kevésbé leszármaztatott hazai kiképzési rendszerben nevelődött,

---

<sup>45</sup> Forrás: Техническое описание парашюта С-3. pp. 4.



a megszerzett ismeretek hasznosságát – a mai napig - meg tudják erősíteni. Ezen belül természetesen azokra gondolok elsősorban, akik vészhelyzet miatt kénytelenek voltak repülés közben elhagyni gépüket, és tudásuknak a saját életük megmentését köszönhették.

### A repülőgép-vezető ejtőernyős kiképzettségének vizsgálata

Tényként kezelendő, hogy a „keleti” rendszerű gyakorlati repülő kiképzést minden esetben megelőzte egy valamilyen szintű ejtőernyős alapkiképzés – a magyar katonai pilóták vonatkozásában hazai, vagy külföldi repülőbázison: a Szovjetunióban<sup>46</sup> illetve Csehszlovákiában.

Noha ez csak minimális számú ejtőernyős ugrást foglalt magába, kiképzési módszertanát tekintve már nagy szerepet játszott a repülő-hajózó állomány egyéni mentőeszközébe vetett feltétlen bizalma kialakításának szempontjából.

Emellett arról sem szabad megfeledkezni, hogy a Magyar Néphadseregére vonatkozó akkori szabályzók megkövetelték a megszerzett készségek és képességek szinten tartását a repülő-hajózó állománytól: erre szolgált az évente kötelezően végrehajtásra kerülő 1 db gyakorló ejtőernyős ugrás.<sup>47</sup> Ezeket többnyire a Balaton hullámaiba hajtotta végre az akkori magyar katonai pilóta-társadalom, éppen azért, hogy az leggyakrabban előforduló lábsérülés [27] veszélye is minimálisra csökkenjen.

### A repülő-hajózó állomány egyéni vészelhagyó rendszerekkel kapcsolatos kiképzettségének vizsgálata

Az eset idején a Magyar Néphadsereg repülő-hajózó állományának azon tagjai, akik a MiG-15 típusjelzésű vadászrepülőgép különböző modifikációinak, valamint Il-28 típusjelzésű frontbombázó katapultüléseiben ülve teljesítették feladataikat, az NKTL-3<sup>48</sup> típusjelzésű berendezés (12. ábra) segítségével [28] kellett felkészülniük (13. ábra) a teljes katapultálási folyamat<sup>49</sup> végrehajtására.

---

<sup>46</sup> A katasztrófát szenvedett hadnagy a szovjetunióbeli Krasznodarban lévő Egyesített Katonai Hajózó Műszaki Tiszti Iskolán [25] kapott repülő kiképzést. Noha az 1950-es években az akkori szolnoki Killián György Repülő Hajózó Tiszti Iskolán tanult hajózó-növendékek ejtőernyős kiképzésben is részesültek, a hadnagy feltételezhetően már mind az ejtőernyős ugrás technikájával, mind a pilóta vészmentő-berendezés alkalmazásával kapcsolatos ismereteit külföldön, jelen esetben a hajdani Szovjetunióban kapta meg. – a Szerző megjegyzése.

<sup>47</sup> Bánhegyi László főhadnagy ejtőernyős katasztrófája (1982. 03 08.) után a repülő-hajózó állomány évente kötelezően végrehajtandó ejtőernyős ugrásait megszüntették. [26] Ezt követően a Magyar Néphadsereg, majd a Magyar Honvédség jövődó pilótái csak repülő kiképzésük kezdetén hajtottak, illetve hajtanak végre kötelező módon kiképzési és gyakorló ejtőernyős ugrásokat. – a Szerző megjegyzése.

<sup>48</sup> 3-as jelzésű Földi Katapult Gyakorló(berendezés) (or. „Наземный Катапультный Тренажер марки Л-3”) [29]. – a Szerző megjegyzése.

<sup>49</sup> A felkészülés a vészelhagyást megelőző mozdulatsor begyakorlása mellett a katapultálás érzésének megtapasztalását is magába foglalta, erről gyengített piropatronok „gondoskodtak”. - A Szerző megjegyzése.



12. ábra Az NKTL-3 típusjelzésű gyakorló katalpult-berendezés a MH HIM kezelésében lévő Szolnoki Repüléstörténeti Múzeumban.<sup>50</sup>



13. ábra A fekete-fehér felvételen egy repülőgép-vezető által végrehajtott gyakorló katalpultálás látható az 1960-as évek végéről.<sup>51</sup>

Az érintett állomány tagjai - nem túl nagy lelkesedéssel<sup>52</sup> ugyan, de kötelező módon -, éves rendszerességgel hajtották végre a tanult mozdulatok ismételt begyakorlását, az adott repülő alakulat ejtőernyős szakszemélyzete segítségével.

