

Faltin Zsolt, Rohács József, Kavas László

Integrált repülőterek környezetterhelés-menedzselése

A UAV- vagy drónfejlesztések és azok alkalmazásának elterjedésével egyre fontosabb feladat integrálásuk a teljes katonai és civil repülésbe. A repüléstudományi kutatóintézetek, kutatók ajánlására a légügyi hatóságok már egy sor szabályt alkottak, és utasítást adtak ki a drónokat is üzemeltető, úgynevezett integrált repülőterek biztonságos, hatékony és környezetterhelést minimalizáló működtetése céljával. A cikk az integrált repülőterek környezetterhelésének menedzselésével foglalkozik. Megvizsgálja az integrált repülőterek sajátosságait, a környezetterhelés becslési eljárásait, a terheléscsökkentés lehetőségeit, a környezetterhelés minimalizálásának a menedzselését. A publikáció újdonságtartalma a környezetterhelés fajlagos, teljes élettartamciklus-számítási eljárás alkalmazása a repülési eljárásokkal összekapcsoltan. Az eredmények hozzájárulnak a környezetterhelést csökkentő menedzselési eljárások kidolgozásához és alkalmazásához.

Kulcsszavak: UAV, drón, integrált repülőtér, környezetterhelés, fajlagos teljes élettartamciklus környezetterhelés-számítása, repülési eljárások, környezetterhelés menedzselése

1. Bevezetés

A jelenlegi háborús események tovább gyorsították az UAV-k/drónok fejlesztését, alkalmazását, mind katonai, mind civil területen. Kezdetben – különösen a katonai gépek esetében – az UAV¹ elnevezést alkalmazták, később megjelentek az RPA² vagy RPV³ betűszavakkal is megadott gépek [9]. Ma ugyanezekre széles körben használják a drón megnevezést, miközben lehet olyan a fedélzeten ember nélküli gép, amely több tonna felszálló tömegű, vagy pilóta nélküli repülőgép, amely utast szállít és azt is drónnak hívják. (A továbbiakban, ebben a cikkben az UAV rövidítést alkalmazzuk.)

A repüléstudományi kutatóintézetek, kutatók ajánlására a légügyi hatóságok már egy sor szabályt alkottak, és utasítás adtak ki [3], [4], [5], [7] a drónokat is üzemeltető, úgynevezett integrált repülőterek biztonságos, hatékony és környezetterhelés-minimalizáló működtetése céljával. Mindezek ellenére a szabályozás még nem teljes, és egy sor további problémát is meg kell oldani. Az egyik ilyen a környezetterhelés.

¹ Unmanned Aerial Vehicles – pilóta nélküli légi járművek.

² Remotely Piloted Aircraft – távirányítással (pilóta által vezetett) repülőgépek.

³ Remotely Piloted Vehicle – távirányítással jármű.

A témakör közvetlen része a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen elindított, TKP2021-NVA-16 azonosítószámú, „Alkalmazott katonai műszaki-, had- és társadalomtudományi kutatások a nemzetvédelem, nemzetbiztonság területén a Hadtudományi és Honvédtisztképző Karon” című projekt KKT1/GR Aerodrom munkacsoport tevékenységének.

Ez a cikk a drónokat is üzemeltető, úgynevezett integrált repülőterek környezetterhelésének a menedzselésével foglalkozik.

2. Az integrált repülőterek sajátosságai

Az „integrált repülőtér” fogalom többféleképpen értelmezett. A polgári légi közlekedésben az integrált repülőtér egy hálózati pont a multimodális közlekedésben. Az amerikai légügyi hivatal, az FAA⁴ az összes kereskedelmi repülőteret, a nagyvárosok körzetében működő nagy kapacitású általános repülőteret és további kiválasztott általános repülőtereket az *Integrált Repülőtér Rendszerek Nemzeti Terve* című dokumentumban foglalta össze [6]. Magyarországon is léteznek úgynevezett kapcsolt vagy kettős hasznosítású repülőterek, amelyeket a katonai és a polgári repülés együtt használ.

Az új szabályozások biztonsági és repülésvédelmi okokból védik a (kisebb méretű) drónok repülésétől a repülőtereket. A védett zóna a repülőtér 5 mérföldes (~8 km) körzetét jelöli. Igaz, megfelelő légi alkalmassági engedélyek birtokában és a repülőtér üzemeltetését támogató (repülőtér-védelmi, mozgás, infrastruktúraállapot stb. ellenőrzést végrehajtó) drónok a kivételek csoportjába tartoznak.

A katonai repülőterek más elbírálás alá esnek (1. ábra). Az NKE hivatkozott kutatási projektje a drónokat és katonai légi eszközöket együttesen üzemeltető repülőtereket integrált repülőtereknek nevezi.

