

Tóth József

A repülőtéri folyamatok környezetkárosító hatásainak csökkentésére irányuló fejlesztések várható irányai

A légi közlekedés környezetvédelmi szempontú fejlesztése, a légköri és a zajszennyezés csökkentése az elmúlt évtizedekben a repülőterek vonatkozásában is nagy hangsúlyt kapott. Ennek kapcsán létrejött az Airport Carbon Accreditation (ACA), az egyetlen intézményileg támogatott, globális szén-dioxid-gazdálkodási tanúsítási program, amely a repülőterek számára biztosít tanúsított megfelelést és minősítést környezetbarát működésük igazolására. Ezenkívül láthatóvá teszi azokat a lehetőségeket és továbblépési irányokat, amelyek a „zéró kibocsátás” hosszú távú célkitűzésének megvalósítását biztosíthatja. Fontos feladat az európai körkép készítése, amely egyelőre a fellelhető forrásmunkák elemzésén és feldolgozásán kell hogy alapuljon. A legjobb gyakorlatok megtalálása és a hazai – úgy a kereskedelmi, mint a katonai – repülőterekre való alkalmazhatóságuk vizsgálata további kutatások feladata.

Kulcsszavak: környezetvédelem, repülőtér-fejlesztés, légszennyezés, kereskedelmi repülés

1. Bevezetés

A repülőterek létfontosságú nemzeti erőforrások a nemzetgazdaság számára. Kulcsszerepet töltenek be a személy- és áruszállításban, valamint a regionális, nemzeti és nemzetközi kereskedelemben. Ezek azok a helyek, ahol az ország légi közlekedési rendszere összekapcsolódik más közlekedési módokkal, és ahol a légi forgalom irányításával és szabályozásával kapcsolatos nemzetközi felelősség találkozik a legtöbb repülőteret birtokló és üzemeltető állami és helyi önkormányzatok szereplőivel. Kutatásra van szükség a közös üzemeltetési problémák megoldásához, más iparágak megfelelő új technológiáinak adaptálásához, valamint innovációk bevezetéséhez a repülőtéri ágazatban [7].

A Repülőtéri Együttműködési Kutatási Program (ACRP)¹ az egyik fő eszköze annak, hogy a repülőtéri ágazat innovatív, rövid távú megoldásokat dolgozzon ki a vele szemben támasztott igények kielégítésére. Az ACRP alkalmazott kutatásokat végez olyan problémákkal kapcsolatban, amelyekben a repülőtér-üzemeltető szervezetek is osztoznak, és amelyekkel a meglévő kutatási programok nem foglalkoznak megfelelően [2], [3], [4].

¹ Airport Cooperative Research Program.

A környezetvédelemmel foglalkozó jelentések a repülőtéri üvegházhatású gázok csökkentésére irányuló erőfeszítésekre összpontosítanak. Bemutatják az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentésére irányuló kezdeményezéseket a repülőtereken, és tanulságokat adnak a jövőbeli ÜHG-csökkentési projektek sikeres végrehajtásának támogatásához.

2. Airport Carbon Accreditation rendszere

Az Airport Carbon Accreditation az Airports Council International (ACI) Europe fejlesztette ki, és indította el Európában 2009-ben. 2014 végétől az Airport Carbon Accreditation világszerte kiterjedt az összes ACI-régióra. Ez az egyetlen önkéntes globális szén-dioxid-kezelési szabvány a repülőterekre vonatkozóan [1], [2], [6].

A repülőtéri szén-dioxid-akkreditáció célja, hogy ösztönözze és lehetővé tegye a repülőtereket a szén-dioxid-gazdálkodás legjobb gyakorlatainak bevetésére és a kibocsátáscsökkentés elérésére. Az akkreditáció lehetőséget biztosít a repülőterek számára, hogy nyilvános, publikus elismerést szerezzenek elért eredményeikért, elősegíti a hatékonyság javítását, ösztönzi a tudásátadást, növeli a repülőtér ismertségét és hitelességét, ösztönzi a szabványosítást, valamint növeli a tudatosságot és a specializációt. A legtöbb dokumentum az ACRP 56. jelentését használja kiindulópontként, amely egy kézikönyv a repülőterek üvegházhatású-gáz-kibocsátásának gyakorlati csökkentésére vonatkozó stratégiák mérlegeléséhez, és leírja a repülőterek által a repülőtereken az ÜHG-kibocsátás mérésére és csökkentésére vonatkozó gyakorlatok, eszközök és stratégiák terén elért eredményeket.

