

Szabó László István¹, Tóth Rudolf²

A REPÜLŐTEREK ÉS KÖRNYEZETÜK ÉLŐVILÁGÁNAK NEGATÍV KÖLCSÖNHATÁSAI, A VÉDEKEZÉS LEHETSÉGES MÓDSZEREI, ESZKÖZEI

NEGATIVE INTERACTIONS BETWEEN AIRPORTS AND
THEIR WILDLIFE, POSSIBLE METHODS AND TOOLS OF
DEFENCE

<https://doi.org/10.30583/2021-3-4-109>

Absztrakt

A repülőgépek és repülőterek üzemeltetésekor elkerülhetetlen a különböző, a repülésbiztonságra gyakorolt káros hatások teljes mértékű kiküszöbölése. A repülőterek közelében élő állatvilág repülőterektől való távoltartása globális problémaként jelentkezik, és egyformán érinti a világ légiforgalmában résztvevő repülőtereket. A repülésbiztonsággal foglalkozó szakemberek és az üzemeltetésért felelős szervezetek számára ez egyaránt gondot okoz. Ebben a cikkben a szerzők arra keresik a választ, hogy a repülőterek üzemeltetése folyamán megváltozó környezeti hatások hogyan befolyásolják a környezet állatvilágának életét, és azok életmódja hogyan hat vissza a repülésbiztonságra. Továbbá vizsgálják, hogy a repülőterek milyen – a jövőben is eredménnyel használható – műszaki megoldásokat alkalmaznak arra, hogy a vadveszélyek hatásait csökkentsék és ezáltal a repülés biztonságát növeljék.

Kulcsszavak: repülőterek, üzemeltetés, repülésbiztonság, állatvilág, környezet, hatás

Abstract

In the operation of aircraft and airports, the total elimination of the various adverse impacts on aviation safety is inevitable. Keeping wildlife away from airports is a global problem and equally affects all the

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktorandusz
e-mail: laci-szabo@freemail.hu, <https://orcid.org/0000-0002-3545-9968>

² KMDI egyetemi docens, PhD, e-mail: toth.ugeto3@gmail.hu,
<https://orcid.org/0000-0002-6013-7899>

world's airports. For aviation safety professionals and operating organizations, this is equally a problem. In this article, the authors seek the answer, how wildlife is affected by the environmental impacts of airport operations and how their lifestyle can in turn impact aviation safety. They also examine which technical solutions are used - which can also be effective in the future - by airports to reduce the impact of wildlife hazards and thus increase the safety of aviation.

Keywords: airports, operation, flight safety, fauna, environment, effect

Bevezetés

A közlekedést és ezen belül a légiközlekedést a fokozottan veszélyes tevékenységek közé sorolják. A közlekedés bármelyik formáját vizsgálva megállapítható, hogy számos veszélyforrást hordoznak magukban, melyek többségének kiküszöbölése még a biztonsági rendszerek alkalmazása mellett sem sikerülhet teljes mértékben. A veszélyek nagysága és következményei a közlekedési formák tekintetében eltérnek egymástól. A mai közlekedési formák, valamint az arra használatos eszközök kialakulásának kezdete az ipari forradalom idejére tehető. Azóta egy olyan fejlődési folyamat vette kezdetét, mely napjainkban is nyomon követhető akár a vízi, a szárazföldi (az országúti, a vasúti) vagy a légiközlekedésről beszélünk. A fejlődésnek köszönhetően a közlekedési eszközök mára nagyfokú biztonságot nyújtanak használóiknak, ennek ellenére gyakran előfordulnak a kisebb-nagyobb balesetek vagy katasztrófák mindegyik területen. A repülésre és repülőterekre veszélyt jelentő elemek és azok hatásai külön-külön is csoportosíthatók, de élesen nem választhatók el egymástól. A repülőgépek fel- és leszállására veszélyt jelenthet többek között az alacsony repülési magasság, ahol a helyzetek megoldására csekély reakcióidő marad, vagy a repülőgépek sebességhatára, esetleg a repülési területen elhelyezkedő építmények, hegyek és dombok veszélyes magassága, a fel- és leszállási pálya hossza, valamint a repülőgépek pilótafülkéjének kialakításából adódó esetleges látáskorlátozások is. Veszélyt jelenthetnek még a munkaterületen található idegen tárgyak, ezek mennyisége és milyensége, esetleg madarak vagy emlősállatok jelenléte is. A vadonélő állatok ellen való védekezés nehéz, de minden repülőtér esetében kiemelt feladatot jelent, mert veszélyeztetik a fel- és a leszállást, valamint a repülőgépek földi mozgását.

Ez fordítva is igaz, mert a repülőterek működése is hatással van a környezetének élővilágára, így az állatok viselkedésére is. A témához kapcsolódó korábbi cikkek és szakirodalmak megállapításai szerint a repülőterek mesterséges létesítményei és az ott üzemeltetett gépek, eszközök többféle módon fejtik ki káros hatásait, és jelentősen befolyásolják a környezetük élővilágának összetételét. Ennek mértéke függ az élőlények alkalmazkodóképességétől, mert bizonyos fajok képesek alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez, de vannak olyanok, melyek elpusztulnak vagy jobb esetben elvándorolnak és más területeken telepednek le.

Ebben a cikkben a szerzők arra keresik a választ, hogy a repülőterek telepítése, üzemeltetése, valamint a repülés milyen hatással van a környezet élővilágára és fordítva, továbbá ez a kölcsönhatás hogyan függ össze a repülés biztonságával, valamint léteznek-e a káros hatások kivédésére olyan műszaki megoldások, védekezési módszerek, melyekkel csökkenthetők a természetes környezet élővilágát érő negatív hatások, valamint növelhető a repülőterek üzemeltetésének biztonsága a környezet élővilágának hatásaival szemben.