A katonai és a civil repülőterek közt van egy sor lényeges különbség. Közülük nem egy egyszerűen érthető és „szembetűnő”. Például a katonai repülőtér nem rendelkezik utasterminállal, utas- és csomagkezelő eszközökkel, jelentős személygépkocsi-parkolóval, sajátos kiegészítő egységekkel, mint az üzleti repülőgépek tárolására, használatára alkalmas területekkel, esetlegesen az üzleti utazók részére külön utaskezeléssel. Természetesen mindkét repülőtér alkalmas teherszállító gépek fogadására, de a polgári repülőtereken kiépített cargoterület lényegesen nagyobb. További jelentős különbség, hogy a repülőterek fényjelzése különböző. A katonai repülőtereken körbe forgó, percnként 16–20 frekvenciával megjelenő két fehér, egy zöld jelből álló sorozat. A polgári repülőtereken a fényjelzés lehet állandó vagy forgó. A földi repülőtereken fehér–zöld, a vízi repülőtereken fehér–sárga, a heliportokon pedig zöld–sárga–fehér fényjeleket alkalmaznak, valamelyest nagyobb frekvenciával.

⁴ Federal Aviation Administration.



1. ábra

A kínai TV bemutatta, hogyan működnek együtt a többfunkciós J-16-os vadászpilóták a GJ-2-es felderítő drónnal [12]

További fontos különbség, hogy a katonai repülőtereken állami repülőgépeket üzemeltetnek. A polgári és a katonai repülőtereken egyaránt léteznek persze hangárok, karbantartó bázisok, kiszolgálóegységek, a személyzet számára szolgáló irodák, a légi forgalmat ellenőrző és menedzselő eszközök, szolgálatok. A katonai repülőtereken a gépeket gyakran speciális fedezékhangárokból vagy bunkerekben tárolják.

A kettős hasznosítású repülőterek persze mind a polgári, mind a katonai elvárásoknak megfelelnek.

Az integrált repülőterek természetesen különböznek a hagyományos értelemben vett katonai és polgári repülőterektől.

A projekt munkacsoportja a következők szerint értékelt a legfontosabb sajátosságokat.

- Elvileg a drónok alkalmazása könnyen beilleszthető a repülőtér működésébe, hiszen „csak” a repülőtéri mozgásokat és a közelkörzeti légtérrelőrzést kell megfelelő érzékenységre kialakítani.
- Általános felfogás szerint a legfontosabb a légtérhasználat és a légi forgalom menedzselése, miközben legalább ilyen fontos a konfliktuskezelés a konfliktusok detektálása és elkerülése [8].
- Az integrált repülőtereken a drónok használatának négy formáját lehet megkülönböztetni:
 - a drónok és a hagyományos katonai repülőgépek közvetlen együttműködése (lásd 1. ábra);
 - közvetett együttműködés, harcászati, taktikai feladatok ellátása a drónok és a hagyományos repülőgépek között, egymás támogatásával;
 - független tevékenység;
 - koalíciós kötelezettségből adódó (prioritást „élvező”) tevékenység.
- A drónok használatát mindig önálló vezetés látja el, a használati formától függően integrálva a teljes repülőtéri egység irányításába.

- Általánosan elfogadott szemlélet, hogy a drónok működtetése (mind a földi mozgásban, mind a levegőben) lehetőleg térben és időben különállóan valósuljon meg.
- Az előző sajátosság betartását segíti, ha a drónok üzemeltetésére elkülönített infrastruktúrát alakítanak ki.

Az integrált repülőterek biztonságos, hatékony és környezetkímélő működtetése egy sor fontos feladatot jelöl ki. Közülük az egyik a környezetterhelés és annak menedzselése.

Elvileg a kisebb méretű felderítő és taktikai drónok környezetterhelése a hagyományos katonai repülőgépekhez (vadászrepülőgépekhez, teher- és csapatszállító, bombázó gépekhez, helikopterekhez) képest eléggé kevés. A probléma viszont az, hogy a drónok alkalmazása miatt megváltoznak az előírt repülési útvonalak, és a drónok repülésének tér- és időbeli elkülönítési igénye miatt a nagyobb katonai repülőgépek napi repüléseinek az ütemezése is megváltozik.

3. A környezetterhelés becslése

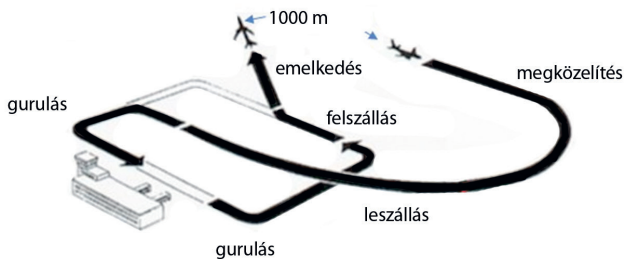
Környezetterhelésnek nevezik a természetes, élő, épített környezet állapotát akár rövid vagy hosszabb távon negatívan befolyásoló anyag, energia kibocsátását. A terhelést különböző formákban határozzák meg, figyelembe véve mitől függ, illetve mire alkalmas az adott mutató:

