

A VADVILÁG KOCKÁZATA A KATONAI REPÜLÉSBEN

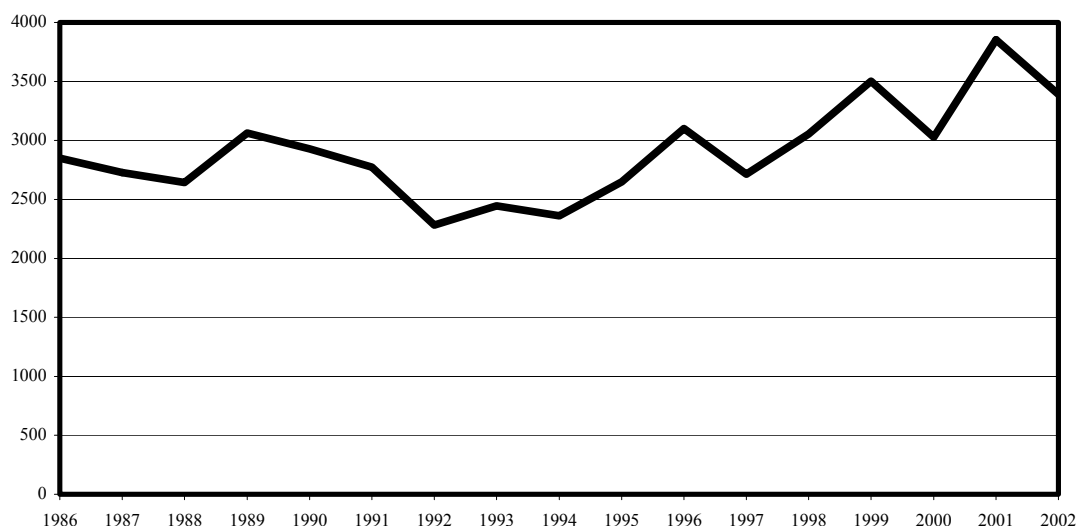
A vadvilág már a repülés kezdete óta veszélyt jelent a repülőgépekre, mely veszély leglátványosabban a madarakkal történő ütközésében jelenik meg. A madárral való ütközés kockázata a légijárművek sebességének növekedésével és a hajtóművek zajszintjének lecsökkenésével jelentős mértékűvé vált. A repülőgépek egyszerűen túl gyorsakká és túl csendesekké váltak ahhoz, hogy a madarak vagy más vadállatok kellő időben érzékeljék és elkerüljék őket, így akaratlanul komoly fenyegetéssé váltak a repülés biztonsága számára, ahogyan az ütközések mind gyakoribbakká és súlyosabbakká váltak.

A fent említett problémakör részleges vagy teljes kiküszöbölése érdekében a nagyobb légierők külön szervezeteket hoztak létre a probléma orvoslására. Ilyen például az Amerikai Egyesült Államok Légierőjének BASH (Bird Aircraft Strike Hazard — Madár Repülőgép Ütközési Kockázat) Team-je.

A tanulmány célja a vadvilág katonai repülésre gyakorolt kockázata főbb kérdésköreinek bemutatása. A publikáció az alábbi fejezetekből áll: Az 1. fejezet a madárütközéssel kapcsolatos statisztikai elemzések eredményeit mutatja be. A 2. fejezet az emlősütközések lehetőségeit, kockázatait elemzi. A 3. fejezet a repülőterek körüli madárveszély csökkentési módjait vizsgálja.

1. A MADÁRÜTKÖZÉSEK STATISZTIKAI ELEMZÉSE

A megfelelő és hatásos ellenintézkedések érdekében az első és legfontosabb feladat a megtörtént repülőgép–vadállat ütközések statisztikai elemzése. Jelen tanulmány alapvetően az Amerikai Egyesült Államok Légierő (USAF) [7], illetve a Canada Transport [1]; [2] adataira támaszkodik. Az adatforrás kiválasztását nem a napi divat, hanem az amerikai légierő illetve a kanadai polgári légiközlekedés mérete és légibázisainak, reptereinek világméretű elhelyezkedése indokolja, melyek biztosítják a megfelelő statisztikai sokaságot.



1. ábra Regisztrált madárütközések száma az USAF-nél

Az amerikai légierőben a madár-, vagy vadállatütközések adatait a BAM-ban (Bird Avoidance Model — Madárelkerülési Modell), illetve az AHAS-ban (Avian Hazard Advisory System — Madárkockázati Ellenőrző Rendszer) gyűjtik és dolgozzák fel, a későbbi balesetek elkerülése

érdekében. Az 1. ábra csak a BASH Team által regisztrált madárütközések évenkénti számát szemlélteti az 1985 — 2002 időszakra.

A legfrissebb adatok szerint 2004-ben 4567 madárütközést regisztráltak, melyek következtében 52.033.959 USD anyagi kár keletkezett [13]. Az egyetlen A kategóriájú¹ madárütközési baleset május 6-án következett be, amikor egy F-15E Eagle vadászgép, kismagasságon történő repülés során, hajtóműve egy magányos barátkeselyűt „nyelt”, melynek következtében a repülőgép megsemmisült. Ekkor keletkezett a teljes éves madárütközési kár mintegy 82 %-a (42.494.800 USD).

A tavalyi év során — a sokéves átlagnak megfelelően — az események közel fele (49%-a) történt a repülőterek közvetlen közelében. Kismagasságú repülések során következett be az ütközések 87 %-a, bár ezek kárösszege a teljes összeg 12 %-át tették ki.

A 10 legtöbb ütközést okozó madárfaj

1. táblázat

fajnév:	ütközések száma:	kárösszeg (USD):
fecskék	175	38.652
amerikai gyászos gerle	163	249.065
havasi fülespacsirta	145	61.678
rétipityer	98	228.783
fecskék	89	16.473
ékfarkú lile	81	547.735
vörös vércse	68	212.704
énekes madarak	64	19.136
denevérek	52	800
sirályok	39	218.582

Az 1. táblázat a 10 legtöbb ütközést okozó, a 2. táblázat pedig a 10 legnagyobb anyagi kárt okozó madárfajt mutatja az USAF 2004 évi gyors statisztikájából [13].

A 10 legnagyobb anyagi kárt okozó madárfaj

2. táblázat

fajnév:	kárösszeg (USD):	ütközések száma:
barátkeselyű	42.858050	21
sarki lúd	1.521.830	5
pulykakeselyű	812.266	18
galambok	693.666	31
ékfarkú lile	547.735	81
vetési varjú	451.123	1
amerikai gyászos gerle	249.065	163
rétipityer	228.783	98
sirályok	218.582	39
vörös vércse	212.704	68

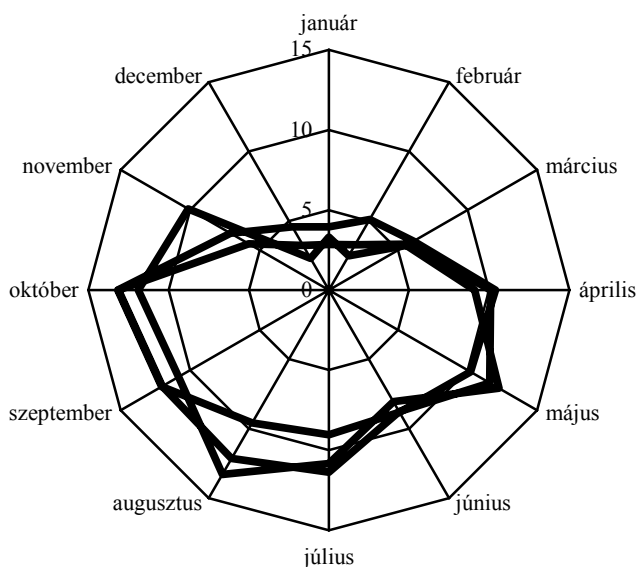
Érdeemes megvizsgálni, hogy az évek során a madárütközések havi eloszlása hogyan változik. Ehhez nézzük meg a 2. ábrát, ahol a madárütközések relatív eloszlása látható három — [2]; [7] és [15] — különböző adatforrás felhasználásával.