1. A repülőterek működésének negatív hatása a környezet élővilágára

A repülőterek létesítéséből vagy üzemeltetéséből származó káros hatások nemcsak a légibázis területén érezhetők, hanem a környezet élővilágára gyakorolt negatív hatásait az ott élő vadállomány, a rovar- és madárpopulációk szintén megérik. Ennek nagy része az ember számára látható és követhető módon történik, de vannak olyanok is, melyek az emberek számára nem érzékelhetők. A különböző kutatási eredményekből megállapítható, hogy a repülőterek kiemelkedő környezetterhelő hatásokkal rendelkeznek, melyek közül a legfontosabak a következők:

- rezgések és vibrációk;
- zaj-és fényszennyezés;
- fosszilis tüzelőanyagok felhasználása által keletkezett levegőszennyezés;
- hajtó- és kenőanyagok által okozott víz- és talajszennyezés;

- a fedélzeti és meteorológiai radarok, terepkövető lokátorok, légtérellenőrző radarok és leszállítórendszerek által okozott sugárterhelések, zajhatások.³

Az itt felsorolt negatív hatások nagysága függ a repülőtér környezétől, forgalmától, fajtájától, kiépítettségétől, az ott felhasznált energiaforrások típusától, annak minőségétől és mennyiségétől. A cikk terjedelme nem teszi lehetővé, hogy bemutassuk a repülés és a repülőterek működése által okozott káros hatások mindegyikét, a környezet teljes élővilágának sérülését, ezért a következő alfejezetekben csak a madarak, a rovarok, a földalatti üregekben és felszíni vizekben élő, valamint a nagytestű emlősállatok viselkedésére, életfeltételeinek megváltozására gyakorolt hatásokat ismertetjük.

1.1 A repülés és a repülőterek káros hatása a madarakra és rovarokra

A madarak és rovarok esetében az egyik legnagyobb probléma a **fényszennyezés**, amelyet alapvetően a repülőgépek, helikopterek, a repülést kiszolgáló eszközök fényforrásai, valamint a repülőtéri utak és létesítmények világításai okoznak. A fényszennyezés problémát jelent minden élőlény számára, de a legnagyobb veszélyt a madarakra, ezen belül pedig a vándorló madarakra fejtik ki.

„A vándormadarak éjszaka a csillagok alapján tájékozódnak, viszont az égbolton megnövekedett háttérfények miatt a csillagok elhalványulnak, így a madarak eltévedhetnek. Ennek esélyeit növeli egy-egy torony vagy magas épület világítása, amelyek a horizonton csillagnak tűnhetnek, becsapva ezzel a madarakat. Az is előfordulhat, hogy egy erősen megvilágított terület fölött, mint például egy lakótelep, ipari üzem, repülőtér stb. ösztönösen leszállnak, de az ilyen területek nem alkalmasak a táplálékszerzésre. Így a madaraknak már nem lesz erejük a tovább repülésre.”⁴

A rovarok esetében is hasonló a helyzet, mert az erős fényforrás magához csalogatja őket, ezáltal könnyen eltávolodhatnak eredeti táp-

³ Szabó László István: A magyarországi volt szovjet katonai repülőterek természetire gyakorolt hatásai és jelenlegi állapotuk, Hadmérnök, 15. évfolyam (2020) 2. szám 55–78. o., DOI: 10.32567/hm.2020.2.5, Forrás: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/issue/view/370>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)

⁴ Szomráki Pál: Fényszennyezés – Zajszenyezés, 17. o., (DIPLOMAMUNKA), Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Budapest, 2007, Forrás: <https://konkoly.hu/staff/kollath/szomraki.pdf>, (Letöltés dátuma: 2019.06.26.)

lálékszerző és szaporodási helyüktől. A fényforrások közelében keringő rovarok könnyű táplálékot jelentenek a rájuk vadászó madaraknak és egyéb állatoknak. A nagyobb testű állatok azonban nagyobb veszélyben vannak egy repülőgéppel való ütközés lehetősége miatt.

1.2 A repülés és a repülőterek káros hatása a föld alatti üregekben és a környező tavak vizeiben élő élőlényekre

A föld alatti üregekben és a környező tavak vizeiben élő állatokra a legnagyobb veszélyt a különböző zaj- és vibrációs hatások jelentik. Ezek érzékszervei kifinomultak, ezért az erős zajterhelés zavart okozhat viselkedésükben, tájékozódóképességük csökkenhet, pedig ez kulcsfontosságú a számukra. A hangok és rezgések nemcsak a levegőben, hanem a talaj rétegeiben is képesek terjedni, így megzavarva a föld alatti üregekben élő bogarak, rágcsálók és egyéb emlős élőlények viselkedését, életfeltételeit.⁵ A repülőgépek, a nehéz járművek mozgása vagy a hajtóművek indítása, esetleg hosszabb időn át történő földi működése előidézhethetnek ilyen rezgéseket és vibrációs jelenségeket. A zaj- és vibrációs hatásoknak kitett, a repülőterek környezetében a földalatti üregekben élő állatok sérülékenységeivel kapcsolatosan kevés megbízható adat áll rendelkezésre, de a laboratóriumokban végzett kísérletek igazolták, hogy a fehér egerek, patkányok és tengerimalacok már 100 és 130 dB közötti értékek esetén halláskárosodást szenvednek. Hosszútávú zajhatás esetén viszont megnőtt a vizsgált egyedek vérnyomása, szaporodásukban zavar keletkezett, alacsonyabb számú és kisebb testtömegű utódokat hoztak a világra. Hüllők, kételtűek, halak esetében sem jobb a helyzet, mert a zaj könnyen válthat ki bennük menekülési reakciót, 50%-kal lecsökkentheti a várható élettartamukat. Továbbá gyakori náluk is a halláskárosodás, valamint a táplálkozási és szaporodási rendellenesség.⁶

Ezeknek a káros hatásoknak az erősségét próbálják olyan jogszabályok segítségével csökkenteni, mint például a 284/2007. (X. 29.) Kormányrendelet (A környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól), de csak jogszabályokkal a repülőgépek hajtóművének hatásait, működési jellemzőit nem tudják kiküszöbölni.

⁵ Bera József, Pokorádi László: Helikopterzaj elmélete és gyakorlata, Campus Kiadó, Debrecen, 2010. 3 – 14. o.

⁶ Barótfi István: Környezetgazdálkodás, 15. fejezet, A zaj és rezgés, 2011., Forrás: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Kornyeztgazdalkodas/ch15.html, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)

1.3 A repülés és a repülőterek káros hatásai a nagytestű emlősállatokra

A nagytestű emlősállatokat is ugyanazok a káros hatások érik, mint a kistestűeket vagy a rovarokat. Ezek közül ki kell emelni a zaj- és vibrációs jelenségeket, melyek menekülési reakciót váltanak ki belőlük. A különböző fajok meglehetősen különböző módon reagálnak a zajra. Amíg a háziállatok hozzászoktak a környezetükben lévő zajhatásokhoz, addig a vadonélő állatok ettől megriadnak. Az erős zaj közvetlenül halláskárosodást okozhat náluk, de közvetett hatásként befolyásolhatja viselkedésüket, szaporodásukat, valamint táplálkozásukat.⁷ További problémát jelent a már korábban említett fényszennyezés, mely az állatok látószerveit károsíthatja. A földi telepítésű lokátorok által kibocsájtott elektromágneses sugárzás is folyamatosan terheli az állatok szervezetét, amely - hasonlóképpen mint az emberi szervezet esetében - a szem, a bőr, a sejtek szintjén fejti ki hatását.⁸ A repülőgépek üzemeltetése közben előfordulhat, hogy olyan vegyi-, hajtó- és kenőanyagok (benzin, gázolaj, kerozin, zsírok, olajok stb.) szivárognak a talajba, melyek pusztítják a természeti környezet állat- és növényvilágát, szennyezik a vízbázisokat, így a szennyezőanyagok bekerülnek a táplálékláncba.