- a kibocsátás, azaz az emisszió értéke
 - alapvetően a kibocsátó műszaki, technológiai fejlettségétől függ;
 - többnyire mennyiség per idő (pontoszerű emisszióforrás);
 - mennyiség per vonal (vonali kibocsátás), amely már a használati jellemzőktől, itt a repülési pályától, a repülési eljárásoktól függ;
- a kibocsátás szétterjedése, transzmissziója:
 - függ az alkalmazott repülési eljárásoktól;
 - a kibocsátott anyag rekombinációjától, kiülepedésétől;
 - a levegő minőségétől, a légköri meteorológiai (légnyomás, hőmérséklet, páratartalom) adatoktól;
 - a levegő mozgásától (szél, légköri turbulencia);
- a kibocsátott anyag koncentrációja, immisziója:
 - adott területen a környezetterhelés értékelésére alkalmas;
 - területi mutató, indikátor;
- a hatást értékelő indikátorral:
 - adott ágazat egyfajta hatását értékelő mutató;
 - adott káros hatást összesítő mutató;
- az összehatást értékelő indexszel (indikátorok kombinációjával):
 - amely összesíti a közvetlen és közvetett;
 - a rövid és hosszú távú;
 - és mindenre kiterjedő hatást.

A terhelési formáktól függően többféle számítási, becslési, szimulációs és általános értékelési eljárást alkalmaznak a környezetterhelés értékelésére.

Az emisszió alapvetően a kibocsátó saját tulajdonsága, amely függ a működési üzemmódtól és a használati viszonyoktól. Az emisszió mértékét többnyire előírások szabályozzák

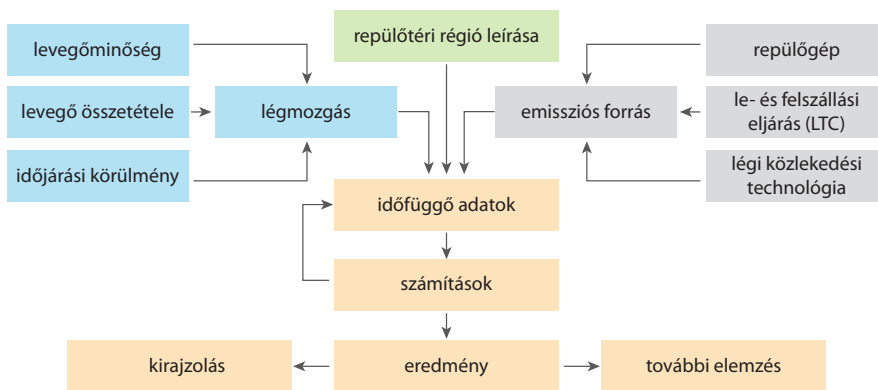
és a kibocsátó műszaki tanúsítványában rögzített értékeket képvisel. A 2. ábra megmutatja a polgári repülésben (az ICAO által) előírt úgynevezett le- és felszállási eljárást (TLC⁵), amely alapján a repülőterek környezetében számítani lehet a repülőgépek által kibocsátott káros anyagokat az adott gépek hajtóműveire meghatározott részterhelésektől függő emissziós értékei alapján.



A repülőgép üzemmódja	A hajtómű tolóerőszintje	Működési idő (perc)
1. gurulás (közlekedés a talajon)	7%	26
2. felszállás	100%	0,7
3. emelkedés	85%	2,2
4. megközelítés és leszállás	30%	4

2. ábra
Az ICAO⁶ által meghatározott le- és felszállási ciklus [10]

A transzmissziós számításra olyan szimulációs eljárás alkalmas, amely figyelembe veszi a transzmissziót befolyásoló összes hatást (3. ábra). A megoldás a vizsgált légtér, itt a repülőter környezetét felölölő és 1000 m magas légtér felosztása kisebb egységekre az egységek közötti transzmisszió, az egységen belüli kibocsátás és rekombináció figyelembevételével. A modell ilyen formán Markov-modellt alkot [10].

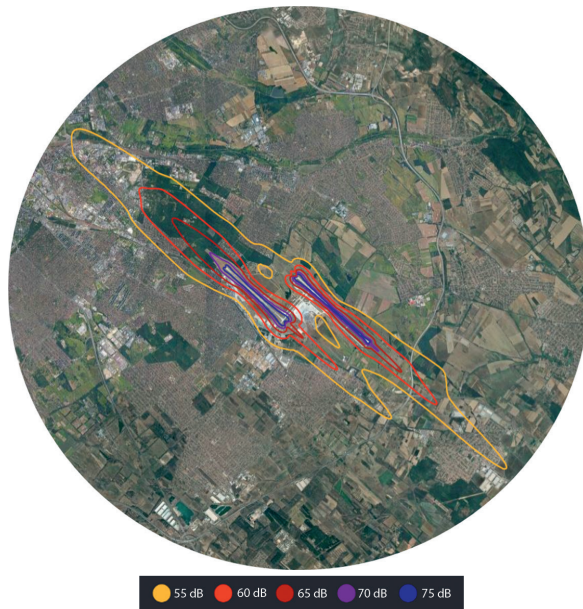


3. ábra
A repülőter környezetében kibocsátott káros anyag transzmissziójának szimulációs modellje [13]

⁵ Takeoff and Landing Calculations.