A diagramból egyértelműen látható, hogy általában augusztus, szeptember és október a legeseménydúsabb egymást követő három hónap. Például 2001-ben az Amerikai Egyesült Államok

¹ „A” (Class A) kategóriájú az a baleset, amely az alábbiak közül egy vagy több következményekkel járt:

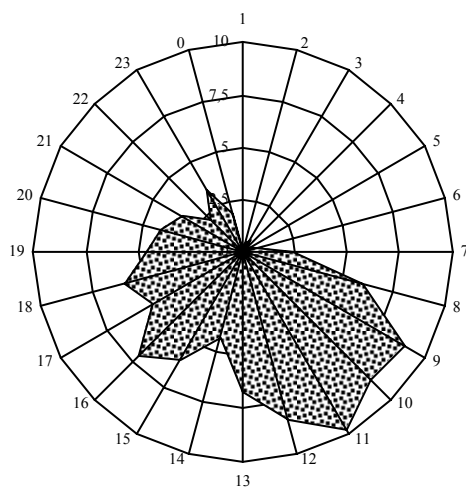
- 1 M USD, vagy annál nagyobb mértékű anyagi kár;
- halál vagy állandó teljes rokkantság;
- a repülőgép megsemmisülése vagy gazdaságosan nem javítható sérülése [14].

Légiereje egyedül 1442 esetet jelentett ebben az évszakban, mintegy 1.328.749 USD kárral. Ez az éves madárbalesetek 37,4 %-át jelentette. Ennek az a fő oka, hogy ez a három hónap egybeesik az őszi migrációs időszakkal, amikor a még „tanulatlan” fiókák indulnak délre — telelni. Ez nagyban növeli a sérüléssel ütközések veszélyét. A másik csúcs a tavaszi madárvonulások időszakára esik.



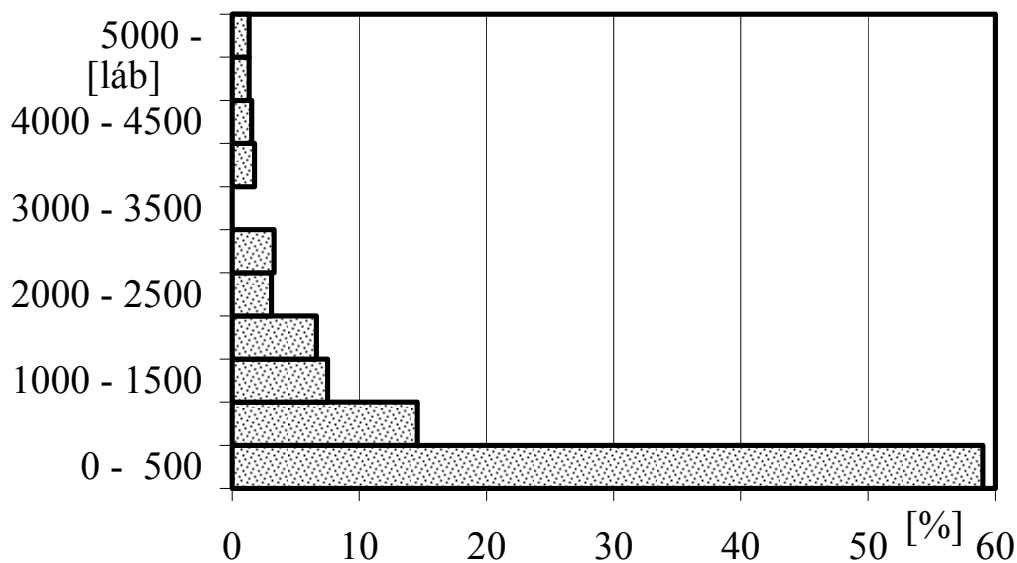
2. ábra Az ütközések megoszlása a hónapok függvényében (százalékban kifejezve)

A 3. ábra az ütközések napi relatív eloszlását szemlélteti. Látható, hogy a balesetek döntő része a reggeli, délelőtti napszakra esik.



3. ábra Madárütközések eloszlása a napszakok szerint (százalékban kifejezve)

A bemutatott diagramokból és a statisztikai adatokból egyértelműen kitűnik, hogy az ütközések legnagyobb hányada nappal, kis magasságban, a repülőtéren vagy annak közvetlen környezetében következik be. Ennek legfőbb oka az, a szakértői felmérések szerint, hogy az egyes madárpopulációk az urbanizáció és a mezőgazdaságilag művelhető területek eszkalációja következtében kiszorultak a tradicionális élőhelyeikről. S ezt a funkciót a kifutópályák környezetében elterülő nagyterjedésű füves területek, a kényszer leszálló pályák vették át.



4. ábra Ütközések gyakorisága a talaj feletti magasság függvényében (százalékban kifejezve)

2. EMLŐSÜTKÖZÉSEK ELEMZÉSE

Bár a vadvilággal kapcsolatos repülésbiztonsági vizsgálatok leginkább a madarakra koncentrálnak, más (emlős) vadállatok is veszélyt jelentenek a repülőgépek számára, így azokkal is szükséges törődni. Az emlősök közül főleg a szarvasok és a denevérek jelentenek magas kockázati tényezőt.

2.1. A szarvasok

A szarvasok viszonylag ritkán fordulnak elő a repülőtereken. Ezek a fajok általában legeléskor előnybe részesítik a nagylevelű lágyszárú növényeket, cserjéket és fákat. A szarvasok kora reggel és este a legaktívabbak. Több száz hektáros sajátterülettel rendelkeznek, amely az évszakokkal együtt változhat. A szarvasok inkább az erdők szélét kedvelik, szívesen legelésznek mezőgazdasági területeken, keverve az erdei a friss hajtásokkal. Fontos azt tudni, hogy a vadászszезonban a szarvasok gyakrabban menekülnek be a repülőterekre [4].

Egy nem hivatalos elemzés szerint 1990 és 1997 között 21 kanadai repülőtér összesen 42 szarvas–repülőgép ütközést jelentett.

Mindegyik baleset törést eredményezett a repülőtér normális üzemeltetésében. Olyanok, mint a fel- és leszállások késleltetése, a fel- és leszálló pálya ideiglenes lezárása, amíg a repülőtér személyzete kivizsgálta az esetet, járat átirányítások tartalék repülőterekre, a fel- és leszállások megszakítása az ütközések elkerülése érdekében [3].

