

Gémes Levente

Urban Air Mobility, a 3. dimenzió (légi) bevonása a közlekedésbe

A bolygó dinamikus népességnövekedése miatt többmilliós metropoliszok alakultak ki, ahol a mindennapi közlekedés a magas népsűrűség miatt problémássá vált. A kialakult helyzet a harmadik dimenzió – azaz a légi közlekedés, például légi taxik – bevonását teszi szükségessé. Ennek tipikus eszközei a VTOL¹ kialakítású, alacsony zajkibocsátású és ami a legfontosabb, elektromos meghajtású repülőeszközök lehetnek.

Kulcsszavak: UAM, urban air mobility, légi közlekedés, városi közlekedés, légi taxi, karbonsemleges repülés

1. Bevezetés

A fejlett világ egyik fő irányvonala a további fejlődés iránymutatásában a környezetvédelem, ezen belül is a közlekedést tekintve a karbonsemlegesség. Az Európai Unió (EU) az európai klímarendelemben vállalta, hogy 2050-re EU-szinten eléri a karbonsemlegességet. Ezt a célt az a fontosság, hogy az IPCC² véleménye szerint a globális felmelegedés mértékének 1,5 °C fokra való korlátozásához elengedhetetlen, hogy a jövőben, legkésőbb a 21. század közepéig elérjük a karbonsemlegességet. Ez a cél nem csak az EU által aláírt párizsi megállapodásban szerepel [1].

A karbonsemlegesség fogalma azt jelenti, hogy egyensúly valósul meg a kibocsátott szén-dioxid, valamint a légkörből kivont szén-dioxid mennyisége között. A szénmegkötés fontos eszköz a nulla szén-dioxid-kibocsátás elérésében, mert a globális üvegházhatásúgáz-kibocsátást ezzel tudjuk ellensúlyozni.

Ezek az európai uniós célok is inspirálják a karbonsemleges, sőt, akár az abszolút karbonmentes repülés elterjesztését. E cél megvalósításának meghatározó eszközei az elektromos meghajtású repülőeszközök. Ennek a közlekedési formának egy kiemelkedő szekciója a nagyvárosi közlekedés, mivel az ENSZ előrejelzései szerint akkora mértékű népességnövekedés várható 2050-ig – 2019-es 7,7 milliárdról 2050-re 26%-kal, 9,7 milliárd fő – ami a metropoliszokban már ma is tapasztalható közlekedési nehézségeket oly mértékben tovább fokozza, hogy már el is lehetetleníti azt. Ez óriási gazdasági kihívások elé állítja az országokat, mivel

¹ Vertical Take-Off and Landing, függőleges fel- és leszállás légi járművel.

² Intergovernmental Panel on Climate Change, Éghajlatváltozási Kormányközi Testület.

a jelenlegi tendenciák alapján a népesség jelentős aránya a városokban koncentrálódik, de azok infrastruktúrája nincsen felkészülve ekkora növekedésre. Ez a jövő kihívása, felkészíteni a városokat és azok infrastruktúráját a lakosság igényeinek kiszolgálására. További prognózisok szerint a 21. század közepére kétszer annyi ember fog városokban lakni, mint amennyien vidéken és falvakban.

Az infrastruktúra felkészítésénél a légi taxik bevonását is figyelembe kell venni, ennek tipikus eszközei a VTOL-kialakítású repülőeszközök lehetnek, amelyek elektromos meghajtással és minimális zajkibocsátással működnek.

A légi taxik bevezetése mellett, a városi légi közlekedés megvalósulásával újabb kapuk nyílnak ki, nem csak a hétköznapi közlekedés számára. Új típusú légi járművek megjelenésével a légi mentésben, illetve a légi kutató mentésben is fejlődés érhető el.