Az üvegházhatást okozó gázok csökkentésére irányuló stratégiákkal foglalkozó minden repülőtér-üzemeltetőnek valószínűleg különböző prioritásai és kibocsátáscsökkentési céljai vannak, amelyek befolyásolják a stratégiák kiválasztásának folyamatát [5]. Nagyon fontos, hogy még a tervezés kezdeti szakaszában világos célokat tűzzenek ki, hogy a tervezést és a megvalósítást rendszeresen össze lehessen mérni ezekkel a célokkal [7].

A repülőterek utasra vonatkoztatva számítják ki kibocsátásukat, és kötelezettséget vállalnak a kibocsátás csökkentésére. Különböző hajtóerők motiválják őket, köztük a következők:

- a hosszú távú működési költségek csökkentése a régebbi, esetleg elavult berendezések cseréjével, amelyek karbantartása költségesebb, és több üzemanyagot fogyasztanak;
- az ügyfelek élményének javítása, a kényelem növelése és a torlódások csökkentése, ezzel együtt a károsanyag-kibocsátás csökkentése érdekében a technológia használatával;
- a pénzügyi ösztönzőkkel, például az energia-visszatérítésekkel kapcsolatos lehetőségek maximalizálása a tisztább égetőtechnológia kezdeti költségeinek csökkentése érdekében;
- a létesítmények klímaváltozással szembeni ellenálló képességének növelése új energiatermelő és -tároló berendezésekbe történő befektetéssel, amelyek képesek fenntartani a repülőtéri működést akkor is, ha a hálózat leállt;
- közpolitikai kötelezettségvállalások teljesítése és koordináció más kormányzati szervekkel ezekben az erőfeszítésekben;

- az iparági vezető szerep bizonyítása más repülőterekkel való versenyzéssel az ÜHG-stratégia fejlesztése határainak feszegetése érdekében;
- válasz az érdekelt felek aggodalmaira és az érdekelt felekkel, köztük a közeli közösségekkel való kapcsolatok fejlesztése a tervezéssel és a megvalósítással kapcsolatos információk megosztásával;
- a fenntarthatósági márkaimázs kiépítése és a repülőtér befolyásának kiterjesztése saját forrásain túlra [7].

Az ACRP 56. jelentésében felsorolt jó gyakorlatok 12 kategóriába sorolhatók.

Az alábbi 13 kategória tartalmazza az eredeti 12 kategóriát (enyhe módosításokkal a szintézishez) és 1 hozzáadott kategóriát az összegzéshez:

- a repülőtér tervezése és üzemeltetése (AF)²;
- üzleti tervezés (BP)³;
- építés (CN)⁴;
- szén-dioxid-megkötés (CS)⁵;
- szén-dioxid-offset (CO)⁶;
- energiagazdálkodás (EM)⁷;
- földi kiszolgálóberendezések (GS)⁸;
- földi közlekedés (GT)⁹;
- anyagok és beágyazott energia (ME)¹⁰;
- üzemeltetés és karbantartás (OM)¹¹;
- teljesítménymérés (PM)¹²;
- megújuló villamos energia és üzemanyagok (RE)¹³;
- hűtőközegek (RF)¹⁴ [7].

Az Airport Carbon Accreditation valójában a CO₂-kibocsátásra összpontosít, mivel ez teszi ki a repülőtéri környezetszennyezés nagy részét. A repülőterek vállalása – önkéntes alapon, a legjobb gyakorlatok példájaként – más üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátását is tartalmazhatja. A független, harmadik fél által jóváhagyott és elfogadott auditor által végzett hitelesítés a program alapvető eleme.

² Airfield Design and Operations.

³ Business Planning.

⁴ Construction.

⁵ Carbon Sequestration.

⁶ Carbon Offset.

⁷ Energy Management.

⁸ Ground Service Equipment.

⁹ Ground Transportation.

¹⁰ Materials and Embedded Energy.

¹¹ Operations and Maintenance.

¹² Performance Measurement.

¹³ Renewable Energy (on-site).

