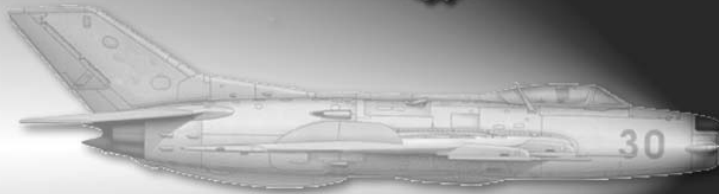


# REPÜLÉSTUDOMÁNYI KONFERENCIA 2009

50 ÉV HANGSEBESSÉG FELETT A MAGYAR LÉGTÉR BEN

REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

KÜLÖNSZÁM 2009. ÁPRILIS 24.



Design by 

[www.szifk.hu](http://www.szifk.hu)

# 1959-2009



**Prof. Dr. Makkay Imre – Prof. Dr. Pokorádi László – Dr. Ványa László**

## **REPÜLŐTÉRI MADÁRÜTKÖZÉS-VESZÉLYT CSÖKKENTŐ RENDSZER**

A repülőgéppel ütköző madarak olyan súlyos sérülést (hajtómű leállást, vezérsíkok működésképtelenségét, kabintető törést) okozhatnak, amely a további repülést megnehezíti, sőt akár a gép lezuhanásához is vezethet. A madarak elriasztására több helyen sikerrel próbáltak ki idomított sólymokat, ölyveket, azonban a kiképzésük és „menetrendszerű” alkalmazásuk számos nehézségbe ütközik.

Az általunk javasolt rendszer a fel és leszálló repülőgépek előtt „tisztítja meg” a légteret. A ragadozó madaraknak „öltöztetett” robotrepülőgépek az élőkhoz hasonló manővereikkel elriasztják a madárrajokat. Mozgásuk az adott légi forgalomhoz, nap és évszakhoz, illetve a madárrajok megjelenéséhez programozható.

### **BEVEZETÉS**

A légi baleseteket véletlenül okozó madarak egyre gyakrabban kerülnek a figyelem középpontjába. [1, 2, 3] A repülőgépek fel és leszállásuk közben átrepülnek egy „madárzónán”, ahol a levegő természetes lakóinak előfordulása a legvalószínűbb. A szezonális költözés időszakában különösen megnövekszik a vándormadarak forgalma, de nem elhanyagolható a napi élelemszerzésre csoportosan felkerekedő sirályok, varjak, galambok, rigók, seregélyek által okozott ütközés veszélye sem.

Számos technikai megoldás, rendszabály született a repülőterek környezetének „madármentes” üzemeltetésére. Az élettér, fészkelő hely, táplálékszerzés lehetőségének csökkentése az egyik természetes megközelítés. A repülőterek környékén elhelyezkedő nagy vízfelületek, szeméttelpek vonzzák a madárcsapatokat. A földi rágcsálók számának csökkentésével a ragadozó madarak és a guruló utakat veszélyeztető földi ragadozók megjelenését kívánják csökkenteni.

A ragadozó madarak megjelenését a madárrajok azonnal észreveszik, és csoportosan menekülnek. Több repülőtéren folytattak kísérleteket és az eredmények alapján „szolgálatba állítottak” ragadozó madarakat – természetesen a felkészítésüket végzőkkel együtt. A madarak elriasztására bevetett vadász-sólymok, ölyvek bármennyire jól képzettek mégiscsak élőlények, akiknek hangulata, élelciklusa, étkezési, párzási szokásai, esetleges megbetegedései nem könnyen egyeztethetők a feladattal.

A megoldást a robottechnika kínálja, melynek számtalan képviselőjével – a konyhánktól az űrhajókig – naponta találkozhatunk. A robotok panasz nélkül végeznek unalmas, piszkos, veszélyes

feladatokat, fáradhatatlanul ismételnék előre programozott feladatokat, és nem kell tartani hangulatingadozástól, kialvatlanságtól, vagy betegségtől. A robotok alkalmasak – a GPS-nek köszönhetően – a világ bármely pontján a légi járművek navigálására és akár méter pontosságú irányítására. A robotok pontossága garantálja, hogy az „elektronikus sasok” térben és időben mindig a megfelelő helyen legyenek. A bevetések tervezését földi és légi felderítés alapján végzi a néhány fős földi kiszolgáló személyzet. A rendszer megbízhatósága messze felülmúlja az élő ragadozó madarakkal végzett tevékenységet. Az idomítás, azon túl, hogy mindkét résztvevő számára nehéz, még az eredménye is kétséges. A robotrepülőgép „elalszik a dobozban”, csak akkor kap „enni”, ha dolgozik, nem érdekli a „felkínálkozó” hörcsög, vagy veréb és véletlenül se száll neki a repülőgépnél – mivel így van programozva.