Történt mindez annak a pszichológiailag bizonyított ténynek az ismeretében, hogy az ismeretlentől – a katalpultálás folyamatától, annak következményeitől – való esetleges félelem ne blokkolja le magát a cselekvési folyamatot.

### **Egyéb feltételek (A „környezet”.)**

Kijelenthető, hogy a vizsgálat „ember-gép-környezet” hármas rendszerének harmadik eleme az, amelyet a lehető legkevésbé „kézzelfogható” körülmények gyűjteményeként kell kezelni, és jelen esetben nem a szó szerinti környezet fizikai állapotjelzőit, az időjárási körülményeket<sup>53</sup> stb. értem alatta, amelybe a fülkéből kijutva a vészelhagyást végrehajtó személy kerül.

Minden olyan dolgot ide sorolok, amelyek sok esetben csak feltételezésen alapulva a legkevésbé sem kezelhetőek tényként, viszont befolyásuk tagadhatatlan az adott cselekvési folyamat végső kimenetelére, magára a túlélésre vonatkozóan.

<sup>50</sup> Forrás: A Szerző gyűjteményéből, saját felvétel.

<sup>51</sup> Forrás: A Szerző gyűjteményéből.

<sup>52</sup> Ennek magyarázata az alkalmazott PT-8 és PT-12 típusjelzésű piropatronok típusjelzésében rejlik, az első nyolcszoros, a második tizenkétszeres(!) terhelési többes-értékről [30] gondoskodott. Arról mindig a gyakorlás helyszínén hoztak döntést - alapvetően az aktuális „áldozat” testtömege alapján -, hogy melyik piropatronot alkalmazzák a katalpultülés és a benne ülő személy magasba emelésére. - A Szerző megjegyzése.

<sup>53</sup> Mivel a komplex, katalpultúléssel kombinált ejtőernyős vészmentő-berendezés a repülőeszköz egyik kiemelt rendszerének a fő elemét jelenti, nem tervezhetik meg összességében vett „gyengébb” alkalmazási kritériumokkal, mint magát a légijárművet! Ebbe az időjárási körülmények is beletartoznak. (Ezzel kapcsolatosan lásd a következő idézetet, a [31] szakirodalmi hivatkozást!) – a Szerző megjegyzése.



Nem véletlen, hogy ezt a rendkívül bizonytalan elemet nemcsak magánál a mentőberendezés tervezési folyamatánál, hanem a repülő-hajózó állomány arra történő felkészítésénél is figyelembe veszik: káros befolyásoló hatását tervezési<sup>54</sup> és adminisztratív<sup>55</sup> módon próbálják minimalizálni. Az élet megmentéséhez szükséges mind a berendezés megléte, mind annak tudatos, készségszintű alkalmazása is, az alábbiak szerint megfogalmazva:

„A mentőejtőernyő a hajózóállomány kötelező felszerelését képezi. Bármilyen repülési körülmények között a repülőgép kényszerelhagyása esetén a mentőejtőernyők megbízhatóan biztosítják a hajózószemélyzet minden egyes tagja életének megmentését, ha az ugrást időben és szabályosan hajtják végre.” [31]

Ha időben hajtják végre... Az, hogy a közlő családi öröm, valamint a repülési nap délutánján megrendezésre kerülő születésnap rendezvény tudata [32] befolyásolhatta-e, és ha igen, akkor milyen mértékben<sup>56</sup> a repülőgép-vezető cselekedeteit a katapultálást megelőzően, a vészelhagyásról szóló ún. „végső döntés” meghozatala, és annak végrehajtása során, már sosem fog kiderülni.

Ezzel lezárom a katapultulás, pilóta mentőejtőernyő-komplexum általános bemutatásával kapcsolatos fejezetet, egyben a tanulmány első részét is.

## CÉLKITŰZÉSEIM A TANULMÁNY II. RÉSZÉRE VONATKOZÓAN

Az, hogy a katapultálási folyamat elindításáról szóló döntés tudatos meghozása – ekkora ugyanis a pilótában elvileg tudatosulnia kellett annak, hogy vége van magának a repülési feladat előírászerű végrehajtásának, és ettől a pillanattól kezdve a túlélés az egyedüli cél -, vagy a fülkének az ülésel együtt történő elhagyása jelenti-e „ténylegesen” a repülési feladat végét, ugyancsak nem egyértelműen megválaszolható.