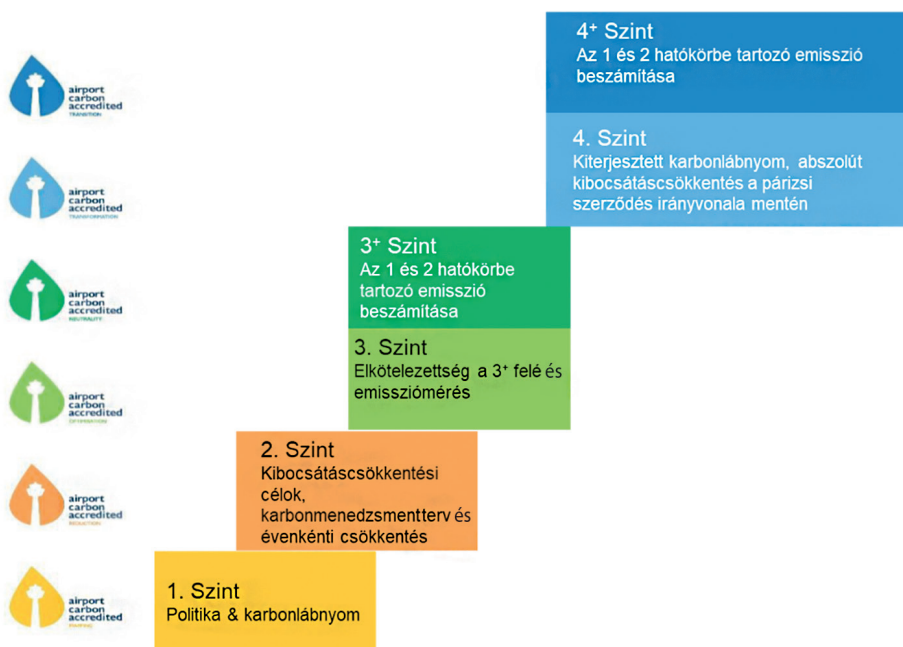
¹⁴ Refrigerants.

A repülőterek az első akkreditáció során kiindulásként az alábbi 4, fokozatosan szigorúbb akkreditációs szint valamelyikén állhatnak, illetve azokra nyerhetnek besorolást:

1. feltérképezés;
2. csökkentés;
3. optimalizálás;
4. transzformáció [1].

Ezen túlmenően a 3. és 4. szintű repülőterek dönthetnek úgy, hogy kompenzálják maradék kibocsátásaikat, így elérhetik a 3+ (semlegesség), illetve a 4+ (átmenet) szintet. Ezt szemlélteti az 1. ábra. Az ábra bal oldalán lévő oszlopban azok a meghatározott színnel megjelenített ábrák, logók, jelzések láthatóak, amelyeket a repülőtér jól látható helyein elhelyezve transzparenssé tehető a repülőtér (adott szinten) tanúsított volta.

Az akkreditált repülőterek tanúsítványt kapnak, amely jelzi az elért szintet [1].



1. ábra

A repülőtéri szén-dioxid-akkreditáció szintjei és fő követelményei (saját szerkesztés [1] alapján)

Az egyes akkreditációs szintek főbb követelményei és azok tartalma a következő:

- 1 szint: feltérképezés
 - politikai elkötelezettség a kibocsátáscsökkentés mellett;
 - a repülőtér 1. és 2. hatálya alá tartozó kibocsátások karbonlábnyomának kialakítása.

- 2. szint: csökkentés
 - minden 1. szintű akkreditációs követelmény teljesítése;
 - a szén-dioxid-kibocsátás-csökkentési cél megfogalmazása;
 - a szén-dioxid-kezelési terv kidolgozása a cél elérése érdekében;
 - az 1. és 2. hatályú kibocsátáscsökkentés bemutatása a 3 éves mozgó átlaghoz képest.
- 3. szint: optimalizálás
 - a 2. szintű akkreditációs követelmények teljesítése;
 - további szénlábnyom a specifikus 3. hatókörbe tartozó kibocsátások figyelembevételével;
 - az érintettek bevonására vonatkozó terv kidolgozása;
 - repülőtéri szén-dioxid-akkreditációs jelentkezési kézikönyv (13. kiadás).
- 3+ szint: semlegesség
 - az összes 3. szintű akkreditációs követelmény teljesítése;
 - a fennmaradó kibocsátások ellentételezése a repülőtér ellenőrzése alatt.
- 4. szint: átalakítás
 - szakpolitikai elkötelezettség az abszolút kibocsátáscsökkentés mellett;
 - a repülőtér 1., 2. és 3. hatálya alá tartozó kibocsátások karbonlábnyomának kialakítása, beleértve a további kötelező forrásokat is;
 - hosszú távú abszolút csökkentési cél meghatározása az 1. és a 2. hatókörre vagy az 1., 2. hatókörre és a kiválasztott 3. körbe tartozó szén-dioxid-kibocsátásra, amely összhangban van az IPCC 1,5 °C-os vagy 2 °C-os ütemtervével;
 - szén-dioxid-kezelési terv kidolgozása a csökkentési pálya és a célok eléréséhez szükséges intézkedések meghatározására;
 - az érdekelt felek partnerségi tervének kidolgozása, beleértve a kibocsátáscsökkentési célokat és/vagy a repülőtér 3. hatálya alá tartozó kibocsátások hatékony csökkentését eredményező intézkedéseket.
- 4+ szint: átmenet
 - az összes 4. szintű akkreditációs követelmény teljesítése;
 - a fennmaradó, a repülőtér ellenőrzése alatt álló kibocsátások ellentételezése [1].