## A MADÁRÜTKÖZÉSEK OKAI

Amióta az ember is repülni szeretne folyamatos a madarakkal való véletlen találkozás kockázata. A repülőgépek egyre gyorsabban és kisebb zajjal közlekednek, így a madaraknak csökken az esélyük az észlelésre és az ütközés elkerülésére. Az évente kétszer megismétlődő nagy madárvonulások, melyekben nagytestű költöző madarak csapataival is számolni kell és a „helyi” élelemszerző repülések jelentik a legnagyobb veszélyt. Statisztikai elemzések [4] mutatják az ütközések gyakoriságát az évszak és napszak függvényében. A legtöbb ütközést nappal, kis magasságban, a repülőtéren, vagy annak közvetlen közelében regisztrálták. A szakértők úgy vélik, hogy az ok a madarak szokásos élőhelyeinek beszűkülése, ami miatt a kifutópályák mellett elterülő füves területek – a zaj és légi forgalom ellenére is – csábító étletteret jelentenek.



1. kép. Madarak<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.hindu.com/2008/03/14/stories/2008031458030200.htm>

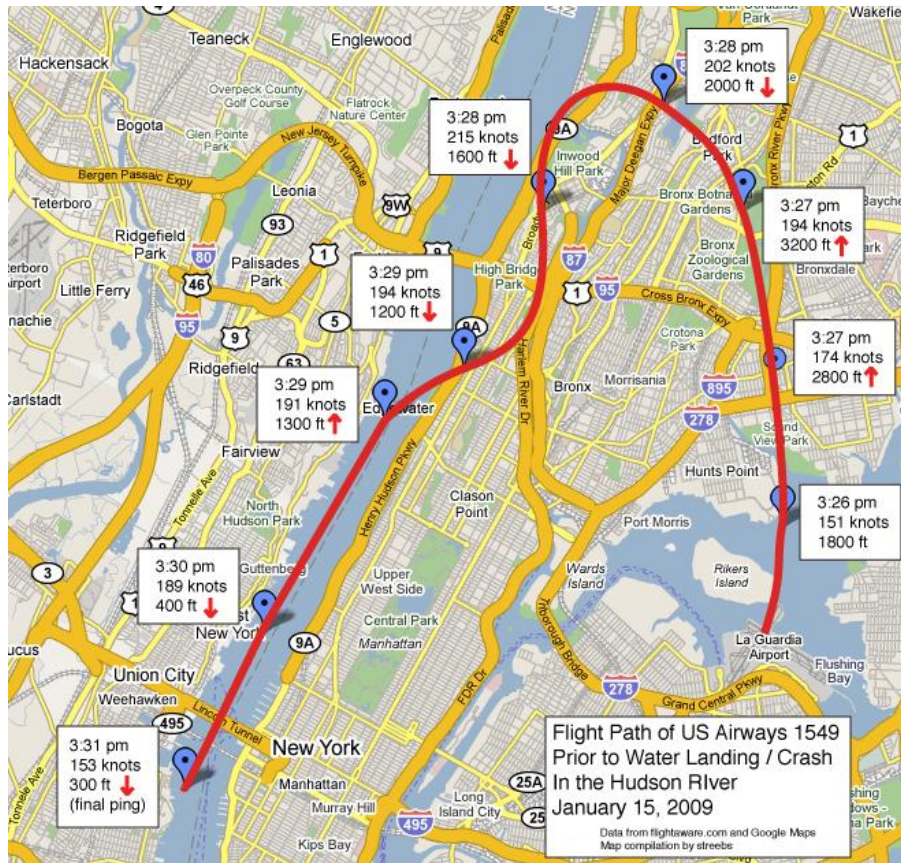
A madarak mérete és szokásai szerint is osztályozható a kockázat. Még a kisméretű seregélyek is okozhatnak balesetet, ha csoportos becsapódásukkal több hajtóművet leállítanak.