2. Az eVTOL³-eszközök jellemzői, a légi taxik a városi légi közlekedésben

Az eVTOL kifejezés *hybrid-electric vertical take-off and landing* rövidítéséből ered, amelynek magyar megfelelője egy olyan légi jármű, amely képes a vertikális irányú fel- és leszállásra. Hajtását tekintve hibrid vagy teljesen elektromos hajtású, ezáltal az általános helikoptereknél halkabb, gyorsabb és olcsóbb is [5].

A jármű evolúcióját öt pontban foglalom össze.

1. *A mobilitás jövőbeli emelése.* Az eVTOL gyártói, üzemeltetői és más kulcsszereplők erőfeszítései révén a megnövekedett mobilitás valószínűleg valóra válik a következő évtizedben. A kihívások ellenére a gyártók megkezdtek a járművek tesztelését; a szféra résztvevői együttműködnek egy szilárd szabályozási keret kialakításában, és a technológia is gyorsan halad [5].
2. *A légi utak menedzselése.* Amint az égbolt egyre forgalmasabb lesz, várhatóan folyamatos kihívás lesz az egyre változatosabb légtér kezelése és fenntartása, miközben az összes légi forgalomban részt vevő jármű biztonságosan és hatékonyan mozog. Az eVTOL-ok jövőjének kulcsfontosságú elősegítője lehet a pilóta nélküli repülőgéprendszer forgalomirányítása (UTM), amelynek a meglévő légiforgalmi irányító rendszerekkel együtt kell működnie [5].

Ezt a rendszert bonyolult kidolgozni, de az érdekeltek sokféle csoportja dolgozik rajta, beleértve az eVTOL üzemeltetőit, a kommunikációs rendszer szolgáltatóit, az adatszolgáltatókat és a szabályozó hatóságokat. A siker attól függ, hogy minden érdekelt fél bízik-e a légiforgalmi szolgáltatási rendszer alapvető elemeiben. Ehhez megbízható és elérhető kommunikációra, kiszámítható és következetes navigációra, valamint hozzáférhető, megbízható felügyeletre lesz szükség. Ezek az elemek kipróbált eljárásokkal, összehangolt csapatokkal, redundanciával és folyamatos képzéssel párosulva kritikus fontosságúak lesznek a rendszer megbízható és biztonságos működésének lehetővé tételében [5].

3. *A mobilitás megnövekedett jövőjének pszichológiai akadályai.* A társadalmi elfogadottságnak vagy a pszichológiai akadályok legyőzésének várhatóan nagy szerepe

³ *Electric Vertical Take-Off and Landing.*

lesz az eVTOL-ipar kialakításában, mivel a fogyasztók állnak a mobilitás középpontjában. A fogyasztók valószínűleg kettős mércével fogják mérni az így elért fejlődést, változást. Míg lesznek, akik teljes mértékben üdvözik az ötletet, addig mások nagy valószínűséggel ellene lesznek. A Deloitte egy 10 000 fogyasztóból álló globális csoportot kérdezett meg arról, hogy miként vélekednek a teljesen autonóm eVTOL-repülőgépekről a biztonság és az észlelt hasznosság szempontjából [5].

A válaszadók közel fele az önálló személyszállító légi járműveket potenciálisan életképes megoldásnak tekintette a szárazföldi közlekedésben előforduló torlódások elkerülésére, csökkentésére. Azonban a megkérdezettek 80%-a úgy gondolja, hogy ezek a járművek „nem lesznek biztonságosak”. Az eVTOL-repülőgépek csak akkor válhatnak az új mobilitási ökoszisztéma részévé, ha az alkotók és az üzemeltetők meggyőzik a szkeptikus fogyasztókat arról, hogy a légi járművek egyaránt hasznosak és biztonságosak. A gyakorlat azt mutatja, hogy nem a hasznosságát lesz a legnehezebb bizonyítani, hanem az üzembiztos és balesetmentes, megbízható közlekedését. A fogyasztói attitűd kialakítása a szabályhozók, a fejlesztők és gyártók, valamint az új típusú repülőgép-üzemeltetők közös felelőssége lesz [5].