A repülőterek folyamatait szükségszerű célszerűen választott kritériumrendszer alapján elkülöníteni és csoportosítani, ezek az úgynevezett működési határok. Az ÜHG-protokoll szerint a működési határ határozza meg a közvetlen és közvetett kibocsátások körét a repülőtér üzemeltető vállalat meghatározott szervezeti határai alapján. A működési határ (1. hatókör, 2. hatókör, 3. hatókör) a szervezeti határ megállapítása után dől el. A kiválasztott működési határt ezután egységesen alkalmazzák a közvetlen és közvetett kibocsátások azonosítására és kategorizálására minden működési szinten. Ennek megfelelően a stratégiai tervezés folyamatában a kibocsátási forrásokat (tevékenységeket/létesítményeket) az 1., 2. vagy 3. hatókörbe (*scope*) célszerű besorolni [1].

1. hatókör: Közvetlen ÜHG-kibocsátás, amely a repülőtér tulajdonában lévő és/vagy ellenőrzése alatt álló forrásokból származik, például saját vagy ellenőrzött kazánokban, kemencékben, járművekben stb.

2. hatókör: A repülőtér által felhasznált vásárolt villamos energia, gőz, hő vagy hűtés előállításából származó közvetett ÜHG-kibocsátás. A 2. hatókörbe tartozó kibocsátások értelemszerűen fizikailag abban a létesítményben jönnek létre és azokhoz köthetők, ahol a vásárolt villamos energiát termelik.

3. hatókör: Minden egyéb közvetett kibocsátás, amely a repülőtér tevékenységének következménye, de nem a társaság tulajdonában és/vagy ellenőrzése alatt álló forrásból származik (például a légi járművek mozgása, harmadik fél által üzemeltetett járművek és berendezések, telephelyen kívüli hulladékkezelés stb.). Az ilyen források elhelyezkedhetnek a repülőtér területén vagy azon kívül (földrajzi határ).

Ennek megfelelően a repülőterek azonosítják a releváns kibocsátási forrásokat, és meghatározzák, hogy hol tudják ellenőrizni, illetve mérni, detektálni a kibocsátásokat, és melyek azok a területek, ahol irányítani vagy befolyásolni tudják a többi érdekelt tevékenységéből származó emissziókat (3. hatókör) [1].

A repülőtéren előforduló lehetséges kibocsátások

1. hatókör

A repülőtér felügyelete alatt álló emisszióforrások

1. A repülőtérhez tartozó járművek/földi kisegítő berendezések
2. Hulladékgazdálkodás
3. Szennyvízkezelés
4. Energia-előállítás
5. Jégtelenítő anyagok

2. hatókör

A repülőtér felügyeletén kívüli emisszióforrások

1. Repülések
2. A repülőgépek földi mozgása
3. APU-működtetés
4. Nem a repülőtérhez tartozó járművek/földi kisegítő berendezések
5. Utasok szállítása a repülőtéren
6. A személyzet utaztatása
7. Jégtelenítő anyagok

3. hatókör

Vásárolt elektromos energiához köthető emisszió

1. Fűtés
2. Hűtés
3. Világítás



2. ábra

Hatókörök és kibocsátásforrások egy fiktív repülőtéren (saját szerkesztés [1] alapján)

Bár a határok repülőterenként eltérőek, a 2. ábra csupán egy példát mutat arra, hogy egy tipikus repülőtér hogyan határozhatja meg karbonlábnyomának határát. Ez csak tájékoztató jellegű példa, és minden repülőtéren el kell végeznie ezt a feladatot tevékenységei és létesítményei sajátosságai alapján.