Különösen magas kockázatot jelent a repülőtér közvetlen környezetében működő szemét-, szennyvíz-, sertés-, szarvasmarha telep, de a nádas mocsaras terület és a nagy vízfelület is kedvezőtlen. A táplálékszerző helyre repülő, majd a pihenőhelyre visszatérő madarak még akkor is keresztezhetik a repülőgépek útját, ha a helyek távol vannak a repülőtértől.

A Federal Aviation Administration és az US Department of Agriculture (Szövetségi Légügyi Hivatal és az Egyesült Államok Földművelésügyi Minisztériuma) által 2005-ben közösen kiadott „Wildlife Hazard Management at Airports” (Vadveszély kezelése repülőtereknél) [5] dokumentum számos hasznos ajánlást tartalmaz a probléma megoldására. A repülőterek üzemeltetésének és a környezet mezőgazdasági/ipari hasznosításának összehangolása hozhat csak eredményt. A dokumentum ugyanakkor rámutat az egyes érdekcsoportok eltérő törekvéseinek - a repülés biztonságán is túlmutató – következményeire. Legjellemzőbb ezek közül: a repülőterek körüli „steril” – növény-, víz-, búvóhelymentes – környezet vegyszerek alkalmazásával történő fenntartását mezőgazdasági törvény messzemenően elutasítja. Ugyanakkor vonatkozik a – főleg állattartási – megkötések túlzott érvényesítésétől is a repülőterek környezetében.

A repülőterek kisméretűek – egerek, ürge, pocok, nyulak – „irtása” is törvényekbe ütközik, pedig a ragadozó madarak, és földi társaik – kutyák, rókák, farkasok és különféle macskafélék – éppen a háborítatlan vadászat reményében keresik fel a repülőterek környékét. A nagyobb növényevők, őzek, szarvasok is betévednek a megsérült, vagy rosszul felépített kerítéseken átjutva. Mindezek komoly veszélyt jelentenek a guruló, illetve felszállás/leszállás kis magasságú szakaszában lévő repülőgépekre. A statisztikai elemzés szerint az ekkor bekövetkezett ütközések okozzák a legsúlyosabb baleseteket. A repülőgépek ekkor még/már nem rendelkeznek sebesség/magasság tartalékkal, hogy a korrekcióhoz szükséges manővert végrehajtsák.

A közelmúltban (2009. január 15-én) bekövetkezett nagy anyagi kárral járó, de emberéletet nem követelő madárütközés szerencsés kimenetelének egyik oka – a pilóta bravúráját elismerve - hogy viszonylag nagy magasságon (3200 láb) következett be, ami a még teli tankkal repülő géppel is hosszasan (~2') „vitorlázást” és a lehető legkisebb sebességű kényszerleszállást tett lehetővé. A hajtómű nélküli leszálláshoz legalább 35000 láb magasságot ír elő az A320 szabályzata. Itt ennek a tizedére kellett „repülőtéri” helyzetet találni és a folyó – bár a víz a betonhoz hasonlóan „kemény” – a hosszúsága miatt itt jó választásnak bizonyult. A LaGuardia repülőtér – ahová a légi irányítás a visszatérést javasolta egyébként is vitatott biztonságú – rövid és túlságosan a folyóra épült – ahol három (fel és leszállás közbeni) légi balesetben eddig összesen 90-en veszítették életüket.



2. kép. A mindkét hajtóművet elvesztett A320 repülőgép útvonala.<sup>2</sup>

A nagy vízfelületek, tenger és folyópartok vonzzák a helyi vízi és mindenféle pihenésre leszálló vándormadarakat. Az új repülőterek helyének kijelölésekor már figyelembe veszik a környezet adottságait, de a régiek csak az utólag foganatosítható védelemben reménykedhetnek.

## VÉDELEM A TERMÉSZET MÓDSZERÉVEL

A repülőterek közelében a nagyszámú madárpopulációk – verebek, seregélyek, rigók, varjak, sirályok – jelentik a legnagyobb veszélyt, de a vonuló ludak, kacsák, darvak is keresztezhetik a fel és leszálló gépek útvonalát. A hajtóműbe került ragadozó madarak, pedig az „egyensúly fenntartására” odaseregélyek által okozott veszélyre figyelmeztetnek.