⁶ ICAO – International Civil Aviation Organization (Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet).

A transzmissziós modell végeredményben immissziós értékeket ad ki. Talán a legjobban ismertek a zajtérképek, amelyek a zajemisszió területi immisszióját adják meg (4. ábra).

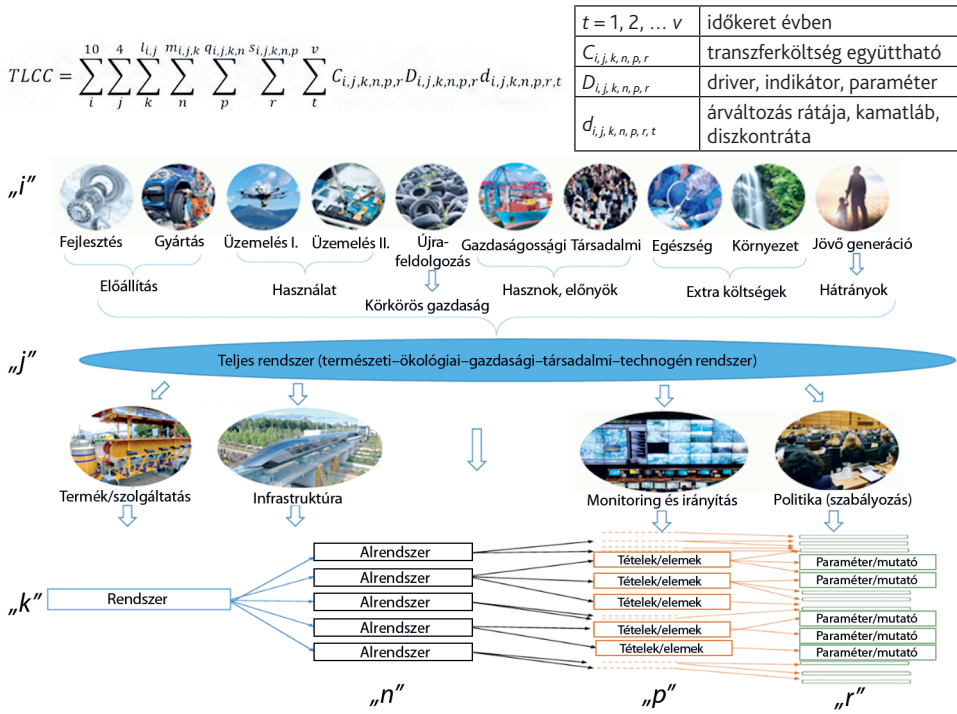


4. ábra

A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér forgalma által generált zajterhelés (2021, nappal) [2]

Indikátornak nevezik az állapotot jellemző mutatót. Általánosan fogalmazva elvárás, hogy a környezetterhelést értékelő indikátorok a) jellemezzék a vizsgált dolog, esemény, helyszín (itt repülőtér) fenntarthatóságát a többi hasonló dologhoz, eseményhez, helyhez képest; b) adják meg a dolog, esemény, hely esetleges gyengeségét/gyengeségeit és esélyeit a fejlesztésre és c) mérjék az előrehaladást a kitűzött célok elérésében. Ezt a felfogást alkalmazva a környezetterhelést jellemző indikátorok nagyon széles körből származhatnak az energiafelhasználástól a levegő minőségén át a repülőtéri tevékenység során kibocsátott melegházhathatást keltő gázokig.

Az indexek az adott dolog, esemény, helyszín által keltett (környezetterhelési) hatásokat a kapcsolódó teljes folyamat alapján határozzák meg. A legismertebb formája a teljes élettartamciklusra vonatkozó értékelés. Legtöbbször a fajlagos teljes élettartamköltséget alkalmazzák [11]. A fajlagos azt jelenti, hogy valamilyen egységre vonatkoztatva adják meg az értéket, a repülőgépek esetében ez egy repült óra, de lehet (vagy 100 km) megtett útra, egységnyi teljesítményre (pl. utaskm-re, tonnakm-re) vagy naptári időre, mint egy napra, egy órára. A teljes élettartam a kutatás-fejlesztéstől, a gyártmányfejlesztésen, gyártáson, használaton stb. keresztül az újrahasznosításig minden költséget felölel, ideértve a környezetterhelést és a gazdaságra, társadalomra gyakorolt hatásokon keresztül a jövő nemzedékének az érdekeit is figyelembe vevő költségekig mindent (5. ábra). Ugyanezt meg lehet fogalmazni költség helyett például a környezetterhelést mint a melegházhathatást kiváltó gázok kibocsátása indexeként.