A fent említett hatások mellett további problémát okoz az emlősállatok repülőgépek által történő elgázolása, mely nem olyan gyakori, mint a madarakkal történő ütközés. A nagytestű állatokkal történő ütközés nemcsak az állatok pusztulását okozza, hanem komoly anyagi károk is keletkezhetnek, valamint katasztrófához is vezethet, amely az ott tartózkodó emberek halálát is okozhatja. A vadveszélyek feltárásával és megelőzésével a repülésbiztonsági szakemberek foglalkoznak. Elemzik, vizsgálják a bekövetkezett és a lehetséges ütközések repülésre gyakorolt hatását, az előfordulások kockázatát, valamint ajánlásokat tesznek a megelőzésükre, elkerülésükre. A következő fejezetben röviden bemutatjuk, hogy a repülőterek környezetében élő madarak és nagytestű állatok miért és milyen veszélyt jelentenek a repülőterek működésére és a repülés biztonságára.

⁷ Barótfi István: Környezetgazdálkodás, 15. fejezet, A zaj és rezgés, 2011., Forrás: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Kornyezetgazdalkodas/ch15.html, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)

⁸ Halász László, Földi László: Környezetbiztonság. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 76-80. o., 2014, Forrás: <http://m.ludita.uni-nke.hu/repository/bitstream/handle/11410/8583/Teljes%20sz%C3%B6veg%21?sequence=1&isAllowed=y>, (Letöltés dátuma: 2020. 04. 09.)

2. A madarak által okozott veszélyek hatása a repülés biztonságára, a védekezés módszerei, eszközei

A szakemberek már a repülőterek helyszínének kiválasztása és létesítése során vizsgálják a környezet élővilágát, figyelembe veszik annak lehetséges hatását a repülés biztonságára. Ennek célja, hogy minimalizálják a veszélyek kialakulásának lehetőségét, csökkentsék a lehetséges károk nagyságát, valamint növeljék a repülés biztonságát minden olyan környezetben, ahol fennáll a madarakkal és az állatokkal történő ütközés veszélye. A vadveszély folyamatos figyelése a repülőtér mindennapi tevékenységének részét képezi, mégis lehetnek olyan esetek, amikor a vadakkal vagy madarakkal való összeütközések elkerülhetetlenek. A repülőgépekre a legnagyobb veszélyt a madarak és a nagytestű állatok csoportos mozgása jelenti, mivel az ütközések előre nem határozhatók meg, bármelyik pillanatban bekövetkezhetnek, következményei kiszámíthatatlanok.

2.1. A repülőgépek és a madarak ütközésének veszélye, lehetséges következményei

A repülőgépek hajtóművének szerkezeti elemei nagyon érzékenyek egy idegen tárgy bekerülésére vagy madárral történő ütközésre, amely gyakran okoz balesetet, esetleg katasztrófát. A sugárhajtómű levegő-beömlő nyílásába lövedékként becsapódó madarak a levegőcsatornát eltömíthetik, vagy sérülést okozhatnak a nagyfordulatszámú kompresszor és turbina lapátokon. A károsodás mértékétől függően jelentős lehet a hajtómű teljesítményének csökkenése, súlyosabb esetben akár az egész hajtómű megsérülhet és le is állhat (lásd az 1. ábrán).⁹

Nagy magasságban, nagytestű madarakkal való ütközéskor, főleg jelentős repülési sebesség mellett, számolni kell a repülőgép sárkányszerkezetének erőteljes sérüléseivel is. Rosszabb esetben az üvegezett felületek betörése hermetizációs problémát okozhat, és ez beláthatatlan következményekkel járhat. Egy madárral való szerencsés kimenetelű ütközés következménye látható a 2. ábrán, ahol a sérülések kisebb munkálatok elvégzésével, valamint egy alapos felületi tisztítással helyreállíthatók voltak.

⁹ Baráth Sándor: Madárveszély és az ellene való védekezés, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24, pdf., 3.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Barath_Sandor.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)



1. számú ábra. Repülőgép hajtóműve egy madárral való ütközés után¹⁰



2. számú ábra. Madárral ütközött utasszállító repülőgép¹¹

¹⁰ Baráth Sándor: Madárveszély és az ellene való védekezés, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., pdf., 3.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Barath_Sandor.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

¹¹ Sz.n.: origo.hu, Madárral ütközött utasszállító repülőgép. Forrás: Alig láttak ki a vértől az utasszállító pilótái. Origo, 2018, Forrás: www.origo.hu/utazas/20181210-alig-lattak-ki-a-vertol-az-utasszallito-pilotai-madar-utkozes.html, (Letöltés dátuma: 2020. 02. 24.)

Előfordulhatnak ettől súlyosabb esetek is, mint például a 3. ábrán látható, az amerikai légierő E-3A AWACS típusú repülőgépének katasztrófája, amely 1955-ben történt. Felszállás közben a repülőgép vadlúdcsapattal ütközött, lezuhant, kettétört, és a fedélzeten tartózkodó 24 fős személyzetből senki nem élte túl a katasztrófát.¹²



3. számú ábra. Vadlúdcsapattal ütközött E-3A AWACS¹³

A repülés során gyakran előfordul a madarakkal történő ütközés, amely történhet nagy és kis magasságban, fel- és leszállás, de gurulás közben is. Ezek az események a fel- és leszállás, valamint földközeli repülés közben a legveszélyesebbek, mivel az elkerülés esélye minimális, a kényszerleszállás lehetősége korlátozott, különösen hajtóműleállás esetén. A repülőterek környezetében élő vadak, madarak és a területre jellemző egyéb élőlények listáját a repülőterrendekben közzéteszik azért, hogy a repülőterre való elindulás előtt, már a repülésre történő felkészülés időszakában tájékozódni lehessen, és a pilóták képet kapjanak az érkezési repülőter ornitológiai helyzetéről, valamint a további vadveszélyekről.¹⁴

¹² Baráth Sándor: Madárveszély és az ellene való védekezés, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., pdf., 3.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Barath_Sandor.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

¹³ Baráth Sándor: Madárveszély és az ellene való védekezés, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., pdf., 4.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Barath_Sandor.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

¹⁴ LHPR Repülőtéri kézikönyv. 82.o., Közzétéve: 2020.03.12., Forrás: http://lhpr.hu/images/pdf/LHPR%20Rep%C3%BCI%C3%B5t%C3%A9ri%20k%C3%A9zik%C3%B6nyv_20201215_webre_alairt.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.03.27.)