Hogy a pilótától a repülőeszköz elhagyása előtt még mi „várható el”, meddig „kell”, hogy gondolkodjon az adott ún. „bonyolult helyzet”-be kerülés esetén annak megoldásán, nagyon összetett vizsgálatot igényel egyéb, sok esetben a repüléshez egyáltalán nem kapcsolódó tudományterületek segítségével. Egy ilyen vizsgálat időtartama előre nem meghatározható –a bármikor felbukkanó új, tényszerű bizonyítékok és a legtöbbször semmilyen konkrétummal alá nem támasztott vélelmekre tekintettel -, de ez nem azt jelenti, hogy ne vezethessen valamilyen eredményre.

---

<sup>54</sup> Ez alatt azt értem, hogy a tervezők a teljes vészelhagyási folyamat minden olyan fázisát automatizálják, vagy biztosítják mind a manuális, mind az automatikus működést – pl. az üléshevederek kioldása során, - amelyre technikailag lehetőség van úgy, hogy a folyamat kimenetele maximálisan biztonságos maradjon. Ennek során mind a pilótára (repülőorvostani szempontból), mind magára a szerkezetre (szilárdsági szempontból) vonatkozó maximálisan megengedett határterheléseket veszik elsősorban figyelembe. – a Szerző megjegyzése.

<sup>55</sup> Ha – valamilyen ok miatt nagy a különbség a repülőeszköz repülési paraméterei, valamint a mentőberendezés alkalmazási kritériumai között, akkor ez utóbbi működtetésével kapcsolatos előírások szigorítása az egyetlen megoldási lehetőség a biztonság maximális figyelembevételével. Természetesen ez magas szintű kezelői kiképzést feltételez, amelybe az adott időszakban előfordult vészelhagyások kiértékelését követően, az azokból levont tapasztalatokat folyamatosan be kell, hogy építsék a szakmai eljárások. – a Szerző megjegyzése.

<sup>56</sup> Ezzel kapcsolatosan az általános vélemény a következő kell, hogy legyen: „A gépbeszállás előtt a magánjelleget problémákat a földön kell hagyni, és csakis az előttünk álló repülési feladatra szabad koncentrálni!” – legálábbis nekem „az öreg csókák” (az idősebb, tapasztaltabb pilóták) ezt tanították – a Szerző megjegyzése.





---

Természetesen az is előfordulhat, hogy a kapott vizsgálati eredményt - annak „nem életszerű” volta miatt nem mindenki fogadja el, vagy az újabb –azt követően előkerült bizonyíték(ok)ra hivatkozva –, a későbbiekben ismételt felülvizsgálatra kerül.

A tanulmány második részében a – tagadhatatlan módon a későn megindított, ezáltal a pilóta halálához közvetlenül vezető – katasztrófai folyamatra vonatkozó,– a Kivizsgálási Jegyzőkönyvben szereplő, azzal kapcsolatosan többé-kevésbé tényszerűnek vehető – adatokból kiindulva az azt kiváltó előzmények vizsgálatát tűzöm ki célul.

Tervem az, hogy legalább hozzávetőleges pontossággal megállapíthassuk a hajtóműleállás okát, helyét, az akkori repülési magasságot, amelyek elsődlegesen meghatározták a pilóta további ténykedését, a döntési lehetőségeinek ismeretében. Remélem, hogy ezzel valamilyen – ha nem is teljesen egzakt, de valamennyire valószínűsíthető – magyarázatot kaphatunk a katasztrófai folyamat késői megindításának okára.

Végül a vizsgálati eredmények összevetésével arra próbálom felhívni a figyelmet, hogy egy adott helyzetben milyen nehéz megtalálni az abszolút biztonságos és helyes megoldást, sokszor olyan körülmények között, amikor a döntéshozónak erre csak másodpercei vannak. És úgy, hogy tudja: nem kap újabb lehetőséget a sorstól...