Például 1997. augusztus 12-én Swearingen SW3 típusú repülőgép szarvassal ütközött felszállás közben az Ontario-i Kingston-ban. A pilóta megszakította a felszállást. Több sérülést jelentettek a gép sárkányszerkezetén, a fedélzeten lévő két fő nem sérült meg, de a szarvas elpusztult. A repülőteret másfél óra időtartamra le kellett zárni.

Szintén abban az évben, október 22-én egy Cessna 560 az Alberta-i Jasper/Hinton Repülőtéren, kigurulás közben szarvassal ütközött. Az ütközés következtében a balszárny belépőjele 20 mm mélyen és 200 mm hosszan behorpadt. A repülőtér üzemeltetői lezárták a pályát a tetem eltávolításáig. A repülőgépen tartózkodó két fő személyzet és a hat fő utas nem szenvedett sérülést.

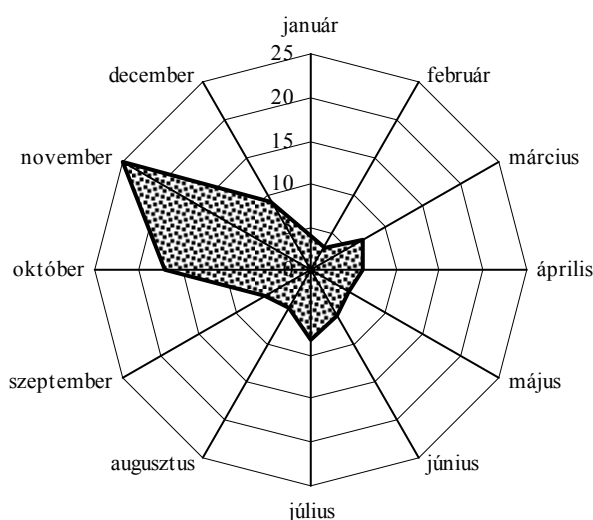
A szarvasok ütközési kockázatát nagyban növeli a balesetek bekövetkezésének körülményei. A repülőterekre betévedő, vagy bemenekülő szarvasok könnyen a nekifutó vagy kiguruló repülőgépek

elé futnak. A pilóták ekkor a legtehetősebben. Kitérő, elkerülő manőverre nincs módjuk, csak egyenes-vonalú fékezéssel tudják az ütközés súlyosságát csökkenteni.

A szarvas-ütközési veszély csökkentése érdekében a repülőterek üzemeltetőinek kell intézkedéseket hozni. Mint például:

- magas kerítés felhúzása a repülőtér köré, megakadályozni, hogy a szarvasok bejussanak a repülőtérrel;
- a szervezett vadvédelmi járőrözés növelése a repülőtereken, a szarvasok zavarása érdekében, hogy azok elkerüljék a fel- és leszálló pályákat, illetve a guruló utakat;
- élénksínű (például narancssárga) hófogó rácsok állítása a szarvasok elriasztására, hogy az aktív fel- és leszálló pályákat, a guruló utakat ne közelítsék meg.

Az állandó lánckerítés felállítása nem lehetséges, mert azok zavarhatják a lokátorokat.



5. ábra Repülőgép-szarvas ütközések relatív eloszlása a hónapok függvényében

2.2. A denevérek

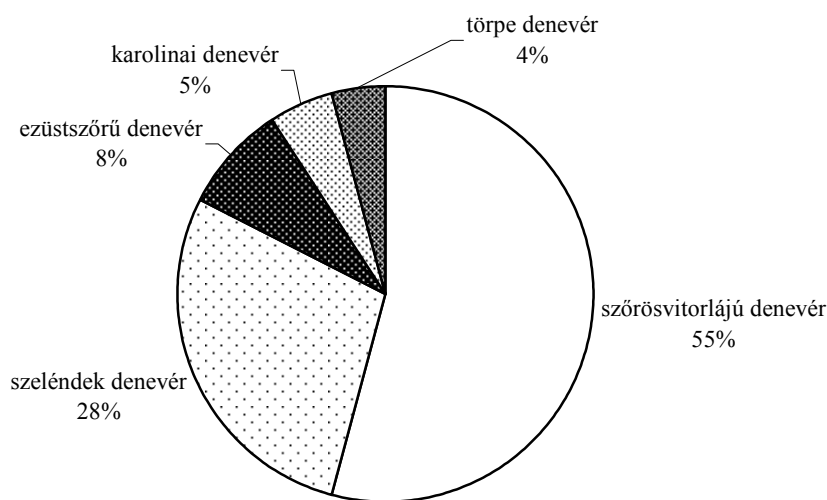
A madarakhoz hasonlóan a denevérek is tudnak repülni, így magas kockázati szintet jelentenek a repülőgépekre és helikopterekre, főleg sötétben. Ráadásul félelmet is kelthetnek.

Észak Amerikában a denevérek nem jelentenek olyan nagy mérvű veszélyt a repülésbiztonságra, mint a madarak. De, például a hatvanas évek második felében szeléndek denevér nagy rajait észlelték, melyek nagyobb problémát okoztak, mint a madarak a T-38 Talon gépek repülésbiztonsága szempontjából a texasi Randolph Légibázison. Az amerikai Légierőnél fő denevér okozta gondot az államokon kívüli repülési feladatok okoznak. Például Ázsiában, ahol a denevérek akár 1,8 méternél nagyobb szárnyfeszítávolságot, és 1 kg-nál nagyobb tömeget is elérhetik

Ismerve azt, hogy mely fajok játszanak szerepet a vadállatütközésekben, az adatbázisba való integrálás nagyban segíti a repülésbiztonságot [9]. A számos denevérütközés érdekes információkkal szolgál a repülés és a tudományos közélet számára, tekintettel repülőgépek sérüléseire, a denevérek nagy magasságban történő repüléseire, illetve a kevert madár–denevér rajok migrációjára. Nem régen egy szeléndek denevér (tömege 8~17 gramm) és egy T-37B repülőgép ütközése során közel 10.000 USD kár keletkezett. Egy vörös denevér vadgalambbal közösen 195.707 USD kárt okozott egy C-130E Hercules szállító repülőgépben.

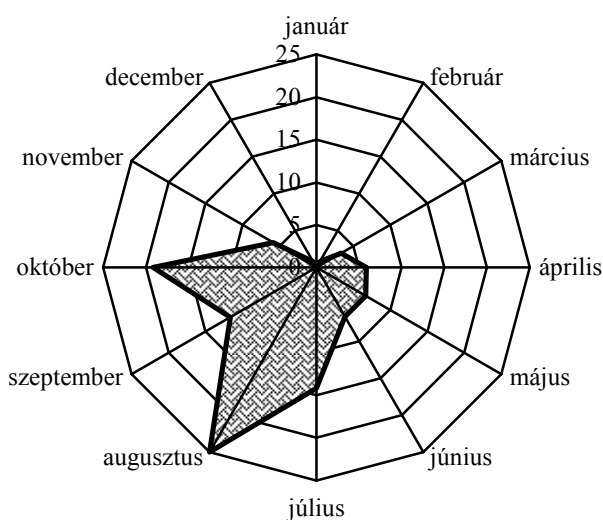
1997 és 2003 között több mint 126 denevérütközés maradványát gyűjtötték össze az Amerikai Egyesült Államok Légierő Wildlife Research Center (Vadvilág Kutatási Központ) Biological Survey Unit (Biológiai Tanulmányok Egysége) munkatársai, akiknek munkáját már sok éve segíti a

Smithsonian Institution's Feather Identification Lab (Smithsonian Intézet Madártoll-azonosító Laboratóriuma). Balesetek helyszínén talált toll-, vagy szőrmaradványok, csontok és karmok alapján végzik munkájukat. A múzeum birtokában lévő referencia mintákkal való összehasonlítással, vagy mikroszkópos vizsgálatokkal, illetve más hasonló módon azonosítják a madártoll- és egyéb állatmaradványokat.. A szakemberek az összes ütközési maradványt összegyűjtik, azonosítják és rendszerezik.