A madárütközések elleni védekezés nem egyszerű feladat, mivel mozgásuk kiszámíthatatlan, nem köthető csak egy bizonyos terület-hez. Ahhoz, hogy védekezni tudjunk ellenük, meg kell ismerni a repülőtér körzetében élő madárpopulációk vonulási irányait, költési, táplálkozási szokásait, valamint a fajukra jellemző életmódbeli sajátosságokat. A madarakkal szemben való védekezés egyik fontos feltétele a repülőtér telepítési helyének körültekintő megválasztása. Fontos szempont, hogy a közelben ne legyenek:

- hulladék- és szeméttlerakó helyek;
- mesterséges eszközökkel kialakított halastavak, folyók holtágai, mocsarak;
- művelt mezőgazdasági területek, legelők, nagykiterjedésű erdők stb.

Az itt felsoroltak mindegyike jó táplálékforrást jelent ugyanis mind a helyben élő, mind a vándormadár populációknak egyaránt.¹⁵

2.2. A madarak elleni védekezés módszerei és technológiai megoldásai

„A repülőterek közelében a nagyszámú madárpopulációk – verebek, seregélyek, rigók, varjak, sirályok – jelentik a legnagyobb veszélyt, de a vonuló vadludak, vadvacsák, darvak is keresztezhetik a fel- és leszálló gépek útvonalát.”¹⁶

A 4. ábra jól szemlélteti azt, hogy egy madárraj megjelenése a repülőtér környezetében milyen helyzetet képes teremteni a le- és felszálló repülőgép és a pilóták számára. Ilyen helyzetekben az ütközést csak a szerencsének köszönhetően lehet elkerülni.

Ahhoz, hogy az ilyen és ehhez hasonló helyzetek ne tudjanak kialakulni, több olyan módszert és eszközt alkalmaznak világszerte, melyek a madarakat különböző hatékonysággal távol tartják, vagy a pilótákat és a repülésirányítókat figyelmeztetik azok jelenlétére.

¹⁵ Baráth Sándor: Madárveszély és az ellene való védekezés, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., pdf., 1-10.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Barath_Sandor.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

¹⁶ Makkay Imre, Pokorádi László, Ványa László: Repülőtéri madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)



4. számú ábra. Egy repülőgép és egy madárraj találkozása leszállás közben¹⁷

Ezek közül a leggyakrabban elterjedt megoldások a következők:

2.2.1. Védelem a természet módszerével: „Robotsasok” a repülőterek őrzésére

A „Robotsasok” alkalmazása a vadászsólymokkal való kísérletezés után került bevezetésre. A ragadozómadarak hatékonysága jónak bizonyult, de hátrányként merült fel az a tény, hogy ezek a madarak szintén a repülőgépek áldozatává válhatnak. Hatékonyságuk ellenére alkalmazásukban további hátrányok is megemlíthetők, melyek az alábbiak:

- „a vadászsólymok kiképzése, a repülőtéri környezethez idomítása (adott távolságig, adott 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;

¹⁷ Szabó Sándor, Tóth Rudolf: Repülőterek kialakítása, létesítményeinek kritikus elemei, védelmük lehetséges műszaki megoldásai, Repüléstudomány, XXV. évfolyam 2013. 2. szám, 94.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-07-Szabo_Sandor-Toth_Rudolf.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

- *az adott légiforgalomhoz illeszkedő alkalmazásuk – fel/leszállás előtti „takarítás” – egy nagyobb repülőtéren fokozott figyelmet, időbeli és térbeli pontosságot igényelnek.*¹⁸

A fent említett okok miatt a sólymok használatát sok repülőtéren elvetették, viszont az elgondolás jónak bizonyult, így az alapkoncepción nem, csak a megvalósításán változtattak. Az élő vadászsólymok helyett ragadozómadár formájú robotrepülőket és drónokat alkalmaznak, amelyek előre beprogramozott útvonalakon képesek repülni. A feladatokat a repülésirányító szolgálat által kiadott engedélyek alapján és koordinálásával szabad csak végrehajtani.

A teljes rendszer felépítését tekintve több modul tartalmaz, melyek között megtalálhatók a bővíthető *felderítő*-, *végrehajtó*- és *irányító*-modulok. A felderítőmodul érzékeli a madarak jelenlétét, az irányítómodul jelzi a veszélyt a légii irányítás felé, majd a végrehajtómodul, a helyzetnek megfelelően riasztja a legjobb pozícióban lévő robotrepülőket, és indulási készenlétbe helyezi.¹⁹ Ezután „a légii irányítás az aktuális légiforgalomhoz illeszkedve, a veszélyes légtérbe érkező repülőgépek előtt – megfelelő idő- és térbeli elkülönítést alkalmazva – igényli a madárriasztást.”²⁰

Ezt a megoldást több repülőtéren is alkalmazzák, de jelenleg csak egy olyan repülőtér üzemel Magyarországon, mely élő sólymokat is használ madárriasztásra, az pedig a ferihegyi Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér.²¹ A debreceni repülőtéren viszont az 5. ábrán látható madárdronokat használják madárriasztásra.