4. *A megnövekedett mobilitás jövőjének technológiai akadályai.* A megvalósításnak nem csak pszichológiai akadályokkal kell szembenéznie, hanem a technológiában is számos akadályozó tényező lehetetleníti el, vagy nehezíti meg az elmélet gyakorlatba való átültetését. Számos összetett technológiai kérdéssel kell foglalkozni, mielőtt a légi taxik és a teherszállítás a légi „utakon” kezdetét venné. Ezek a kihívások elsősorban a meghajtással, a helyzetfelismerő rendszerekkel, valamint a fejlett észlelési és ütközésselkerülő rendszerekkel kapcsolatosak. Míg a fedélzeti technológia gyors ütemben fejlődik, a hatékony energiagazdálkodás (beleértve az akkumulátor kapacitását, az újratöltési sebességet és a kWh-ánkénti költséget) továbbra is korlátozó tényező, és nehezen megoldható kihívásnak bizonyul. Valószínű, hogy technológiai vagy iparági összefogásra lesz szükség a városi légi mobilitás fennmaradó akadályainak felszámolásához [5].

A rendszeren belüli együttműködés megerősítése érdekében a résztvevőknek ki kell dolgozniuk egy integrált keretet – amely kiterjed a gyártásra, az üzemeltetésre és a tanúsításra – az eVTOL-repülőgépek technológiáinak előmozdítása érdekében. Ennek a keretrendszernek olyan struktúrát kell kialakítania, amely ösztönzi az ökoszisztéma belüli együttműködést, az elektromos meghajtási technológiát szövetségek és partnerségek révén hasznosítja, kihasználja a földi autonómia fejlődését és befektet a kognitív automatizálási képességekbe.

5. *Az infrastruktúra akadályai a mobilitás megnövekedett jövőjének.* Bár kísérleti projektek folynak a világ nagyvárosaiban, a városi és elővárosi területeken történő nagy méretű utas- és teherszállítás lehetővé tételéhez szükséges infrastruktúra még nem áll rendelkezésre. Szükség van fel- és leszállóhelyekre, parkolókra, töltőállomásokra, szerviztelephelyekre, vészhelyzet esetére fenntartott leszállóhelyekre, egyéb üzemi épületekre, valamint a megfelelő információs és kommunikációs technológiára: irányítási hálózatra és egységes operációs rendszerre [5].

A széles körű kiépítés előkészítése érdekében az eVTOL üzemeltetőinek és a helyi hatóságoknak (például városoknak és önkormányzatoknak) el kell kezdenie meghatározni a földi infrastruktúra egyes elemeinek megvalósítható helyszíneit, például felszállás

és leszállás, töltőállomások, parkolási lehetőségek, karbantartás és készenlét, valamint leszállóhelyek pozícióját. Ezenkívül igénybe kell venniük az informatikai szolgáltatók segítségét, amelyek támogatást nyújthatnak a jól összekapcsolt infrastruktúra kiépítésében, valamint a szabályozó hatóságokat, akik szubvenciót adhatnak egy biztonságos ellenőrzési keretrendszer kialakításában.

A fejlesztés kardinális pontja lesz a jövőben a közlekedésirányítási rendszer. Ehhez egy új, teljes légitforgalom-irányító rendszer fejlesztése szükséges. Ennek a rendszernek ki kell terjednie a légtér kiosztására és kezelésére, valamint a pilóta nélküli autonóm antennarendszerekre vonatkozó légi alkalmassági bizonyítványokra és a pilótára vonatkozó követelményekre [5].

További kérdést vet fel a légtér megosztása. Mivel várhatóan a légi taxi és az eVTOL-járművek jóval nagyobb számban lesznek jelen a légtérben, mint a hagyományos légi járművek (helikopter, repülőgép), így szükségessé válhat a légtér megosztása. Ezek igazgatási és fennhatalósági kérdéseket vetnek fel, amelyekről majd a kormányoknak és helyi önkormányzatoknak kell dönteniük [5]. Amennyiben pilóta nélküli járművek fejlesztése lesz az irány, úgy különös tekintettel kell lennie a kiépített rendszer megbízhatóságára, stabilitására, valamint a légi tanúsítványok és követelmények teljesítésére [5].