6. ábra Denevérütközések fajok szerinti eloszlása

Az eredményeket egy adatbázisban rögzítik, és közreadják a denevérek természetes viselkedésének mélyebb megértése érdekében. Az elemzések statisztikai eredményeit szemlélteti a 6. és a 7. ábra. Ezekből megtudhatjuk, hogy a szőrösvitorlájú (55 %) és a szeléndek (28 %) denevérek játsszák a legnagyobb szerepet az USAF ilyen baleseteinél, valamint a legtöbb denevérütközés augusztusban történik.



7. ábra Denevérütközések megoszlása a hónapok függvényében (százalékban kifejezve)

2.3. Más emlősök

Farkasokat és rókákat a különböző rágcsálók és más táplálékok csalják a repülőterekre. A szarvasok távoltartására használt kerítés a rókák és farkasok ellen is jól használható. A rágcsálók számának csökkentése szintén enyhíti a róka és farkas veszélyt. A pirotechnika jól használható a zavarásukra. A visszatérő vagy egyéni állatok kockázatát eseti vadászattal lehet csökkenteni.

1995. február 10-én a Lester B. Pearson Nemzetközi Repülőtér 24L pályáján leszállás közben prérifarkasokat jelentett az Air Canada pilótája. A következő 25 percben két prérifarkast figyeltek meg a 24L pálya közvetlen közelében, különböző helyeken. A biztonsági szakemberek addig hajtották őket, amíg azok a repülőtér kerítésén kívülre nem menekültek. Ez számos késést okozott, illetve a leszálló gépeket átirányították a 24R pályára.

A nyulak közvetlen a repülőgépekre gyakorolt hatásán túl gyakran vonzzák a repülőterre a különböző ragadozó madarakat és emlősöket. Megfelelő fűnyírással lehet csökkenteni ezen állatok számát a repülőtereken. Néhány, egymást követő évben végrehajtott nyúl vadászattal lehet csökkenteni a nyúlpopulációt a bázisokon. Csapdák alkalmazása és mérgezés is hatásos lehet a populáció csökkentésére.

Rágcsálók vonzzák a ragadozókat, a rókákat és a farkasokat. Kockázatuk megfelelő rágcsálóirtással csökkenthető.

3. REPÜLŐTEREK KÖRÜLI MADÁRVESZÉLY VIZSGÁLATA

A madarakkal, a tájhasználattal és a repülőgépekkel kapcsolatos repülőtér körüli kockázat egy komplex repülésbiztonsági kérdéskör. Napjainkban jelentős változások tapasztalhatók a repülőterek körüli tájhasználatában, melyek befolyásolják a költöző és nem költöző madarak viselkedéseit egyaránt. Adott esetben az ebből származó repülésbiztonsági feladatok a közeli települések fejlődését is korlátozhatják, és így ellentétet okozhatnak a repülőtéri és a helyi, önkormányzati hatóságok között.

A fentiek alapján időszerűvé váltak olyan tanulmányok, elemzések készítése, melyek célja hozzájárulni a madárütkezések repülőgépek üzemeltetésére gyakorolt kockázatának csökkentéséhez a nagykockázatú madárfajok emberi(!) tájhasználattal történő szabályozásával. Több mód is lehetséges, melyekkel a repülőgép- és hajtóműgyártók, légitársaságok vagy légierők, azaz a repülőtér üzemeltetői hozzájárulhatnak a madarakkal kapcsolatos repülési kockázat csökkentéséhez [5].

Ezen repülésbiztonsági munkák a repülőtér környéki madárütkezési kockázat alábbi három elemét mérik fel:

- repülőgépek és repülőterek üzemeltetése;
- a madárfajok kockázatai jellemzése;
- tájhasználat madárfajokra gyakorolt hatásainak elemzése.

3.1. Repülőgépek és repülőterek üzemeltetése

A repülőgép üzemeltetését, a rajtuk keletkezett sérüléseket, esetleges megsemmisüléseket fontos megvizsgálni a madárütkezések kockázatának becslése során. A repülőgépek sérülésének rangsorolásához mindenképpen ki kell választanunk egy kategóriarendszert. Praktikusan egy már meglévő, máshol már alkalmazott rendszert célszerű alkalmazni.

A madárütkezéseknek a sárkány vagy hajtóműszerkezetekre gyakorolt hatásait mind a repülőgép-, mind a hajtóműgyártók numerikus mechanikai és modell kísérletekkel egyaránt vizsgálják [15]. Ezen tanulmányok eredményeinek közzététele — terjedelmi okokból — csak egy külön publikáció témájaként kezelhető.

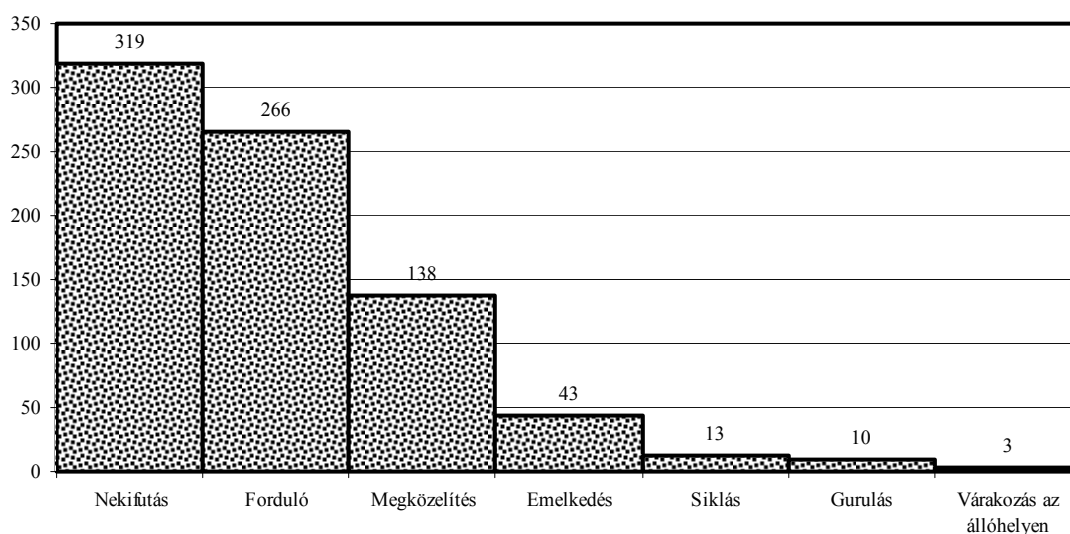
A másik fontos kérdés a repülőterek üzemeltetése, megközelítési, le- és felszállási, gurulási eljárásainak elemzése.