3. Összegzés

A fent vázolt rendszer egyértelműen jelentős ösztönző erőt és motivációt jelent a repülőterek üzemeltetői számára, hogy megtegyék azokat a szükségszerű lépéseket, amelyek a légi közlekedés hosszú távú céljainak elérését biztosíthatja. Ez a jövőkép olyan szemléletre épül,

amely tartalmazza a fenntarthatóság, a körkörös gazdaság és a karbonsemlegesség elméleti és gyakorlati elveit.

A légi közlekedés egyre szerteágazóbb elemei – fejlett légi mobilitás, regionális és rövid-közepes repülések, esetleg szuborbitális közlekedés – annak kontinentális léptékű, fenntartható, társadalmilag elfogadott és a fogyasztók szempontjából teljes mértékben integrált, oszthatatlan összetevői. A jövőre vonatkozó vízió szerint a légi közlekedés egy intermodális mobilitási rendszer szerves eleme, amely magában foglalja a nagy sebességű és hagyományos vasutat, a buszokat, az autonóm gépjárműveket és más feltörekvő mobilitási koncepciókat.

Felhasznált irodalom

- [1] Airport Carbon Accreditation Application Manual (Issue 13) March 2023, Updated: (Issue 14) December 2023. Online: <https://www.airportcarbonaccreditation.org/wp-content/uploads/2023/12/ACA-AM-14-FINAL-UPDATE1.pdf>
- [2] Airport Carbon Accreditation Offsetting Manual (Issue 3), 2022. Online: www.airport-carbonaccreditation.org/technical-documents
- [3] ACRP Airport Greenhouse Gas Reduction Efforts, 2019. ISBN 978-0-309-48079-6, Online: <https://nap.nationalacademies.org/read/25609>
- [4] Developing an Airport Net Zero Carbon Roadmap, Summary of Existing Roadmaps June 2022. Online: <https://aci-europe.org/downloads/content/ACI%20EUROPE%20Summary%20Repository%20-%20Airport%20Net%20Zero%20Roadmaps.pdf>
- [5] Fly the Green Deal, Europe's Vision for Sustainable Aviation, Report of the Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe (ACARE). Online: https://www.acare4europe.org/wp-content/uploads/2022/06/20220815_Fly-the-green-deal_LR-1.pdf
- [6] Guidebook for Developing a Zero- or Low-Emissions Roadmap at Airports, 2021. Online: https://ia800306.us.archive.org/18/items/9780309674195/9780309674195_text.pdf
- [7] „Handbook for Considering Practical Greenhouse Gas Emission Reduction Strategies for Airports,” Washington, DC, Amerikai Egyesült Államok: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2011. Online: https://crp.trb.org/acrpwebresource2/wp-content/themes/acrp-child/documents/047/original/ACRP_56_Handbook_for_Considering_Practical_Greenhouse_Gas_Emission_Reduction_Strategies_for_Airports.pdf

Expected Directions of Developments Aimed at Reducing the Environmental Impact of Airport Processes

The environmental development of air transport and the reduction of atmospheric and noise pollution have also had a significant impact on airports in recent decades. In connection with this, Airport Carbon Accreditation (ACA) was created, the only institutionally supported, global carbon dioxide management certification program that provides airports with certified compliance and certification to prove their environmentally friendly operation. In addition, it makes visible the possibilities and ways forward that can ensure the realization of the long-term goal of “zero emissions”. An important task is the examination of a European overview, which for the time

being must be based on the analysis and processing of available source works. Finding the best practices and examining their applicability to domestic – both commercial and military – airports will be the result of further research.

Keywords: *environmental protection, airport development, air pollution, commercial aviation*

Dr. Tóth József
egyetemi docens

Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Repülő Sárkány-Hajtómű Tanszék

toth.jozsef@uni-nke.hu

<https://orcid.org/0000-0001-8647-3404>

József Tóth, PhD

Assistant Professor

Ludovika University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer Training
Department of Aircraft and Engine

toth.jozsef@uni-nke.hu

<https://orcid.org/0000-0001-8647-3404>

„A TKP2021-NVA-16 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NVA pályázati program finanszírozásában valósult meg.”



AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROGRAM

Tartalom

<i>Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2023 – Konferencia</i>	5
<i>HAJNAL KORNÉL, HEGYI FANNI ROZÁLIA, BÉKÉSI BERTOLD: Multikopteres drón tervezése, fejlesztése és felhasználása</i>	11
<i>ANTAL TAMÁS, NAGY JÁNOS: A csomagolás és a tárolási körülmények hatása a szárított homoktövisgyümölcs érzékszervi jellemzőire</i>	23
<i>KISS ZSOLT PÉTER, KASSAI ZSOLT, SZENTE MÁRK: A gumiabroncsok fáradásos bordatörés-vizsgálati lehetőségeinek meghatározása laboratóriumi körülmények között</i>	31
<i>PALÁNKAI EMESE, SARVAJ CZ KORNÉL: Virtuális gyártás alkalmazása ipari gyártóegységek optimalizálására</i>	43
<i>LAKATOS ERNŐ LEVENTE, SZIGETI FERENC, SZÁZVAI ATTILA: A kissorozat- és az egyedi gyártás összehangolása adott üzemben</i>	51
<i>FAZEKAS CSABA, SZIGETI FERENC: A hegesztési sebesség varratulajdonságokra gyakorolt hatásának vizsgálata S355 típusú acél hegesztésénél</i>	59
<i>CSURGAI JÓZSEF, SZILVÁSSY LÁSZLÓ, JÁMBOR KRISZTIÁN: Légisugár-fejlesztésünk rögös útja</i>	67
<i>SZILVÁSI MARCELL, OROSZ MÁTÉ: Bányafal mérése és modellezése robbantás előtt és után</i>	79
<i>BUDAY TAMÁS, BUDAYNÉ BÓDI ERIKA: A bivalens hőszivattyús rendszerek használatának hatása a szén-dioxid-kibocsátásra</i>	87
<i>BUDAY TAMÁS, KYRILLOS SAMIR GHATTAS: A mélyfúrás geofizikai adatai digitalizálása hidrodinamikai modellezéshez</i>	95
<i>SZILVÁSI MARCELL: Terepfelmérés és modellezés egyvonalas létesítmény megtervezéséhez</i>	101
<i>NAGYNÉ KONDOR RITA: Mérnöktanárképzés, Iemorzsolódás</i>	109
<i>NAGYNÉ KONDOR RITA: A téri intelligencia szerepe a felsőoktatásban</i>	117
<i>PALIK MÁTYÁS, SZABÓ BALÁZS: A hagyományos légi járművek és a nagy méretű drónok integrált működése ellenőrzött repülőterekről</i>	125
<i>SIMON SÁNDOR, VAS TÍMEA, DUDÁS ZOLTÁN: A repülőtéri forgalomban alkalmazható drónok típusspecifikációs kérdései</i>	133
<i>BÉKÉSI BERTOLD, GAJDÁCS LÁSZLÓ, KNAPICZIUS ATTILA: A pilóta nélküli légi járművek meghajtási rendszerei</i>	145
<i>GAJDÁCS LÁSZLÓ: A drónok vizuális láthatóságának jelentősége</i>	157
<i>MAJOR GÁBOR, BÉKÉSI BERTOLD: Földön, vízben, levegőben – pilóta nélkül, avagy a robotok segítenek vagy ártanak?</i>	169
<i>NAGY IMRE: Meddig növelhető alacsony Föld körüli pályán a mesterséges holdak száma?</i>	177
<i>KAVAS LÁSZLÓ, VARGA BÉLA, TÓTH JÓZSEF: Kapcsolat a különböző gázturbinás hajtóművek és a SAF-tüzelőanyagok használatához kapcsolódó károsanyag-kibocsátás között</i>	185
<i>ÓVÁRI GYULA, VARGA BÉLA, CSATÓ PÉTER: A közelmúlt néhány fontos tanulsága a szállító légi járművek integrált repülőtéren történő kiszolgálásában és repülésre történő felkészítésében</i>	195
<i>VARGA BÉLA: Az adaptív hajtómű-technológia megjelenése a katonai repülés területén</i>	203
<i>TÓTH JÓZSEF: A repülőtéri folyamatok környezetkárosító hatásainak csökkentésére irányuló fejlesztések várható irányai</i>	211