¹⁸ Makkay Imre, Pokorádi László, Ványa László: Repülőtéri madárutközés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

¹⁹ Makkay Imre, Pokorádi László, dr. Ványa László: Repülőtéri madárutközés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

²⁰ Makkay Imre, Pokorádi László, dr. Ványa László: Repülőtéri madárutközés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24, 7.o., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)

²¹ Sz.n.: Budapest, Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér: A sólymok, Forrás: <https://lisztferihegy0.webnode.hu/ferihegy/a-solymok/> (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)



5. számú ábra. Drónsúlyom a madarak elriasztására a debreceni repülőtéren²²

2.2.2. Védelem fix telepítésű madárriasztó rendszerek segítségével

A jelenleg használatos fix telepítésű rendszerek méretük és súlyuk miatt csak részben mobilizálhatók, ezért célszerű már a repülések megkezdése előtt egy-két órával üzembe helyezni, és ajánlott a repülés ideje alatt végig használni. A madárriasztó rendszereknek több típusa létezik, amelyek különböző területeken alkalmazhatók. (Például: a mezőgazdaságban, a gyümölcsösökben a termések végelmére, a repülésben stb.) A magyarországi repülőtereken használatos közkezdvelt madárriasztó eszköz a 6. ábrán látható, magyar fejlesztésű vadriasztó gázágyú²³, amelynek előnyei az alábbiak:

- könnyen szállítható;
- egyszerűen telepíthető;
- előállítása olcsó;
- gondozásmentes, ellenáll az időjárás szélsőségeinek;
- kezelése nem igényel külön szakértelmet és folyamatos szinten tartó képzéseket;

²² Rituper Tamás: Tervet dolgoznak ki a madarak elriasztására a debreceni repülőtéren Forrás: <https://www.dehir.hu/debrecen/tervet-dolgoznak-ki-a-madarak-elriasztasara-a-debreceni-repuloteren-videoval/2016/09/27/>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

²³ gazagyu.hu: Professzionális seregélyriasztók, vadriasztók közvetlen a gyártótól, Forrás: <https://www.gazagyu.hu/index.php/8-info/2-seregely-es-vadriaszto>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)

- hanghatása csak a repülőtér környezetére terjed ki, mert 4 - 5 hektárnyi terület védhető meg vele;
- 4 programhellyel rendelkezik, melynek köszönhetően beprogramozható a detonációk közötti szünet hossza, valamint a robbanások hangereje 90 és 140 decibel között;
- ellátható lopás és felborulás elleni védelemmel;
- távvezérelhető;
- forgatható állványának köszönhetően 360⁰-ban működtethető.²⁴



6. számú ábra. Szőlőtőkék mellé telepített NK5x sorozatból való vadriasztó gázágyú²⁵

2.2.3. Védelem mobil madárriasztó eszközök segítségével

Mobil madárriasztó eszközök közé sorolható minden olyan hangot és fényt gerjesztő eszköz, amelyek gépjárműre szerelhetők vagy önálló mobilitással rendelkeznek, továbbá képesek különböző előre programozott hanghatások kiadására. Egyaránt alkalmazhatók polgári és

²⁴ agraragazat.hu: Magyar fejlesztésű és gyártású vadriasztó a modern kor technológiájával. 2017. december. 21., Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/magyar-fejlesztesu-es-gyartasu-vadriasztó-a-modern-kor-technologiajaval/>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)

²⁵ agraragazat.hu: Magyar fejlesztésű és gyártású vadriasztó a modern kor technológiájával. 2017. december. 21., Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/magyar-fejlesztesu-es-gyartasu-vadriasztó-a-modern-kor-technologiajaval/>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)

katonai repülőtereken, mivel a legnagyobb előnyük a mobilitás. A repülőtér bármelyik pontján felállíthatók, ahová a hordozó gépjármű képes eljutni. Újratelepítést nem igényelnek az önjáró képességük, valamint az eszköz gépjárműre való telepítése miatt. Használatukkor az autó által keltett motorzaj, a tetőre szerelt sziréna fény- és hangjelzése, valamint a hangszórókon keresztül sugárzott ragadozómadár-hang távozásra készíti a madarakat a pásztázott területekről. A madárriasztó eszközökkel bármelyik gépjárműtípus felszerelhető, mint például a 7. ábrán látható, a Pápa Bázisrepülőtérre 2016-ban beszerezett Dacia Duster.²⁶



7.számú ábra. A Pápa Bázisrepülőtér Dacia Dustere, „BIRD PATROL” felirattal az oldalán²⁷

²⁶ Kálmánfi Gábor: Folyamatosan fejlődik a pápai bázisrepülőtér, 2016. november 30., 14:43, Forrás: <https://honvedelem.hu/galeriak/folyamatosan-fejlodik-a-papai-bazisrepuloter.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

²⁷ Kálmánfi Gábor: Folyamatosan fejlődik a pápai bázisrepülőtér, 2016. november 30., 14:43, Forrás: <https://honvedelem.hu/galeriak/folyamatosan-fejlodik-a-papai-bazisrepuloter.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

A madarak nem csak a levegőben, hanem a földön is okozhatnak problémát, hasonlóan a kisebb testű állatokhoz, bár a keletkezett károk gyakran kisebbek, mint a levegőben történő ütközéseknél. A kis- és nagytestű állatok elleni védekezés egyszerűbb, mert a földi mozgásuk jobban és egyszerűbben nyomon követhető, valamint a vonulási útvonalak korlátozhatók, befolyásolhatók. A nagytestű állatok szintén okozhatnak veszélyes helyzeteket, ezért a következő fejezetben bemutatjuk az ellenük történő védekezés lehetséges módszereit.

3. Nagy testű állatok okozta veszélyek hatása a repülés biztonságára, a védekezés lehetséges módszerei

Landolás és felszállás közben vagy földi gurulás során lehetséges a nagytestű állatokkal (őz, szarvas, vaddisznó stb.) történő ütközés, amelyek a repülőgépek futóműveiben vagy más szerkezeti elemében okozhatnak sérülést. A sérülések mértéke nagyban függ a repülőgép típusától, annak szerkezeti felépítésétől, anyagától és az elütött állat méretétől, valamint tömegétől.

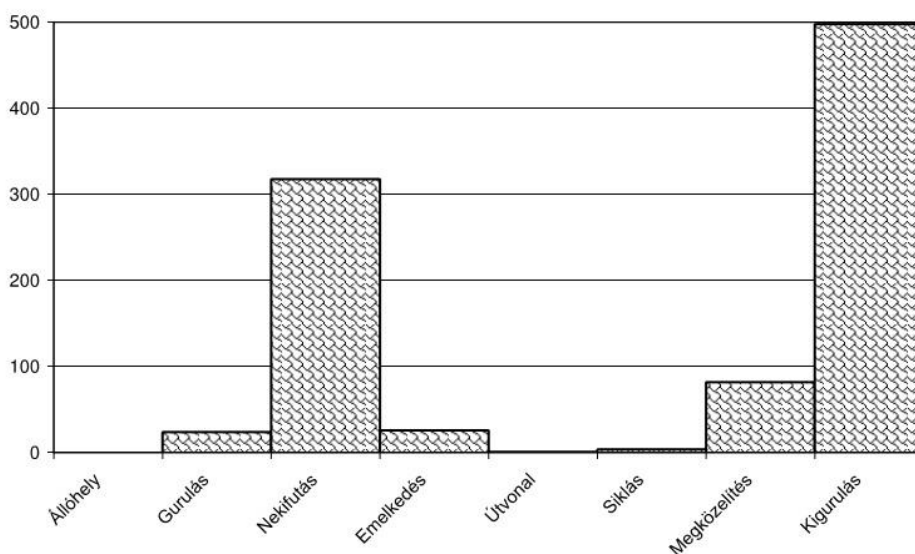
3.1 A repülőgépek és nagytestű állatok ütközésének veszélye és következményei

A gyakorlatban nem ritka, hogy leszállás közben vagy guruláskor a repülőgépek őzekkel, szarvasokkal, kutyákkal, extrém esetekben medvékkel ütköznek különösen ott, ahol a repülőterek a nagytestű állatok behatolás elleni védelmével nem rendelkeznek. Ezek az ütközések már egy nagyobb méretű és súlyú utasszállító repülőgépben is jelentős károkat tudnak okozni. A 8. ábrán látható ütközésnyomok a felszállópályán bocsával megjelenő anyamedvétől származnak.