Idomított vadász-sólymokkal is folytatnak madárriasztási kísérleteket, [6] amelyek a kiváltott hatást illetően úgy tűnik sikeresek, azonban e madarak – és a repülő is – áldozattá válhatnak. A legjobban képzett sólyomnak is lehetnek „rossz napjai”, amikor egy ürge, vagy egy sólyomlány eltéríti a feladattól. (Az elmúlt évben egy egerészólyv miatt állt le egy hajtómű Ferihegyen.)

A ragadozó madarakkal folytatott kísérletek vitathatlan érdeme, hogy megmutattak egy módszert, amellyel a levegő lakóinak jelezni tudjuk, hogy szabad utat kérünk, most mi szeretnénk ott

<sup>2</sup> [http://4.bp.blogspot.com/\\_cys2T5FgJdo/SW\\_lppWM6CI/AAAAAAAAAFsI/GbW7SB42bFU/s320/USAirways1549FlightPath.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_cys2T5FgJdo/SW_lppWM6CI/AAAAAAAAAFsI/GbW7SB42bFU/s320/USAirways1549FlightPath.jpg)

repülni. A biológiai ellenség/vetélytárs megjelenésére természetes reakcióval felelnek – némi vita után – odébbállnak, más helyet keresnek még a „harcosabb” varjak, sirályok is.

## „Robot-sasok” a repülőterek őrzésére

A természetes ellenség jelenlétén alapuló riasztás tehát bizonyította életképességét, de annak „kézben tartása” komoly feladat:

- a vadász-sólymok kiképzése, a repülőtéri környezethez idomítása (adott távolságig, -irányba repülés, repülőgépek elkerülése, hívójelre azonnali visszatérés) igen nehezen biztosítható;
- az élő közreműködők – sólymok, emberek – szolgálatban tartása, pihentetése, betegség idején helyettesítése különleges erőfeszítést, gondoskodást igényel;
- az adott légi forgalomhoz illeszkedő alkalmazásuk – fel/leszállás előtti „takarítás” – egy nagyobb repülőtéren fokozott figyelmet, percnyi (másodpercnyi) időbeli és néhány méteren belüli térbeli pontosságot igényel.

Mindezek már éppen elegendő okkal szolgálnak ahhoz, hogy a gyenge láncszemeket – sólymokat, embereket – kiváltva egy **madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer** kiépítését tűzzük ki célul. A feladat megoldása több szinten – műszaki, szervezési, oktatási – szinten kíván erőfeszítést. Az alkalmazást a legmagasabb minőségbiztosítási elvárásokkal és a legkörültekintőbb jogszabályi harmonizációval kell bevezetni. A jelentős innovációs befektetésre szellemi és anyagi háttérrel kell találni, mely hazai és EU forrásokon alapulhat.

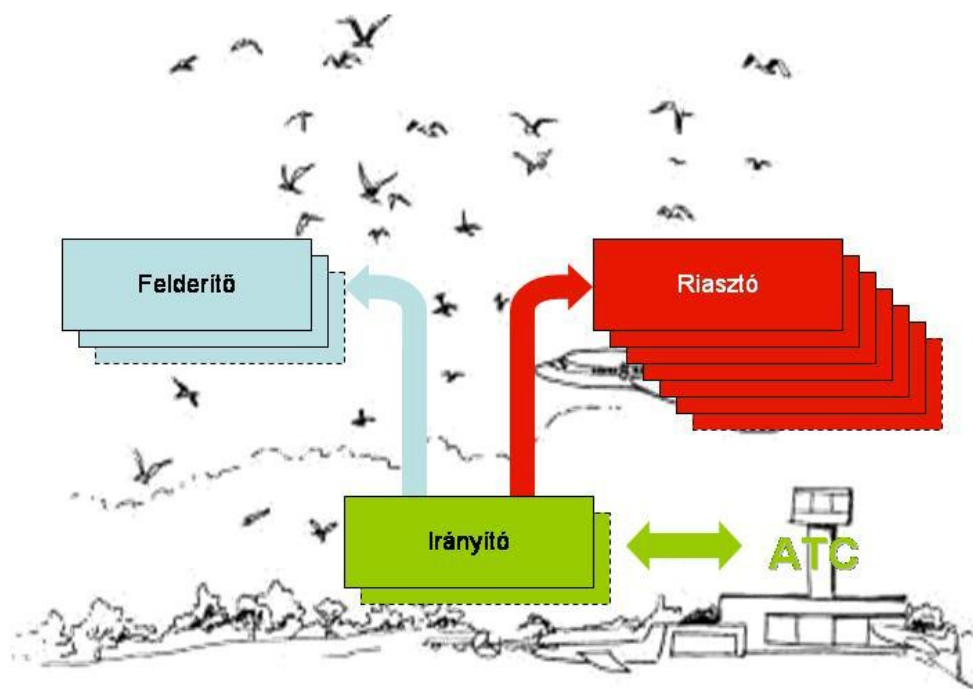
A **madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer** a „mértékletes erőszak” módszerét és egy kis cselet használva a légtér igénybevételét megelőzően a madarakat „kitessékeli” az ütközéssel fenyegetett térből. A robotok által vezetett „sasok” az induló/érkező gépek útvonalát közvetlenül előttük „kisöpörve” a legtöbbet tehetik a zavarmentes repülés érdekében.