A fejlesztés kivitelezéséhez számos előfeltételnek teljesülnie kell, ezt a Deloitte tanulmánya is hangsúlyozza. Ezek megvalósulása a technológia sikerre viteléhez elengedhetetlenek.

2.1. Légi taxik

A Deloitte elemzése szerint a légi taxik piaca már 2040-re elérheti a 17 milliárd dollárt [5]. Paul Stein, a Rolls Royce technikai igazgatója úgy véli, hogy 2029-re válik lehetségessé a lakosság elektromos repülőgéppel történő repülése [6]. Míg az elektromos hibrid repülőgépek az évtized végére már forgalomban lehetnek, Stein hangsúlyozza, hogy az összes sugárhajtómű üzemanyagának kétharmadát olyan hosszú utakon használják fel, amelyeket lehetetlenség kiváltani elektromos meghajtással, rövid üzemideje miatt [6]. Számos cég foglalkozik olyan légi járművek fejlesztésével, amelyek alkalmasak lehetnek a jövőben rövid távú, azaz városon belüli utasszállításra, mint például a Boeing, az Airbus vagy az Uber. Az élen járó fejlesztő társaság a német Volocopter [2].

A német cég fejlesztése egy olyan légi jármű, amely elektromos meghajtásának köszönhetően halk üzemben tud közlekedni, és mindemellett semmiféle károsanyag-kibocsátással nem rendelkezik. A tervek szerint a légi jármű – légi taxi – szállítóképessége két fő, és 100 m magasan tud repülni, ezáltal a zajszennyezést gyakorlatilag nullára csökkenti a működési területén [2].

Korábban szó esett az infrastruktúra fejlesztéséről és fontosságáról, ez nincsen másképp a Volocopter esetében sem. A működéséhez elengedhetetlenek a földi kiszolgáló épületek, helyek, tehát a le- és felszálláshoz szükséges „repterek” létesítése. A 2019–2023 között tartó időszakra mind a négy említett fejlesztő cég úgy tervezte/tervezi, hogy legalább tesztüzemben, de akár teljes hálózatban – Uber Air – működtetni tudja a hálózatot.

Az említett cégeken felül a német Lilium cég (1. ábra) már 2019-ben teljesítette az első sikeres tesztrepülését [3].



1. ábra

A német Lilium cég repülőeszköze és fejlesztőcsapata [3]

A tervek szerint 2025-re már komplett flottát tudnak kibocsátani és működtetni. A Lilium Jet konvertiplán tervezése 2 évet vett igénybe, új irányt mutat fejlesztésük, mivel már nem csak két fő szállítására alkalmas az általuk tervezett jármű [3].

A légi jármű sebessége közel 300 km/h, működését tekintve a helikopteréhez áll a legközelebb: képes arra, hogy függőlegesen szálljon fel, és vízszintesen repüljön tovább [3]. Megjelenését tekintve követi, sőt meghaladja korunk stílusát és követelményeit, ezt az 1. ábra is szemlélteti. A tervek szerint modern jellege nemcsak működését és formavilágát tekintve fog megjelenni, hanem használatában is: egy applikáció segítségével lesz megrendelhető, az utashoz legközelebbi le- és felszállóhelyre [3]. Az utas ezeken a landolópontokon tud beszállni a járműbe, és a célirányt meghatározva utazni.

Az idő előrehaladtával, 2020-ban már egyre több fejlesztő cég tudott előállni nemcsak tervekkel, hanem akár megépített járművel, próbarepüléssel, tesztüzemben működő járművekkel is. A Las Vegas-i CES kiállításon mostanra már nemcsak új elektronikai fejlesztések kapnak teret, hanem közlekedési és autópári börzeként is funkcionál az okostelefonok és a legmodernebb tévék kiállítótere mellett. Ahogy Nagy Attila Károly is írja: „A trend egyöntetűen az, hogy a CES-en megjelenő nagy nevű gyártók és a kisebb garázcégek autonóm és elektromos, emissziómentes közlekedési eszközök megalkotásán, illetve az ezekkel összefüggő szoftveres, szenzoros és a legváltozatosabb hardveres megoldások fejlesztésén, integrálásán dolgoznak gőzerővel” [4].