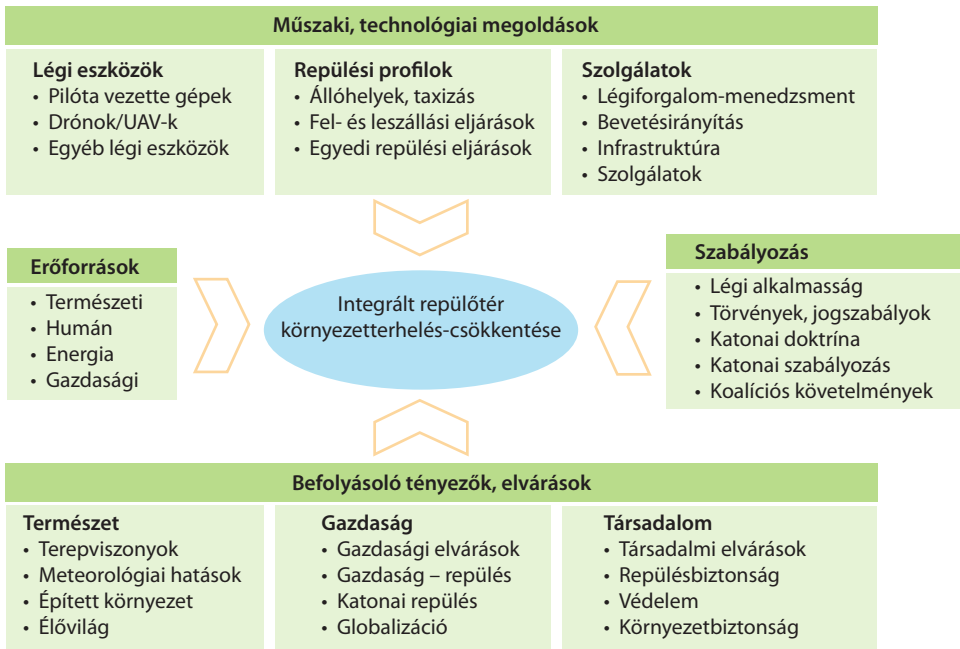
5. ábra
A fajlagos teljes élettartamciklusra* meghatározott költség számítási elve
(Megjegyzés: *Total Life Cycle Cost) [14]

4. A környezetterhelés minimalizálására alkalmas eljárások

A cikk célja nem az integrált repülőterek teljes működésének a menedzselése, hanem „csak” a környezetterhelés kezelése.

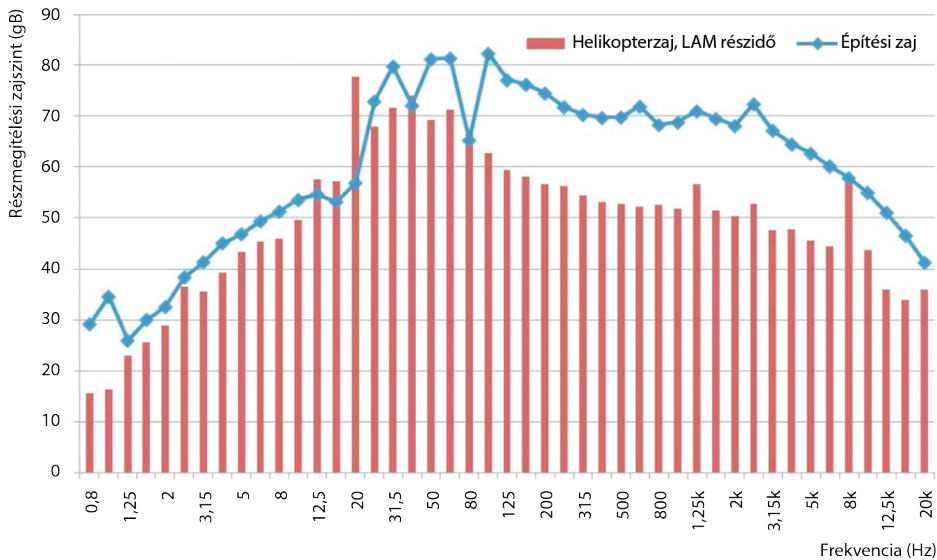
A 6. ábra összefoglalja mindazokat a tényezőket, sajátosságokat, amelyek közvetlenül vagy közvetve befolyásolják az integrált repülőterek okozta környezetterhelést. Érthető, hogy a használt légi eszközök fejlettsége, műszaki állapota, az alkalmazott repülési eljárás, mint a felszállás, kirepülés közvetlenül meghatározza a kibocsátott káros anyagok mennyiségét és azok megjelenését a repülési pálya mentén. Belátható, hogy akár forgalmi viszonyok miatt, akár más, a légi forgalom menedzselését nehezítő körülmény miatt a leszállás előtt várakozó légi eszközök extra környezetterhelést okoznak. Az is egyértelmű, hogy az erőforrások, mint a természeti erőforrások, például a lítium vagy a kompozit anyagok, alkalmazásához szükséges anyagok elérése, a kerozin minősége, de a személyzet szaktudása, képessége is befolyásolják a környezetterhelést. A gazdasági lehetőségek is azt jelentik, hogy mennyire lehet finanszírozni a környezetkímélő eszközök beszerzését, a repülőtéren és környékén alkalmazható környezetvédelmi megoldásokat. Természetesen a jogszabályok határozzák meg a légi eszközök elvárt tulajdonságait, a repülőtér létesítési követelményeit, ami érinti a környezetvédelmet.