A **rendszer feladata:** a „madárütközés-veszélyes” légterekben a madarak, madárcsoportok tevékenységének folyamatos ellenőrzése és – a repülőgépek beérkezése előtt, a légi irányítás koordinációjával – időszakos elriasztása.

A **rendszer felépítése** az adott feladathoz illesztett, bővíthető felderítő, végrehajtó és irányító modulokon alapul (1. ábra). A modulok számát az ellenőrzésre kijelölt légtér mérete és a feladat várható intenzitása alapján lehet meghatározni.

A felderítő modulok elektrooptikai felderítő berendezéseket, valamint az összeköttetésre szolgáló adatátviteli eszközöket tartalmaznak.

A végrehajtó modult ragadozó madarak (sasok, sólymok, ölyvek, vércsék, héják, stb.) alakjára formált robotvezérlésű repülőgépek alkotják, melyek az előre programozott, illetve menet közben meghatározott útvonalon képesek repülni. A riasztó alak hatékonyságának megítélésére a felderítő modul által jelzett reakció ad útmutatást. Az adott környezethez, időszakhoz illeszkedő ragadozó kiválasztása, a repülési profiljának meghatározása az alkalmazás sikere szempontjából fontos feladat.



1. ábra. A repülőtéri madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer felépítése

Az irányító modul ezen információk birtokában – közvetlen kapcsolatban a légi irányítással – tervezi és vezeti a felderítő és a riasztó eszközök alkalmazását. A térbeli és időbeli bevetés irányítás előre megtervezett modellek, repülési profilk alkalmazásával biztosítja az adott légtér felügyeletét. Minden levegőben lévő eszköz helyzete és tevékenysége a folyamatosan megjelenik úgy a madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer, mint a légi irányítás indikátorain.

**A rendszer funkcionális működése** azon alapul, hogy az irányító modul folyamatosan adatokat gyűjt a kijelölt térrész aktuális és várható madár aktivitásáról. Az irányító modul a felderítő modul érzékelői és a madárvonulások előjelzése alapján az enyhe/fokozott/magas madárütközés veszélyt jelent a légi irányítás számára és a végrehajtó moduljában ennek megfelelő számú riasztó robotrepülőt helyeztet készenlétbe. A légi irányítás az aktuális légi forgalomhoz illeszkedve, a veszélyes légtérbe érkező repülőgépek előtt – megfelelő idő és térbeli elkülönítést alkalmazva – igényli a madárriasztást. A robotrepülőgépek az előre leprogramozott repülési profilt térben és időben pontosan követve repülnek az útvonalat – ami egyébként a természetesen viselkedő ragadozók mozgását is utánozza. A légi forgalom szüneteiben a felderítő modul eszközei folyamatosan dolgoznak tovább, míg a „sasok” pihennek (pl. akkumulátort töltenek).

**Biztonság, hatékonyság, gazdaságosság** – az eddig alkalmazott eljárásokhoz [7, 8, 9, 10, 11, 12] képest – jelentősen megnövekszik. A széles spektrumú felderítés alapján, az előre megtervezett útvonalon – ha a feladat úgy kívánja – akár „sas köteléssel” repülése is nagy megbízhatósággal végrehajtható. Az irányítás és a végrehajtás megerősített – redundáns elemeket is tartalmazó –

rendszere a rendkívüli igénybevétel esetére is kellő biztonsággal szolgál. A légtérben tevékenykedő robotrepülőgépek mindegyike teljes légi alkalmassági eljárás után kerülhet szolgálatba. Ez azt jelenti, hogy a típusengedély, gyártási jogosítványok, lajstromozás és repülés előtti vizsgálat minden fázisa a légügyi hatóság által megkövetelt dokumentumokkal hitelesített. Csak ezeknek megfelelő légi jármű veheti igénybe az ellenőrzött légteret – a légtért irányító igénylésének megfelelően.