Alapvető információkhoz jutunk az adott repülőtér megközelítési pályájának feltérképezésével. Fontos azt is felmérni, hogy a vizsgált repülőteret milyen műszeres leszállító berendezéssel látták el,

vagy esetleg csak látás szerinti leszállásra alkalmas. Ezek ismeretében a fel- és a leszálló repülőgépek vízszintes és függőleges veszély zónái könnyen tervezhetők. Érdekes ehhez megvizsgálni a 4. ábrát, amely a madárütközések talaj feletti magasság szerinti eloszlását szemlélteti. Látható, hogy az ütközések döntő hányada a talaj közvetlen közelében következik be.

Szintén jelentős kérdés az üzemeltetés vizsgálatakor, hogy a repülőtér milyen kategóriájú repülőgépek (például sugárhajtóműves utasszállítógépek, vagy légsavaros kisgépek) fogadására rendezkedett be.

Fontos azt is megvizsgálnunk, hogy a repülőtér, illetve közvetlen környezetében végrehajtott manőverek során milyen gyakorisággal következnek be a madárütközések. Egy ilyen elemzés adatait tartalmazza a 8. ábra, mely a Kanadában, 2003-ban repülőterek közelében bekövetkezett események adatait dolgozza fel [2].



8. ábra A repülőtereken, illetve környezetükben bekövetkezett madárütközések eloszlása a manőverek alapján

Az elemzések alapján megállapítható, hogy a kockázat szintje változik a fel- és leszállás, az emelkedés és a megközelítés különböző fázisaiban. Például, a legnagyobb kockázat a felszálláskor vagy az emelkedésbe való áttérés során lép fel. A repülőgép ekkor védtelen a földön, maximális vagy ahhoz közeli (azaz felszálló) üzemmódon dolgozik, teljes a tüzelőanyag terhelés és a gép a kritikushoz közeli állásszöggel repül. A személyzet aktivitása magas és az együttműködésük eljárási rendek alapján meghatározott. Ahogy az emelkedés során a talaj feletti magasság növekszik, a vezérlés elvesztésének és a földhöz csapódásnak — vagyis az A kategóriás baleseteknek — a kockázata csökken. Ezzel egy időben a komoly sárkányszerkezet- és/vagy hajtóműsérülés (B kategória²) kockázata növekszik a madár-beccsapódási — pontosabban a repülési — sebesség növekedésével. Az ilyen jellegű elemzések során a szakemberek a repülés különböző repülőtér körüli fázisait az akkor bekövetkező legrosszabb eset súlyosságával értékelik. Így az A kategóriás baleseteket a felszálláshoz, az emelkedéshez, az eltévesztett megközelítéshez, az átstartoláshoz sorolják, 1500 láb (kb. 450 méter) talaj feletti magasság alatt, ahol a madárütközések közel 80 %-a következik be (lásd 4. ábra). A B kategóriás eseményeket minden más repülési fázishoz kapcsolják a megközelítéshez való süllyedés, a megközelítés és az emelkedés során is.

² „B” (Class B) kategóriájú az a baleset, amely az alábbiak közül egy vagy több következményekkel járt:

- 200.000 és 1 M USD közti mértékű anyagi kár;
- részleges végleges rokkantság;
- 5 főnél több személy kórházi kezelése [14].

3.2. A madárvilág jellemzése

A repülésre legveszélyesebb fajok ismerete alapvető kérdés a madárütközési kockázat kezeléséhez, az elhárító tevékenységek irányítása és a csökkentési prioritások meghatározása érdekében [8].

Richard Dolbeer és munkatársai [6] kiválasztották azokat a madárfajokat, amelyek 1991 januárja és 1998 májusa között legalább 17 USA-beli ütközésről készült jelentésben szerepeltek, majd az ütközési adatokat az alábbi szempontok alapján elemezték:

- ➔ a repülési feladatra kifejtett hatásuk;
(például megszakított felszállás, hajtómű leállás vagy kényszerleszállás)
- ➔ a repülőgép sérülése;
(például egyszerű javításra volt szükséges vagy ismeretlen a sérülés mértéke)
- ➔ a repülőgép nagymérvű sérülése.
(például megsemmisülés vagy részleges, de jelentős szerkezeti sérülés)

A fenti szempontból vizsgált statisztikai adatok figyelembevételével rangsorolták a madárfajok veszélyességét és egy összesített rangsort készítettek a vizsgált fajokról, melyet a 3. táblázat tartalmaz.

Madárfajok ütközési veszélyességi rangsora

3. táblázat

	Faj	Jelentett ütközések száma	Sérülések [%]	Nagymérvű sérülések [%]	Hatásuk a repülési feladatra [%]
1.	Keselyűk	152	67	24	40
2.	Ludak	532	56	21	32
3.	Daruk	28	56	20	25
4.	Halászsas	18	50	18	36
5.	Pelikán	17	53	13	27
6.	Vadkacsák	401	41	13	23
7.	Sólymok	452	25	7	21
8.	Sasok (halászsas nélkül)	24	38	5	23
9.	Szírti galamb	346	20	11	20
10.	Sírályok	2599	20	8	18
11.	Szürke gém	215	20	6	20
12.	Vadgalamb	139	16	9	10
13.	Bagoly	171	17	7	10
14.	Vörös vércse	138	11	9	10
15.	Parti madarak	1196	11	2	11
16.	Varjúk	149	11	4	11
17.	Seregélyek	1052	6	2	10
18.	Verebek	622	2	<1	6
19.	Fecskék	209	1	<10	3

Rolph Davis kutatócsoportja szerint is a madárfajok kockázat alapján történő azonosítása egy fontos lépés a repülőterek körüli kockázat becslésekor [5]. Ezért a madárfajok fizikai jellemzőit és fészkelésüket, táplálkozásukat, csoportosulási és repülési jellemzőjüket szükséges vizsgálni a veszélyrangsorolási rendszer kialakítása érdekében.

Elemzésük elvégzésekor abból a hipotézisből indultak ki, hogy a madárütközés következményét az alábbiak befolyásolják:

- a madarak mérete, súlya és sűrűsége;
- a becsapódási sebesség;
- az ütközésben résztvevő madarak száma.

Amikor a méretet elemezték, a fajok átlagos súlyát használták fel, mivel a madarak sűrűsége és tömege határozza meg alapvetően a repülőgép sérülésének mértékét.

A fajok csoportosulási tulajdonságai is fontosak, mert ez hatással van annak valószínűségére, hogy egynél több madár csapódik be egy esemény során a repülőgépbe vagy hajtóművébe.

Például egy madárraj könnyen okozhatja, hogy egyszerre több madár jut be egy vagy több hajtóműbe, ennek következtében jelentősen növeli egy baleset kockázatát. Gyakran idézett példa erre az, amikor egy Lockheed Electra négy hajtóművéből három „nyelt” seregélyt közvetlenül a felszállás után bostoni Logan repülőtéren. Bár a seregély kicsi egyéni tömeggel bír és az Electra turbólégcsavaros hajtóművekkel rendelkezik — amelyek kevésbé érzékenyek a hajtómű sérülésekre, mint a sugárhajtóműves repülőgépek —, a repülőgép mégis jelentős mértékű tolóerőt és így sebességet veszített az ütközés következtében és a Bostoni öbölbe zuhant, 62 fővel a fedélzetén.