Magyarországi repülőtereken gyakori az őzek és nyulak jelenléte, de nem minden napszakban jelentenek veszélyt a repülésre. Délelőtti és délutáni órákban többnyire nem aktívak, helyváltoztatásukat általában a reggeli és esti órákban végzik. A szarvasok nem gyakoriak, mert az erdők szélét kedvelik, de a vadászszезon idején a repülőtéri látogatóik gyakoribbá válnak. Korábbi kutatások eredményei azt igazolják, hogy a forgalmas repülőtereken körülbelül 6-7 olyan eset történik évente, mely szarvassal való összeütközést eredményezhet. A fentiekben felsorolt emlősállatokkal való ütközés gyakorisága, a földi mozgás közbeni manőverek függvényében a 9. ábrán látható módon változik.



8. számú ábra. Anyamedvével ütközött Boeing 737-700-as repülőgép hajtóművének beömlőnyílása²⁸

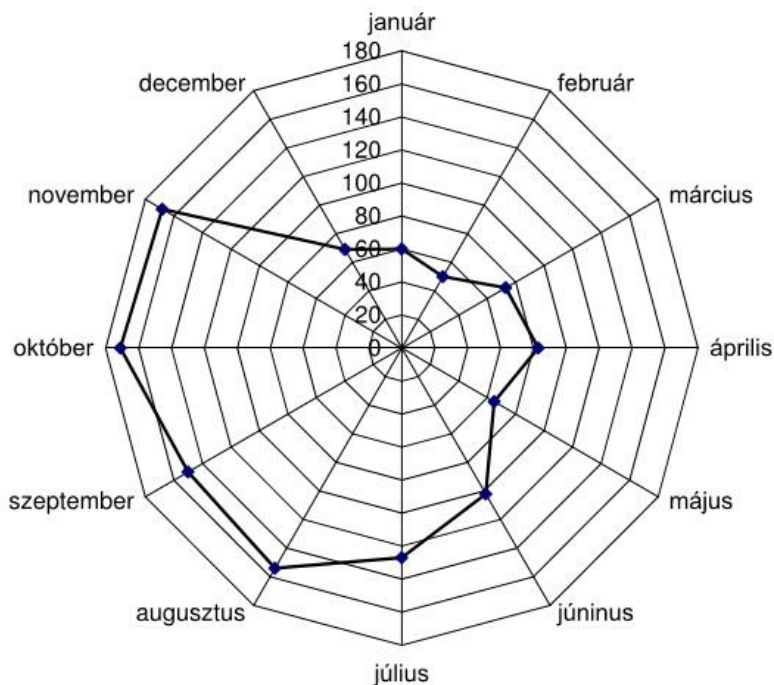


9. ábra. A repülőtereken bekövetkezett emlősütközések eloszlása a manőverek alapján²⁹

²⁸ hvg.hu: Halálra gázolt egy repülőgép egy medvét Alaszkában, 2020. november. 16. 08:32, Forrás: https://hvg.hu/elet/20201116_repulogep_medve_alaszka_gazolas, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

²⁹ Pokorádi László: Repülőtéri vadveszély elemzése, 2009. április 24., 8.o., Forrás: <https://docplayer.hu/16581705-Repuloteri-vadveszely-elemzese-1-bevezetes.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

Az ábra adatai alapján megállapítható, hogy az ütközések kimagasló többsége a felszállás és a kigurulás szakaszában történik meg. Ennek oka, hogy a repülőgép olyan sebességgel halad, amely a pilóták reakcióidejéből és a repülőgép kormányfelületeinek tehetetlenségéből adódóan a kikerülést, a megállást vagy a felemelkedést nem teszi lehetővé. A vadak repülőtéren való megjelenése periodikusan, évszaktól függően is változik, mely a 10. ábrán látható módon hónapokra lebontva a következőképpen alakul.



10. számú ábra. A repülőtereken bekövetkezett emlősütközések évközi eloszlása, hónapokra lebontva.³⁰

Az ábra alapján megállapítható, hogy az ütközéssel együtt járó esetek száma augusztus elejétől kezdődően megnövekszik, és ez a tendencia egészen november végéig fent marad. Az is igazolható, hogy az elkerülhetetlen ütközések száma nagyobb mértékben fordul elő a fel- és leszállópályák területén, ezért a legnagyobb figyelmet ezeknek a területeknek a védelmére kell fordítani. Ha nem is minden esetben kerülhető el az ütközés, számuk jelentős mértékben lecsök-

³⁰ Pokorádi László: Repülőtéri vadveszély elemzése, 2009. április 24., 9.o., Forrás: <https://docplayer.hu/16581705-Repuloteri-vadveszely-elemzese-1-bevezetes.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

kenthető. Az őzek, szarvasok, vaddisznók vándorlási útvonala megfelelő kerítéssel módosítható, de ha abban rongálódás keletkezik, azok felkutatásukról, javításáról is gondoskodni kell.