A madárriasztás természetes módszere már önmagában is hatékonyabb, mint a gyorsan megszokható fény és hang effektusok. (Az utóbbiak működtetése egyébként is csak a repülőtér szűk környezetében történhet, tovább növelve a környezet egyébként is jelentős fény és hangterhelését.) A „robot sasok” repülése ezzel szemben semmilyen környezeti ártalmat nem okoz, sőt kellő biztonsággal akár a lakott területek feletti siklópálya „megtisztítására” is igénybe vehetők. Különleges képességük, hogy az irányítás igényének megfelelő légterekbe is elküldhetők és a madárvonulások idején a csapatokat is képesek lehetnek a repülőtér környékéről távol tartani.

A rendszer bekerülési költségét sokszorosan meghaladhatja már egy meghibásodott hajtómű ára [13] is – nem beszélve egy egész repülőgépről és akár sok száz emberéletről. Az alkalmazott technikai eszközök kifejlesztése, előállítás és üzemeltetése hazai forrásból megoldható, ami akár egy új szegmense lehet a repülőiparhoz kötődő biztonsági rendszereknek.

## ÖSSZEGRZÉS

A csendesebb, gyorsabb repülőgépek, a növekvő légi forgalom és a környezet változása az egyre gyakoribb madárütkezések okozója. A védekezés természetes módját a robotok precizitásával ötvözö madárütkezés-veszélyt csökkentö rendszer ebben kíván előre lépni és megnyugtató megoldást kínálni. Az eljárás kidolgozásában és a kutatás-fejlesztés valamint a felkészítés, képzés egyes fázisában az egyetemi erőforrásoknak – ezen belül a Repülö és Légvédelmi Intézet oktatóinak és kutatóinak – is jelentös szerepe lehet. A számos mőszaki, szervezeti és eljárásbeli innovációt feltételezö rendszer teljes kivitelezése és üzemeltetése erre megfelelő felkészültséggel, jogosításokkal rendelkező vállalatok, szervezetek együttmőködésével lehetséges.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] [http://www.magyarso.com/fex.page:2009-01-17\\_A\\_madarutkozoes\\_a\\_legi\\_kozlekedes\\_Achilles-sarka.mobile](http://www.magyarso.com/fex.page:2009-01-17_A_madarutkozoes_a_legi_kozlekedes_Achilles-sarka.mobile)
- [2] <http://www.flightglobal.com/articles/2009/01/26/321423/battling-birdstrikes.html>
- [3] <http://www.iht.com/articles/2009/01/26/healthscience/25birds.php>
- [4] [http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2005\\_cikkek/pokoradi\\_laszlo.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2005_cikkek/pokoradi_laszlo.pdf)
- [5] „Wildlife Hazard Management at Airports” Federal Aviation Administration Second Edition, July 2005  
[http://wildlife.pr.erau.edu/EnglishManual/2005\\_FAA\\_Manual\\_complete.pdf](http://wildlife.pr.erau.edu/EnglishManual/2005_FAA_Manual_complete.pdf)
- [6] Ferihegy titkos fegyvere  
[http://index.indavideo.hu/video/Ferihegy\\_titkos\\_fegyvere?action=video\\_site&video\\_title=Ferihegy\\_titkos\\_fegyvere%3Ftoken%3Dae061ae48f5c505b53b02abeaf02f931](http://index.indavideo.hu/video/Ferihegy_titkos_fegyvere?action=video_site&video_title=Ferihegy_titkos_fegyvere%3Ftoken%3Dae061ae48f5c505b53b02abeaf02f931)
- [7] <http://www3.signonsandiego.com/stories/2009/jan/24/1m24birds002252-bird-strikes-rare-lindbergh-field/?zIndex=42356>
- [8] <http://www.emilitary.org/article.php?aid=14057>
- [9] <http://icwdm.org/handbook/birds/birdAirport.asp>
- [10] <http://www.hindu.com/2008/03/14/stories/2008031458030200.htm>
- [11] <http://birdscarecannon.com/purchase.htm>
- [12] <http://www.birdraptor.com/>