Az egyéb befolyásoló tényezők értelmezése első ránézésre kissé nehezebbnek tűnik. Például a meteorológiai viszonyok (szél vagy a levegő nedvességtartalma) vagy az épített környezet (nemcsak a repülőtéren, de a repülőtérhez közeli településeken is) mind befolyásolja a repülési tervek készítését, a repülési eljárások tervezését, a környezetterhelést csökkentő repülési pályák kiválasztását. A csúcstechnológiai megoldásokat, eljárásokat alkalmazó repülés katalizálja a gazdaságot. Ez a katonai repülésre fokozottan igaz. Persze akadnak teljesen sajátos esetek is. Például az építések során a helyszíni szerelések helyett a nagyobb szerkezeti egységek távolabbi összeszerelése, majd azok helikopterekkel való helyükre illesztése kisebb zajjal jár, mint az építési zajterhelés (6. ábra).



6. ábra
Az integrált repülőtér környezetterhelés-csökkentési lehetőségei [Kavas László]

A társadalmi elvárások – a környezetterhelés szempontjából – egyfelől nagyon egyszerűen meghatározhatók: minél kisebb környezetterhelés elérése. Másfelől a társadalom szeretné megvédeni magát, amihez biztonságos, hatékony és környezetterhelést minimalizáló megoldásokat kell alkalmazni.



7. ábra

A repülésnek akár zajcsökkentő hatása is lehet: a helikopterrel végzett munkák során a zajszint kisebb, mint az építőipari gépek okozta zajterhelés [1]

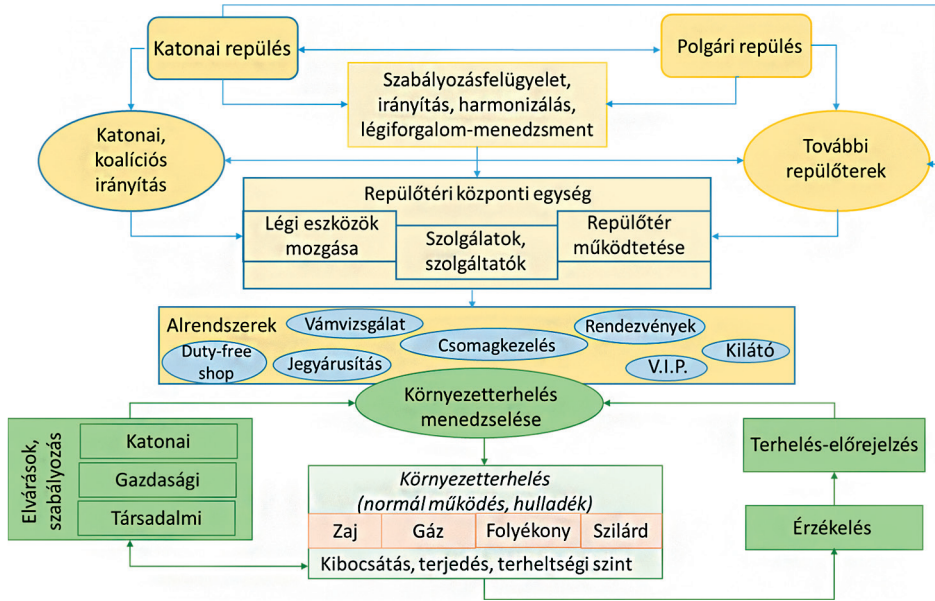
A 6. ábrán összefoglalt lehetőségek minden pontjához több tucat valóságos és jól alkalmazható megoldás tartozik. Ezekről a mélyebb irodalomkutatás, a szabadalmi leírások, a megoldásokat és szolgáltatásokat biztosító vállalkozások ajánlatai alapján lehet tájékozódni.

5. A környezetterhelés menedzselésére javasolt eljárás

Az integrált repülőterek olyan katonai, vagy katonai – polgári kettős hasznosítású repülőterek, amelyek integráltan működtetnek UAV-eket vagy drónokat. Az ilyen repülőterek menedzselését, az összes légi eszköz földi és légi mozgását, a repülőtér teljes infrastruktúráját, a repülőtéren folyó összes tevékenységét egy központi egységből kell megoldani. Az egységnek békeidőszakban a repülőterek általános működtetési elveit kell követni, míg a hadgyakorlatok, valamint a háborús körülmények közt tisztán katonai eljárások szerint kell működnie.

Az integrált repülőterek általános működésekor a légi eszközök földi és légi mozgásának, forgalmának a menedzselését célszerűen különválasztják a repülőtér többi tevékenységének (infrastruktúra működtetése, légi eszközök karbantartása, javítása, szolgálatok, személyzet) irányításától, illetve a repülőtéren működő szolgálatok, szolgáltatások irányításától. Továbbá a légi eszközök mozgásának menedzselésekor – a jelenlegi elvárások szerint – célszerű a drónok/UAV-k menedzselését külön egységként megoldani.