3.2 A repülőterek vadveszély elleni védekezésének módszerei, alkalmazott eszközök

A vadak elleni védekezés ugyanolyan globális problémát jelent a világ repülőterein, mint a madarak elleni védekezés, csak a folyamat egyszerűbb, mivel a vadak közlekedésének útvonalát irányítani lehet. A mai modern repülőterek többsége, legyen az katonai vagy polgári, többféle eszközt alkalmaz a nagytestű vadállomány elleni védelmére. A vadveszélyek elhárításának legegyszerűbb és legalapvetőbb módja a repülőtér körbekerítése. Ez a módszer természetesen nem jelent teljes biztonságot, mivel a vadak gyakran megbontják, és könnyen a munkaterületre tévedhetnek, ezért csak a megfelelő minőségű, széles-ségű és magasságú kerítések nyújthatnak hatékony védelmet. A kerítések nagy előnye, hogy telepítésük egyszerű, gyorsan kivitelezhető és nem csak a vadak ellen nyújtanak védelmet, hanem az illetéktelen személyek bejutása ellen is. Katonai repülőterek esetében elterjedt megoldás, hogy két kerítést építenek fel egymással párhuzamosan. Közéjük nyomsávot alakítanak ki, és nem ritka a kamerarendszerrel való ellátottságuk sem. A kerítés mellett, azt nem helyettesítve, de kiegészítve, további módszereket is alkalmaznak a vadveszély megelőzésére, melyek a következők lehetnek:

- szervezett vadvédelmi járőrözés a repülőtereken a vadak megzavarása érdekében azért, hogy azok elkerüljék az aktív fel- és leszállópályákat, gurulóutakat, állóhelyeket, apronokat;
- élénkszínű (például: narancssárga) „hófogó rácsok” felállítása a nagytestű állatok elriasztására, a munkaterületre való bejutásuk megakadályozására;
- vadak ellen is hatékony megoldást jelenthet a madárriasztó gépjárművek alkalmazása, csak nem a hangszórók, hanem a villókók, és szirénák használatával;
- repülőtéren történő vadászatok engedélyezése;
- folyamatos fűnyírás annak érdekében, hogy a vadak ne tudjanak elbújni, majd a gurulóutakon és felszállópályákon keresztülfutni.³¹

³¹ Pokorádi László: Repülőtéri vadveszély elemzése, 2009. április 24., 9.o. Forrás: <https://docplayer.hu/16581705-Repuloteri-vadveszely-elemzése-1-bevezetes.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

Az itt felsorolt módszerek együttes alkalmazásával magasfokú hatékonyságot lehet elérni, és növelni lehet a repülés és a repülőterek biztonságát. Ma már olyan modern eszközöket is telepítenek a repülőterekre, melyek ugyan nem elsődleges, de másodlagos feladatkörben a repülőtéri vadak felderítését is nagy mértékben elősegítik.

3.3. A repülőterek vadveszély-felderítésére alkalmazott technikai eszközök

A földön élő madarak, vadak felderítésére használható eszközöket elsősorban FOD (Foreign Object Debris – idegen tárgy szemét, a továbbiakban: FOD) hulladékok munkaterületen való feltárására használják, másodlagosan nagy megbízhatósággal alkalmasak a vadveszély feltárására is. A rendszer kameráival a munkaterületre tévedt vadakról elegendő mennyiségű információt lehet szerezni, ezáltal a védekezést vagy a repülőtér területéről való eltávolításukat időben meg lehet kezdeni.

A 11. ábrán egy FOD-kamerarendszer képe látható, melyen jól ki-
vehető a vad mérete és tartózkodási helyének koordinátája. A kamerák felderítési hatékonysága sötétben is megmarad, és ahogyan a 12. ábrán látható, a napnyugta után is megbízhatóan működik a berendezés.



11. számú ábra. QinetiQ Tarsier kamera nappali üzem közben³²

³² Weller, John R.: FOD Detection Administration System, Evaluation, Performance Assessment and Regulatory Guidance, Wildlife and Foreign Object Debris (FOD) Workshop, Cairo, Egypt, March 24 - 26, 2014, 12.o., Forrás: <https://www.scribd.com/document/429126704/Assessing-Risk-FAA>, (Letöltés dátuma: 2021.03.27.)



12. számú ábra. QinetiQ Tarsier kamera éjszakai üzem közben³³

Ezt a kamerarendszert nemzetközi repülőterek esetében használják, kiépítése költséges, viszont rendkívül nagy segítséget nyújt az irányítóknak egy állat felszállópályán történő megjelenésének felderítéséhez. Gyors és hatékony eszközrendszer, melynek alkalmazásával figyelmeztetni lehet a repülőgépvezetőket a leszállás esetleges megszakítására, vagy indítani tudja a már korábban említett madár- és vadriasztó rendszereket. Ezzel el lehet kerülni a nagyobb baleseteket vagy katasztrófákat. Használata minden repülőtér esetében javasolt, de nemzetközi közforgalmú és katonai repülőterek esetében mindenképp ajánlott, főleg a nagysebességű repülőgépeket üzemeltető vadászrepülőterek esetén.

Összefoglalás

A fent leírtak alapján megállapítható, hogy a repülőterek és repülőgépek rendkívül káros hatást fejtenek ki a környezetükben élő állatok életkörülményeire, szaporodási szokásaikra, táplálkozásukra, hallásukra és szinte minden biológiai folyamatukra. A negatív hatás fordítva

³³ Weller, John R.: FOD Detection Administration System, Evaluation, Performance Assessment and Regulatory Guidance, Wildlife and Foreign Object Debris (FOD) Workshop, Cairo, Egypt, March 24 - 26, 2014, 13.o., Forrás: <https://www.scribd.com/document/429126704/Assessing-Risk-FAA>, (Letöltés dátuma: 2021.03.27.)

is fennáll, mert ezeknek az állatoknak vagy állatpopulációknak a megjelenése, életmódja visszahat a repülés biztonságára. A vadakkal és madarakkal való találkozásokkor az összeütközés veszélye nagy kockázati tényezőt jelent. Az összegyűjtött adatok alapján megállapítható, hogy a vadak munkaterületen való megjelenése nagyban függ a repülőterek védelmét biztosító módszerektől és eszközöktől, de függ a vadászati szezon hosszától és a hónapok meteorológiai viszonyától is.

A vadak elleni védekezés globális problémaként jelentkezik a világ repülőterein, amelyben a különbséget csak az állatállomány fajtája, azok mérete, tömege és életmódbeli sajátossága jelenti. A repülőterek többsége rendelkezik az alapvető védelmi berendezésekkel, többek között kerítésekkel és riasztóeszközökkel, amelyek növelik a repülések és a repülőterek működésének biztonságát. Az is megállapítható, hogy a nagyobb veszélyt a madarak jelentik, mert az emlősállatok mozgásterét lehet korlátozni, vándorlási útvonalát pedig irányítani, befolyásolni, de ez a madaraknál nem megoldható.

A repülőterek helyét úgy kell megválasztani, hogy a madarak és emlősök számára 10 km-es távolságon belül ne elérhető táplálékforrás. Amennyiben a repülőtér már üzemel, akkor kerülni kell, hogy a környezetében táplálékforrásban gazdag helyek létesüljenek.