A madárfajok repülési tulajdonságai is fontosak a kockázat becslése szempontjából. Például azok a madarak, akik máskor a terület közelében tartózkodnak, az éves vonulásaik során nagyobb magasságokon repülnek. A vándormadarak vonulási jellemzőit legnagyobb részt nem befolyásolja egy adott repülőtér körüli terület-felhasználás, így a repülőtér környékén fellépő madárütközési kockázatot elemző tanulmányok általában nem foglalkoznak madármigráció kérdésével. Ezek a tanulmányok inkább a helyi és napi mozgásokra koncentrálnak, melyek kapcsolatban állnak a repülőtér körüli fészkelésükkel és táplálkozásukkal. Bizonyos fajok nagyon közel repülnek a talajhoz, így kisebb kockázatot jelentenek. Más fajok, mint például a sirályok, a sólymok és a keselyűk, általában 300 – 450 méter magasan repülnek a talaj fölött. Ők már nagyobb kockázatot jelentenek a felszálló és érkező repülőgépek számára.

Madárfajok veszélyességi rangsorolási rendszere

4. táblázat

Veszélyességi szint	Jellemzők	Jellemző faj
1	nagyon nagyok (> 1,8 kg), rajban	ludak; daruk; kormoránok
2	nagyon nagyok (> 1,8 kg) egyedül vagy nagyok (1~1,8 kg) rajban	keselyű; vadkacsák; sirályok;
3	nagyok (1~1,8 kg) egyedül vagy közepesek (0,3~1 kg) rajban	vörösfarkú ölyv; rövidcsőrű holló
4	közepesek (0,3~1 kg) egyedül vagy kicsik (5~30 dkg) rajban	seregélyek
5	kicsik (5~30 dkg) egyedül vagy nagyon kicsik (<50 g) rajban	keleti rétipityer; fecskék
6	nagyon kicsik (<50 g) egyedül	poszáta; vireo; verebek

Ezért egy hatfokozatú rangsorolási rendszert szerkesztett Rolph Davis kutatócsoportja a fajok kategorizálására a potenciális kockázatuk alapján, számba véve testsűrűségüket, tömegüket, csoportosulási, táplálkozási és fészkelési szokásaikat (4. táblázat).

Általában csak az 1. – 4. veszélyességi szintű madarakat veszik figyelembe a vizsgálatok során, mivel az 5. és a 6. veszélyességi szintű madarak csak nagyon ritkán okoznak A vagy B kategóriájú repülőeseményt. Igaz, az 5. és a 6. veszélyességi szintű madarak gyakran szenvednek ütközést, de csak nagyon ritkán okoznak kisebb sérülésnél nagyobb szerkezeti károsodást. Esetükben gyakran fordul elő, hogy a hajózó személyzet és a repülőműszaki állomány nem észleli az ütközést, ilyenkor a repülőtér-karbantartók vagy a biztonsági őrök találják meg a tetemeket a pályán vagy a guruló úton.

3.3. A terület-felhasználás elemzése

A földterületek, felhasználási módjuktól függetlenül, valamilyen szintű, de eltérő hatással bírnak a madarak különböző fajaira. Az közzismert, hogy madarak nem fenyegetik a repülőgépeket, ha a repülőtér környezetében a földön vagy földhöz közel vannak. Így repülésbiztonsági szempontból fontos kérdésként merül fel, hogy a repülőterek körüli földterületek emberek általi használata, mely madárfajokra milyen hatást (vonzást, vagy távoltartást) gyakorolnak. Ezért a terület-felhasználás madáruttközésre gyakorolt hatásának elemzése során vizsgálandó jellemzők az alábbiakban foglalhatók össze:

→ **a fajok, melyeket befolyásol a táj;**

Azok a terület-felhasználási módok, melyek az 1. – 4. veszélyességi szintű madárfajokra és különösen az 1. és 2. szintűekre vonzó módon hatnak, a legnagyobb kockázatúak.

→ **a befolyásolt madarak száma;**

Azok a tájhasználati módok, amely a nagyszámú és veszélyes madárfajokra vannak vonzó hatással, különösen kockázatosak.

→ **a befolyásolt madarak viselkedése;**

Azok a terület-felhasználási módok, melyek nagy talajfeletti magasságban oda, vagy onnan történő repülésre készíti a madarakat, különösen kockázatosak.

→ **a terület-felhasználása gyakorisága;**

Az a tájhasználat, amely gyakori (mindennapos) látogatásra készíti a veszélyes madarakat különösen kockázatos. Például egy szemétkerakó üzemeltetése, ahova az év minden napján sirályok ezrei repülnek, nagyon kockázatos terület-felhasználás. Ezzel ellentétben egy éppen felszántott földdarab csak pár száz sirályt csalogat magához és csak egy-két napra tavasszal és ősszel.

→ **a földdarab a repülőtérhez képesti relatív helyzete;**

A felhasznált terület repülőtérhez, pontosabban a fel- és leszálló pályához viszonyított helyzete és befolyásolt madárfajok jelentősen eltérő kockázattal bírnak. Például, egy tájhasználat, amely alacsonyan repülő vagy ott táplálkozó madarakra van vonzó hatással, kicsi kockázattal bír, ha 2 – 3 km-re helyezkedik el a fel- és leszálló pályától. De egy hasonló tájhasználat közvetlenül a pálya mellett már jelentősen magas kockázatú.

→ **a területhasználat célja;**

Ennek felmérése sokat segít veszélyekkel kapcsolatos zónákra bontani a repülőtér körüli területeket. Például egy telekfüggő használatról (mint például egy szemétkerakó vagy disznófarm) egy széleskörű mezőgazdasági tevékenységig (mint például a szántás vagy más földművelés).

A fenti tényezők figyelembevételével általában egy egyszerű, négyfokozatú tájhasználati rangsort alkalmaznak az elemzéseket végző szakemberek.

A magas kockázatú tájhasználat rendszeresen vonzza a nagy számú és veszélyes madárfajokat. Ezek a madarak gyakran nagy távolságokban repülnek magas kockázatú tájhasználatot okozva, mivel ezek a madarak könnyen a fel- és leszálló repülőgépek útjába kerülhetnek. A magas kockázatú tájhasználat magában foglalja a szemétkerakókat, sertéshizlaló telepeket, vízimadarak táplálkozási helyeit, sőt még a lóverseny pályákat is.

A közepes kockázatú tájhasználat a kisebb, de még jelentős számú veszélyes madárfajt vonz. Ezek magukban foglalják a nyitott vagy részben zárt szemétkerakó helyeket, marha telepeket, szennyvízderítő telepeket, parkokat és kirándulóhelyeket, illetve golfpályákat is.

Az alacsony kockázatú tájhasználat kis számú veszélyes madarat rendszertelenül vonz. Ez magában foglalja száraz szemétkerakó helyeket, mocsarakat, lápok, lapályokat és az üdülőtérterületeket.