A vázoltakhoz képest a környezetterhelés menedzselése horizontálisan beletartozik a szervezeti és működési elvek alapján szétválasztott irányítási, menedzselési (al)központok tevékenységébe (8. ábra). Az alközpontokat például az üzemanyag-ellátás, a karbantartás, javítás, az infrastruktúra üzemeltetése, de akár a kettős hasznosítású repülőtereken az utasok és a csomagok kezelése, a biztonsági ellenőrzések stb. alkotják. A környezetterhelés menedzselése lényegében az összes ilyen alközpont tevékenységének a részét képezi.



8. ábra
A javasolt környezetterhelés-menedzsmnt rendszer funkcionális ábrája [Kavas László]

A környezetterhelés menedzselését az elvárások, a szabályozási követelmények és a repülőtér működési viszonyainak a függvényében lehet megtervezni. A terhelés megjelenhet zaj, gáz, folyadék és szilárd károsanyag-, hulladékkibocsátás formájában. A környezetterhelés aktív, a valós körülmények mérése alapján megvalósuló menedzseléséhez a repülőtér feladatainak, működési körülményeinek és – a korábban röviden vázolt – emisszió–transzmisszió–immisszió szimulációs elemzése a terhelés előrejelzése alapján valósítható meg.

6. Eredmények, következtetések

Az integrált repülőterek működési környezetének kialakítása még nem öltött végleges formát, mivel komoly műszaki és technológiai feladatokat kell megoldani létrehozásukhoz. A polgári légi közlekedés lebonyolítása a mai napig rádióforgalmazás útján történik, ahol az elsődleges és másodlagos radarok segítségével mindössze a légi forgalom ellenőrzését, a légi eszközök

nyomon követését végzik. Az UAV-eszközök esetében feladatkörtől függően többféle irányítási módozat is használatban van a teljesen kézi irányítástól kezdve a teljesen autonóm feladat-végrehajtásig. Például a 10-15 t MTOW feletti drónok esetében is a földi mozgatás, illetve a fegyverrendszerek használata teljesen kézi vezérléssel, emberi döntés útján történik, míg a jól automatizálható, ciklikus feladatok, mint alapvetően az útvonalrepülés, vagy például a fel- és leszállás, a légi utántöltés vagy éppen a kötelékrepülés már teljes egészében számítógépes algoritmusok „döntései” alapján valósulnak meg. És már ezen a területen is az ajtón kopogtat a mesterséges intelligencia, amely mára olyan szintet ért el, hogy egy kísérleti légi eszköz több percet repült a gépi tanulás útján létrehozott algoritmusok alapján. A repülőgép-hordozókon alkalmazott leszállást segítő rendszerekben már olyan szabályozási sebességet és robusztus működést tudtak létrehozni, amely nagy pontossággal és biztonságosan képes a légi eszközök leszállását irányítani egészen a fedélzetig. Korábban ezek az eszközök a pilóta vezette repülőgépek kiegészítő berendezései voltak, amelyeket rossz időjárási körülmények vagy egyéb vészhelyzeti körülmények esetén alkalmaztak. Így már jelen voltak a szolgálatban álló eszközökön, és adaptálásukkal az UAV-k fedélzetére az ember vezette és a pilóta nélküli légi eszközök közös műveletek végrehajtására voltak képesek. A polgári légi közlekedésben szintén léteznek olyan leszállító rendszerek, amelyek képesek rossz időjárási körülmények között az utasszállító gépek leszállását a földet éréig irányítani, de drónokon ezek még nincsenek alkalmazásban. Új rendszer lévén kialakításánál a technológiai problémákat úgy kell megoldani, hogy azok a környezetvédelmi szempontoknak és előírásoknak is maximálisan megfeleljenek.

A fent megfogalmazott követelményrendszerben egy olyan átfogó struktúrát mutattunk be, amely a polgári légi közlekedés és a katonai műveletek lebonyolításának valamennyi aspektusát figyelembe veszi, és azokat rendszerbe foglalva különböző modellekkel közelíti az eltérő nemű, a légi közlekedés lebonyolításának köszönhetően megjelenő káros anyagokat, azok terjedése és disszipációja szempontjából. Az új, átfogó struktúrával az egyes szegmensek közötti kapcsolatok is jól megvilágíthatók, így az azok egymásra hatásából származó előnyök, illetve hátrányok is mérhetővé és kielemezhetővé tehetők.