A repülőgépek madárral való összeütközésének lehetséges következménye a repülőgép hajtóművének leállása, sárkányszerkezetének megrongálódása, valamint törése, de nem ritka eset a lezuhanás sem. A madarak elleni védekezés során hatékony megoldást jelent a vadriasztó gázágyú, a „Robotsasok” és élő sólymok alkalmazása, de meg kell jegyezni, hogy ezek együtt történő alkalmazása sem biztosít teljes védelmet.

A vadakkal való összeütközés a földi mozgás során történik, de a legtöbb baleset a felszállás előtti nekifutás és a leszállás utáni kigurulás idején következik be. Ilyenkor, ha a repülőgép sebessége még olyan nagy, hogy nem teszi lehetővé a hirtelen kitérőmanővert vagy a megállást, az ütközés elkerülhetetlen.

A vadak repülőtéri megjelenését nagyban befolyásolják a napszakok, az évszakok, a hónapok és a vadászszezon időtartama. A nagytestű vadak elriasztására alkalmas eszközök lehetnek a madárriasztó gázágyúk, a vadhálók és vadkerítések. Összességében megállapítható, hogy a repülőtereken alkalmazott biztonsági berendezések együtt történő alkalmazása hatékonyan segítik a repülésbiztonságot,

de így sem zárhatók ki a kisebb-nagyobb repülőgépbalesetek és katasztrófák, melyeket a repülőtér környezetében élő állatok okozhatnak. A repülés biztonsága érdekében fontos az állatok mozgásának, megjelenésének folyamatos monitorozása, a védelmi rendszerek és eszközök állagának megóvása. Hasonlóan kiemelt feladat a jövőben a repülőterek állományának felkészítése a környezettudatos feladatvégzésre, valamint az állatokkal kapcsolatos veszélyekre.

Tartalomjegyzék

1. agraragazat.hu: Magyar fejlesztésű és gyártású vadriasztó a modern kor technológiájával. 2017. december. 21., Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/magyar-fejlesztesu-es-gyartasu-vadriaszto-a-modern-kor-technologiajaval/>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)
2. Baráth Sándor: Madárveszély és az ellene való védekezés, Repüléstudományi Konferencia, 2009. április 24, pdf., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Ba-rath_Sandor.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
3. Barótfi István (2011): Környezetgazdálkodás, 15. fejezet - A zaj és rezgés, Forrás: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Kornyezetgazdalkodas/ch15.html, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)
4. Bera József, Pokorádi László: Helikopterzaj elmélete és gyakorlata, Campus kiadó, Debrecen, 2010.
5. Budapest, Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér: A sólymok, Forrás: <https://lisztferihegy0.webnode.hu/ferihegy/a-solymok/>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)
6. gazagyu.hu: Professzionális seregélyriasztók, vadriasztók közvetlen a gyártótól, Forrás: <https://www.gazagyu.hu/index.php/8-info/2-seregely-es-vadriaszto>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)
7. Halász László, Földi László: Környezetbiztonság. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2014, Forrás: <http://m.ludita.uninke.hu/reposztorium/bitstream/handle/11410/8583/Tel-ies%20sz%C3%B6veg%21?sequence=1&isAllowed=y>, (Letöltés dátuma: 2020. 04. 09.)
8. hvg.hu: Halálra gázolt egy repülőgép egy medvét Alaszkában, 2020. november. 16., 08:32, Forrás: https://hvg.hu/élet/20201116_repulogep_medve_alaszka_gazolas, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)

9. Kálmánfi Gábor: Folyamatosan fejlődik a pápai bázisrepülőtér, 2016. november 30., 14:43, Forrás: <https://honvedelem.hu/galeriak/folyamatosan-fejlodik-a-papai-bazisrepuloter.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)
10. LHPR Repülőtéri kézikönyv_20201215_webre_alairt.pdf, 2020.03.12., Forrás: http://lhpr.hu/images/pdf/LHPR%20Rep%C3%BCI%C3%B5t%C3%A9ri%20k%C3%A9zik%C3%B6nyv_20201215_webre_alairt.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.03.27.)
11. Makkay Imre, Pokorádi László, dr. Ványa László: Repülőtéri madárütközés-veszélyt csökkentő rendszer, Repüléstudományi Konferencia 2009. április 24., Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2009_cikkek/Makkay_I-Pokoradi_L-Vanya_L.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
12. Pokorádi László: Repülőtéri vadveszély elemzése, 2009. április 24., Forrás: <https://docplayer.hu/16581705-Repuloteri-vadveszely-elemzese-1-bevezetes.html>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)
13. Rituper Tamás: Tervet dolgoznak ki a madarak elriasztására a debreceni repülőtéren – videóval, Forrás: <https://www.dehir.hu/debrecen/tervet-dolgoznak-ki-a-madarak-elriasztasara-a-debreceni-repuloteren-videoval/2016/09/27/>, (Letöltés dátuma: 2021.04.06.)
14. Szabó László István: A magyarországi volt szovjet katonai repülőterek természetire gyakorolt hatásai és jelenlegi állapotuk, Hadmérnök, 15. évfolyam (2020) 2. szám 55–78. DOI: 10.32567/hm.2020.2.5, Forrás: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/issue/view/370>, (Letöltés dátuma: 2021.04.12.)
15. Szabó Sándor – Tóth Rudolf: Repülőterek kialakítása, létesítményeinek kritikus elemei, védelmük lehetséges műszaki megoldásai, XXV. évfolyam 2013. 2. szám, Forrás: http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-07-Szabo_Sandor-Toth_Rudolf.pdf, (Letöltés dátuma: 2021.04.04.)
16. Sz.n.: origo.hu, Madárral ütközött utasszállító repülőgép. Forrás: Alig láttak ki a vértől az utasszállító pilótái. Origo, 2018, Forrás: www.origo.hu/utazas/20181210-alig-lattak-ki-a-vertol-az-utasszalito-pilotai-madar-utkozes.html, (Letöltés dátuma: 2020.02.24.)

17. Szomráki Pál: Fényszennyezés – zajszennyezés, (DIPLOMA-MUNKA), Pázmány Péter Katolikus Egyetem Budapest, 2007, Forrás: <https://konkoly.hu/staff/kollath/szomraki.pdf>, (Letöltés dátuma: 2019.06.26.)
18. Weller, John R.: FOD Detection Administration System, Evaluation, Performance Assessment and Regulatory Guidance, Wildlife and Foreign Object Debris (FOD) Workshop, Cairo, Egypt, March 24 - 26, 2014, Forrás: <https://www.scribd.com/document/429126704/Assessing-Risk-FAA>, (Letöltés: 2021.03.27.)