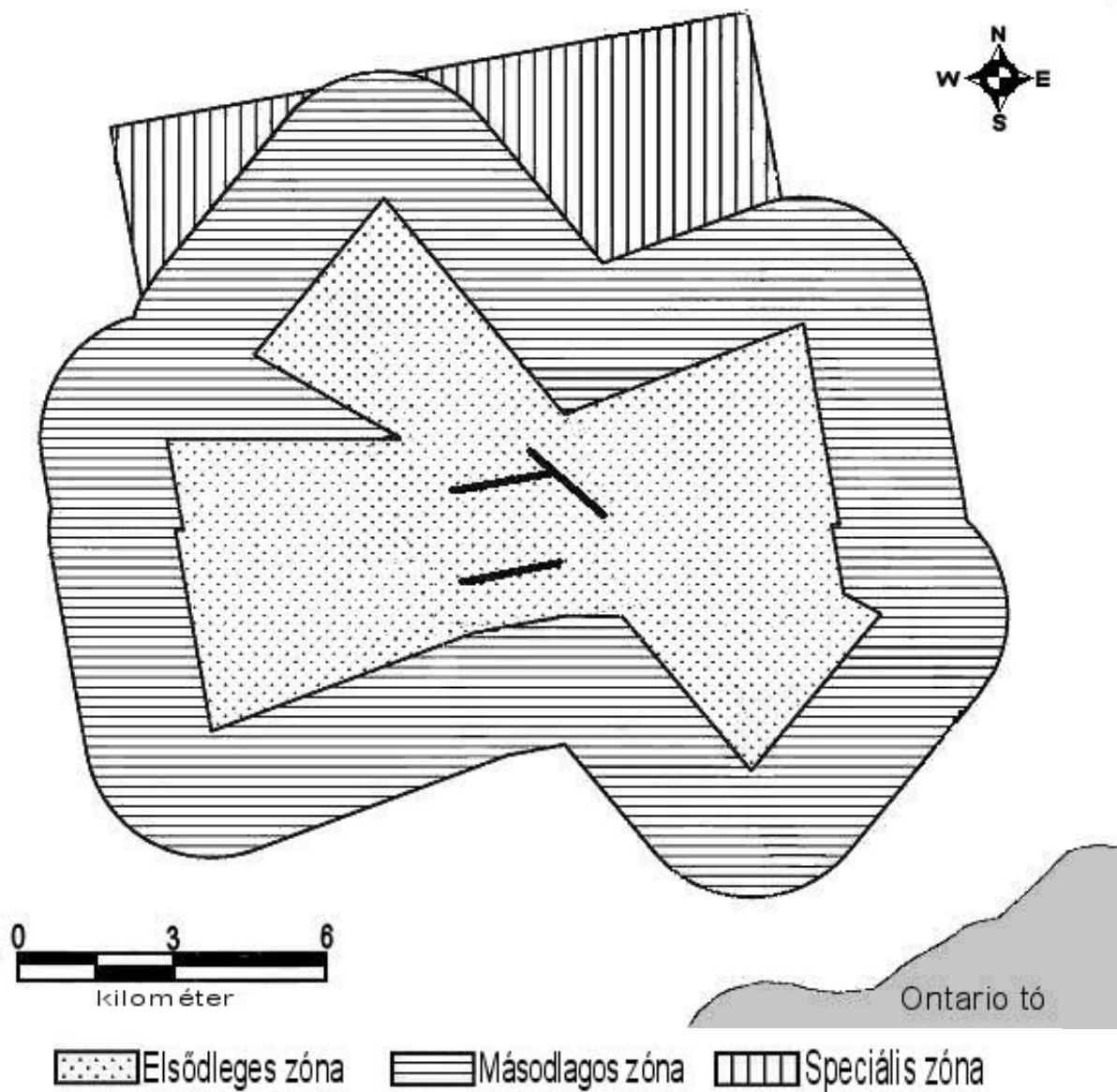
A negyedik kategória az úgynevezett „lehetséges kockázatú tájhasználat”, amely a szabályos

alkalmazás esetén nem vonzaná a veszélyes madárfajokat. Ezek például a zárt szemétátrakodó helyek, száraz és nedves recirkulációs üzemek, baromfitelepek, szántók esővízgyűjtők.

3.4. A Pickering-i repülőtér vizsgálata

Pickering a kanadai Ontario államban, Toronto-tól mintegy 50 km-re található észak-keleti irányban, az Ontario tó közelében. A tervezett Pickering-i repülőtér mindhárom fel- és leszálló pályáját precíziós rádiónavigációs leszállító rendszerrel látják el, és repülőtérrel használó repülőgépek döntő hányada sugárhajtóműves szállítógép lesz. A fel- és leszálló repülőgépek vízszintes és függőleges veszély zónái így könnyen tervezhetők. A repülőtér fel- és leszállópályáinak elhelyezkedését vastag vonalak szemléltetik a 9. ábra.

A vizsgálathoz a terület madárvilágáról az elmúlt harminc évben végzett tanulmányokat használták fel. A legjellemzőbb első veszélyességi szintű madár faj a kanadai lúd. A második veszélyességi szinthez az amerikai nagy szürkegémek, pulykakeselyűk és a fehérfejű réti sasok, mint egyedül repülő madarak, illetve a rajban repülők közül a vadkacsák, kormos récék és az ezüst sirályok tartoznak. Tizenegy más faj tartozik a harmadik és a negyedik szinthez.



9. ábra Javasolt madárkockázati zónák a Pickering-i repülőtér körül

A madarak lehetséges táplálkozási területei néhány fajt távolabbi helyről vonzzák ide. Több madár miután a szeméttelen befejezte a táplálkozást, a közös pihenőhelyre vonul vissza. Ezek a madarak, mint a varjak, a sirályok és a seregélyek, napi repülést hajtanak végre a szeméttelen és a több kilométerre lévő pihenőhelyük között. Ezek az átvonuló madarak keresztezhetik a repülőtér fel- és leszállási útvonalait. A sirályok gyakran 30 kilométert is repülnek a szeméttelen és a fészkelő helyek között. Ez is jól illusztrálja, hogy sem a pihenő, sem a táplálkozási helynek nem kell a repülőtér közvetlen közelében lennie ahhoz, hogy madárütkezési veszélyt okozzanak a repülőtér üzemeltetőinek. Ez különösen fontos Pickering esetén, az Ontario tó közelségének ismeretében. A repülőtértől északra elhelyezkedő szeméttelen jelentős kockázatot jelent, mivel a sirályok naponta kétszer repülnek a telep és a tavon lévő pihenőhelyeik között a repülőtér fölött. Másrészről egy a repülőtértől ugyanakkora távolságra, de délre elhelyezkedő szeméttelen jóval kisebb fenyegetést jelentene a jövőbeni repülőtér számára.

A Pickering-i repülőtér körül végzett vizsgálat során három veszélyességi zónát határoztak meg:

Elsődleges madárveszély zóna: Ez az a zóna, ahol A kategóriájú katasztrófa következhet be. A zóna mérete függőlegesen 1500 láb (mintegy 450 méter) a talaj fölött, oldal és hosszanti irányban a siklópálya háromszorosa. Ezek határát pályaküszöböktől 8,8 km-re állapították meg. Ezt azzal indokolták, hogy mindegyik érkező repülőgép az 1500 láb (kb. 450 méter) talaj feletti repülési magasságot 8,8 km-nél éri le, mivel az elemzés során a műszeres megközelítési módot választották irányadónak.