Felhasznált irodalom

- [1] Bera J., *Légi közlekedés környezetbiztonsági kapcsolatrendszerének modellezése a helikopterzaj tükrében*. PhD-disszertáció, Óbudai Egyetem 2015. Online: https://oda.uni-obuda.hu/bitstream/handle/20.500.14044/10100/Bera_Jozsef_PhD.pdf?sequence=1
- [2] Budapest Airport, *Noise map Budapest*. [é. n.]. Online: www.bud.hu/en/budapest_airport/responsibility/environmental_responsibility/noise_protection/noise_map
- [3] M. W. Burkle, T. E. Montgomery, „The Integrated Airport – A NextGen Test Bed,” in *2008 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference*, pp. 1–7. 2008. Online: <https://doi.org/10.1109/ICNSURV.2008.4559154>
- [4] C.-A. Ciolponea, „The Integration of Unmanned Aircraft System (UAS) in Current Combat Operations,” *Land Forces Academy Review*, 27. évf. 4. sz. pp. 333–347. 2022. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2022-0042>
- [5] Eurocontrol, *U-space ConOps CORUS-XUAM project D4.1*. 2022. Online: https://corus-project.eu/wp-content/uploads/2022/11/CORUS-XUAM-D4.1-delivered_3.10.pdf

- [6] Federal Aviation Administration, *National Plan of Integrated Airport Systems (NPIAS) 2009–2013*. Report to Congress. 2008. Online: www.faa.gov/sites/faa.gov/files/airports/planning_capacity/npias/current/npias_2009_narrative.pdf
- [7] Federal Aviation Administration, *Integration of Civil Unmanned Aircraft Systems (UAS) in the National Airspace System (NAS) Roadmap*. Third Edition, 2020.
- [8] K. Neubauer, D. Fleet, F. Grosoli, H. Verstynen, *Unmanned Aircraft Systems (UAS) at Airports: A Primer*. (1–ACRP Report 144), ACPR – Airport Cooperation Research Program, TRB – Transport Research Board, 2015. Online: <https://doi.org/10.17226/21907>
- [9] Palik M., Rohács J. „UAV, UAS, RPA, drón, robotrepülőgép – új technológiák alkalmazása 1.,” és 2. rész. *Haditechnika*, 56. évf. 6. sz. pp. 21–26. 2022. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.6.04>
- [10] J. Rohacs, „Emission Scattering Simulation for Airport Region,” in *ICAS 2002 Congress Proceedings*, CD-ROM, 7112.1-7112.6. pp. 1–6. 2002. Online: www.icas.org/icas_archive/ICAS2002/PAPERS/7112.PDF
- [11] J. Rohács, D. Rohács, „Total Impact Evaluation of Transportation Systems,” *Transport*, 35. évf. 2. sz. pp. 193–202. 2020. Online: <https://doi.org/10.3846/transport.2020.12640>
- [12] P. Satam, „1 Drone, 2 Fighters: China's J-16 Jets, Wing Loong-2 UAV Conduct Joint Strike Mission In First-Of-Its-Kind Military Drills,” *Eurasian Times*, 2023. augusztus 13. Online: www.eurasiantimes.com/1-drone-2-fighters-chinas-j-16-jets-wing-loong-2-uav-conduct-joint-strike-mission-in-first-of-its-kind-military-drills/
- [13] R. Gurály, M. Hideg, J. Rácz, *Aeronautics Related RTD Activities in Hungary*. 2006. Online: www.airtn.eu/wp-content/uploads/2016/01/f53.pdf
- [14] D. Rohacs, „Technology and Solution-Driven Trends in Sustainable Aviation,” *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 95. évf. 3. sz. pp. 416–430. 2023. Online: <https://doi.org/10.1108/AEAT-07-2022-0185>

Environmental Impact Management of Integrated Airports

As the applications of UAV/drone developments accelerate, their integration into the entire military and civil aviation is an increasingly important task. At the recommendation of aeronautical research institutes and researchers, the aviation authorities have already created a series of rules and issued instructions to the so-called drone operators with the aim of operating integrated airports safely, efficiently and minimising environmental impact. The presentation deals with the management of the environmental impact of integrated airports. It examines the characteristics of integrated airports, the estimation procedures of the environmental load, the possibilities of reducing the load, the management of the minimisation of the environmental load. The new content of the presentation is the application of the specific, full life cycle calculation procedure of the environmental load in connection with the flight procedures. The results contribute to the development and application of management procedures that reduce environmental impact.

Keywords: UAV, drone, integrated airport, environmental impact, specific full life cycle environmental impact calculation, flight procedures, environmental impact management

Faltin Zsolt, MSc doktori hallgató Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszék zsfaltin@vrht.bme.hu orcid.org/0000-0002-8361-1397	Zsolt Faltin, MSc PhD student Budapest University of Technology and Economics Department of Aeronautics and Naval Architecture zsfaltin@vrht.bme.hu orcid.org/0000-0002-8361-1397
Dr. Rohács József, CsC egyetemi tanár Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszék rohacs.jozsef@kjk.bme.hu orcid.org/0000-0002-4607-9063	József Rohács, CsC Professor Budapest University of Technology and Economics Department of Aeronautics Naval Architecture rohacs.jozsef@kjk.bme.hu orcid.org/0000-0002-4607-9063
Dr. Kavás László egyetemi docens Nemzeti Köszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék kavas.laszlo@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-7375-3527	László Kavás, PhD Associate Professor Ludovika University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aircraft and Engine kavas.laszlo@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-7375-3527