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GYŐRI JÁNOS: A magyar katonai repülés kronológiája 1945-2008. Zrínyi Kiadó, Budapest 2009. pp. 134.
- [2] GYŐRI JÁNOS: Akiket nem kísért a szerencse... Magyar Repüléstörténeti Társaság, Budapest 2013, pp. 39.
- [3] KOSITZKY ATTILA: Önpörgés. Veszprémi Hirdető Iroda Kft., Veszprém. 2002. pp. 26.
- [4] Kivizsgálási jegyzőkönyv, 4-es számú melléklet a 0823/1967 MN Killián Gy. Re. Mű. Főisk.-hoz, Budapest, 1967. 05. 03.
- [5] ZSÁK FERENC: Katapultáló magyarok, 2. rész Aeromagazin, 2009. március, pp. 52.
- [6] GYŐRI JÁNOS: Akiket nem kísért a szerencse... Magyar Repüléstörténeti Társaság, Budapest 2013, pp. 39.
- [7] GYŐRI JÁNOS: A magyar katonai repülés kronológiája 1945-2008. Zrínyi Kiadó, Budapest 2009. pp. 134.
- [8] SEBŐK JÁNOS, TÖRÖS ISTVÁN: Kositzky Attila. Top Gun, 1992/3. pp. 3-7.
- [9] KOSITZKY ATTILA: Önpörgés. Veszprémi Hirdető Iroda Kft., Veszprém. 2002. pp. 23-28.
- [10] Kivizsgálási jegyzőkönyv, 4-es számú melléklet a 0823/1967 MN Killián Gy. Re. Mű. Főisk.-hoz, Budapest, 1967. 05. 03.
- [11] Kivizsgálási jegyzőkönyv, 4-es számú melléklet a 0823/1967 MN Killián Gy. Re. Mű. Főisk.-hoz, Budapest, 1967. 05. 03.
- [12] Kivizsgálási jegyzőkönyv, 4-es számú melléklet a 0823/1967 MN Killián Gy. Re. Mű. Főisk.-hoz, Budapest, 1967. 05. 03.
- [13] GYŐRI JÁNOS: A magyar katonai repülés kronológiája 1945-2008. Zrínyi Kiadó, Budapest 2009. pp. 134.
- [14] KOSITZKY ATTILA: Önpörgés. Veszprémi Hirdető Iroda Kft., Veszprém. 2002. pp. 23-24.
- [15] GYŐRI JÁNOS: Akiket nem kísért a szerencse... Magyar Repüléstörténeti Társaság, Budapest 2013, pp. 39.
- [16] ZSÁK FERENC: Katapultáló magyarok, 2. rész Aeromagazin, 2009. március, pp. 52.
- [17] Kivizsgálási jegyzőkönyv, 4-es számú melléklet a 0823/1967 MN Killián Gy. Re. Mű. Főisk.-hoz, Budapest, 1967. 05. 03.
- [18] DR. KISS SÁNDOR MK. ALEZREDES: Biztonságtechnika alapjai. Főiskolai jegyzet, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Kar, Budapest. 2004. pp. 16.
- [19] ZSÁK FERENC: Katapultáló magyarok, 1. rész Aeromagazin, 2009. február, pp. 54.
- [20] KASTÉLY ERIKA: Biztosítókészülékek. Ejtőernyős Tájékoztató, 1993/4. LRI Repülőtéri Tájékoztató Iroda, Budapest, pp. 28-29.
- [21] KASTÉLY ERIKA: Biztosítókészülékek. Ejtőernyős Tájékoztató, 1993/4. LRI Repülőtéri Tájékoztató Iroda, Budapest, pp. 29-30.
- [22] A légierejtőernyős szolgálatának szabályzata. A Magyar Népköztársaság Honvédelmi Minisztériuma Kiadása, Budapest. 1955. pp. 38.
- [23] Repülési lexikon. Második kötet M-Z. Akadémiai Kiadó, Budapest. 1991. pp. 337.
- [24] Re/552 Az ejtőernyők szerkezete, felépítése és üzemeltetése. A Honvédelmi Minisztérium kiadása. 1964. pp. 21-22.
- [25] GYŐRI JÁNOS: A magyar katonai repülés kronológiája 1945-2008. Zrínyi Kiadó, Budapest 2009. pp. 134.
- [26] BRANDT GYULA: A 87. Bakony Harcihelikopter Ezred és jogelődjeinek története 1958-2004. Szentkirályszabadja, 2004. pp. 208.
- [27] V. TRATMAN: Ejtőernyős sérülések analízise és megelőzése. Ejtőernyős Tájékoztató, 1978/4. LRI Repülőtéri Tájékoztató Iroda, Budapest, pp. 9-12.
- [28] В. Г. РОМАНЮК: Заметки парашютиста-испытателя. Военное Издательство Министерства Обороны СССР, Москва, 1973. pp. 250.
- [29] П. К. ИСАКОВ, Р. А. СТАСЕВИЧ: Спасение экипажа при аварии самолёта в полете. Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР, 1957. pp. 271.
- [30] П. К. ИСАКОВ, Р. А. СТАСЕВИЧ: Спасение экипажа при аварии самолёта в полете. Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР, 1957. pp. 272.
- [31] Re/552 Az ejtőernyők szerkezete, felépítése és üzemeltetése. A Honvédelmi Minisztérium kiadása. 1964. pp. 21-22.
- [32] KOSITZKY ATTILA: Önpörgés. Veszprémi Hirdető Iroda Kft., Veszprém. 2002. pp. 23.