Dél Ontarióban az a tapasztalat, hogy a nem költöző madarak 1500 láb (kb. 450 m) alatti magasságon, bár a helyi tájhasználat által vonzott madarak általában 1000 láb (kb. 300 m) alatt repülnek.

Terület-felhasználási javaslat a Madárveszély zónákban

5. táblázat

Tájhasználat	Elsődleges zóna	Másodlagos zóna	Speciális zóna
Nagyon magas			
rothadó szeméttelen	—	—	—
sértésten	—	—	—
vadállat menedék	—	—	—
szennyvíz derítő	—	—	—
lőversenypálya	—	—	—
Közepes kockázat			
nyitott vagy részben fedett szeméttelrakodó	—	—	+
szarvasmarha ten	—	—	+
szennyvíz ten	—	—	+
városi park	—	—	+
golfpálya	—	—	+
Alacsony kockázat			
száraz szeméttelen	—	+	+
mocsár, láp, lapály	—	+	+
üzletközpont	—	+	+
gyorsétterem	—	+	+
kerthelység	—	+	+
iskolaudvar	—	+	+
pihenőközpont	—	+	+

— nem engedett + megengedett

Másodlagos madárveszély zóna: Figyelembe véve, hogy a pilóták nem mindig pontosan a műszeres bejövétel szerint repülnek, vagy a szél eltérítheti a repülőgépeket a pálya tengelyétől, egy külön négy kilométeres „ütkező zónát” adtak a nem pontosan meghatározható madárviselkedések

figyelembevételéhez is.

Például a madarak, melyek egy konkrét földdarabhoz vonzódnak más közeli helyeket is meglátogathatnak. Az sem látható előre, hogy a madarak mindig ugyanazon az útvonalon repülnek, sőt mi több az elemzők ismerete nem eléggé részletes ahhoz, hogy pontosan leírják azok helyi útvonalait.

Speciális madárveszély zóna: A harmadik, speciális madárveszély zónába a repülőtér körüli magas kockázatú tájhasználatához kapcsolódó területek kerültek. Ezek jelentős vonzerővel bírnak, és így magas kockázatot jelentenek. Ilyen ebben az esetben a repülőtértől északra elhelyezkedő szeméttelep, mely a sirályok ezreinek napi repülését jelentheti a repülőtér fölött, illetve a megközelítési, felszállási útvonalakat keresztezve, amikor a madarak a táplálkozási helyük és a délre elhelyezkedő Ontario tó között repülnek.

Ezen okból javasolták az elemzők egy derékszögű zóna kialakítása a kelet-nyugati pálya másodlagos zónájának északi határától északra.

A madárveszéllyel kapcsolatos ismereteket integrálták a tájhasználattal kapcsolatos információkhoz, létrehozva egy listát, mely segítséget ad a helyi hatóságoknak a repülőtér üzemeltetéséhez illeszkedő terület-felhasználás meghatározásához. Ezt a javaslatot mutatja be röviden az 5. táblázat.

ÖSSZEFOGLALÁS

A repülésbiztonság egyik fontos kérdése a madár- és más állatütközés kockázata. A tanulmányban bemutatott statisztikai adatok is alátámasztják a madár- és vadvilág veszély vizsgálatának fontosságát a repülésbiztonság fokozása szempontjából.

Az ütközések következtében fellépő anyagi kár — a hajtómű vagy a sárkányszerkezet sérüléseinek — csökkentése, és főleg pedig az emberéletet követelő katasztrófák elkerülése érdekében szükséges a madarak és a teljes vadvilág, illetve a repülésbiztonságra gyakorolt hatásának tanulmányozása. Az így szerzett tapasztalatok (például madárvonulási útvonalak és idők) alapján határozhatók meg a megfelelő repülésbiztonsági intézkedések.

Közismeret tény, hogy ezen ütközések döntő része a repülőtereken vagy közvetlen közelükben következnek be. Ezért a szakemberek nagy erőfeszítéseket tesznek a repülőtéri madárütközési kockázat csökkentésére. Ennek egyik leghatásosabb módjának a repülőterek környezetében a terület-felhasználás összehangolása a repülésbiztonsági igényekkel. A tanulmány a madárütközések kockázatának a tájhasználat optimalizálásával történő csökkentési módszereit mutatta be. A Kanadában található Pickering-i repülőtér esettanulmányán keresztül a fentebb leírt elemzési módszer alkalmazási lehetőségét is szemléltette.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző felsőoktatási és tudományos kutatási tevékenységét az Oktatási Minisztérium Széchenyi István Ösztöndíjjal támogatja (SZÖ 188/2003), amit a szerző ez úton köszön meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Airport Wildlife Management and Planning
<http://www.tc.gc.ca/civilaviation/AERODROME/WildlifeControl/bulletins/AWMB31.htm>
- [2] Airport Wildlife Management and Planning Update 2004,
<http://www.tc.gc.ca/civilaviation/AERODROME/WildlifeControl/bulletins/AWMB34.htm>
- [3] Airport Wildlife Management and Planning, Deer Hazards
<http://www.tc.gc.ca/civilaviation/AERODROME/WildlifeControl/bulletins/AWMB21.htm>
- [4] Bird/Wildlife Aircraft Strike Hazard (BASH) Management Techniques, AFPAM 91-212, 2004,
<http://afpubs.hq.af.mil>, pp. 39.

- [5] DAVIS, R.A., KELLY, T., SOWDEN, R., MACKINNON, B., Risk-based Modeling to Develop Zoning Criteria for Land-use Near Canadian Airports <http://www.birdstrikecanada.com/Papers2003/Rolph%20Davis.doc>
- [6] DOLBEER, R.A., WRIGHT, S. E., CLEARY, EDWARD C., Ranking the hazard level of wildlife species to aviation using the National Wildlife Strike Database, Wildlife Society Bulletin.
- [7] GRANGER, M., SWABY, D., BASH—The Year In Review and a Spring Reminder, Flying Safety, 2002 April, p.10-11.
- [8] Most Hazardous Species. <http://www.tc.gc.ca/civilaviation/AERODROME/WildlifeControl/bulletins/AWMB26.htm>
- [9] PEURACH, S., Bat Strike!, Flying Safety, 2004 September, p.18–19.
- [10] POKORÁDI L., A madárral való ütközés elkerülésének lehetősége, Haditechnika, Budapest, 1997/1, p. 7-8.
- [11] POKORÁDI L., Madárvesztély a katonai repülésben, Új Honvédségi Szemle, Budapest, 1997/6 p. 66-70
- [12] POKORÁDI L., SZABÓ Zs., Repülőgépek madárral történő ütközésének repülésbiztonsági kérdései, Haditechnika, Budapest, 2000/1, p. 8–12.
- [13] PRESUTO, M., WILNDLER, P., BASH FY04 End of Year, Splat Stats, Flying Safety, 2005 January/February, p.28–29
- [14] Squadron Commander Safety Pamphlet, AETC PAMPHLET 91-203, 2002, <http://afpubs.hq.af.mil>, pp. 18.
- [15] SZABÓ Zs., Légijárművek madárral történő ütközése a repülésbiztonság komplex rendszerében, Tudományos Diákköri dolgozat, ZMNE VSzTK, Budapest, 1998., 56 pp. (konzulens: dr. Pokorádi László).