Egyik ilyen irányzat a légi taxik fejlesztése, 2020-ban már nemcsak a Nexus és a Bell cégek fejlesztései képviseltetik magukat az expón, hanem a világ harmadik legnagyobb autógyártója is megjelent a piacon, és be is mutatta légi taxi-konceptióját [4]. A bevezetésben ismertetett eVTOL-járművet fejlesztett a Hyundai (2. ábra), amelynek méretarányos makettje debütált 2020-ban. A repülőt pilóta irányítja, és rajta kívül négy utas szállítására alkalmas [4].



2. ábra

Az első képen a Hyundai életnagyságú eVTOL-típusú SA-1 járműve, a második képen a Bell Nexus 4EX típusú járműve látható a 2020-as kiállításon [4]

A Rolls Royce Ultrafan (3. ábra) koncepciójának lényege, hogy az emissziócsökkentő lépések már nem az elsődleges célok, sokkal inkább a nettó karbonsemlegesség elérése [6]. Ahhoz, hogy ez a cél megvalósítható legyen, nem elég csak a technológia korlátait figyelembe venni, szükséges a gép törzsét hatékonyabbra tervezni, és gyorsabb ütemű fejlesztésekre van szükség az alternatív hajtásokat illetően, különösen a bioüzemanyag gyártásában, vagy a hibrid hajtóművek tervezésében.



3. ábra

Rolls Royce Ultrafan koncepció [7]

3. Új típusú légi járművek alkalmazhatósága a légi mentésben és a légi kutató mentésben

A technológia számára külön alkalmazhatósági lehetőséget kínál a légi mentések területe. A szakterületen egyedülállónak mondható a magyar Orca elektromos kisrepülőgép. Ezt az eVTOL-t magyar mérnökök álmodták és alkották meg, azzal a céllal, hogy hasznosságát kifejezetten ezen a piaci szegmensben mutassa be.

A fejlesztés mögött komoly piaci motiváció rejlik. Napjainkban az elektromos autózás egyre nagyobb teret hódít meg, és a közlekedési szférában tevékenykedő kutatóknak, mérnököknek és piaci társaságoknak már nem elegendő a szárazföldi közlekedésben újat mutatni az elektromos hajtás bevezetésével, egyre komolyabb erőfeszítések irányulnak a légi közlekedésben használható elektromos repülőeszközök fejlesztésére, azon belül is a légi mentéshez használható légi járművekre.

Ahogy az alapító, vezető mérnök nyilatkozott a *Forbes* magazinnak:

„Egy komplex kihívás előtt áll a légi iparág, mivel a most fejlesztés alatt álló járművek számos lényegi szempontból jelentenek komoly változást a korábbiakhoz képest: elektromos meghajtásúak, helyben felszálló több légszavaros légi járművek, amelyek ezután vízszintesen, úgynevezett repülőgépszerűen repülnek és szállnak le, ha szükséges. Az elképzelések szerint majd nagy részük autonóm módon, tehát fedélzeti pilóta nélkül fog közlekedni. Mindezt pedig egy a jelenleginél lényegesen forgalmasabb légtérben, sokszor lakott terület felett és drónok között fogják tenni, embereket szállítva, ami a legmagasabb biztonsági követelményeket támasztja.”

Az ok, amiért a légi mentésben is szükségessé válhat elektromos hajtás igénybevétele, az nem más, mint hogy a gázturbina működési elve már nem a legmodernebb, és drága [7]. Az Orca konstruktőrei olyan megoldásban gondolkodnak, amelyhez nem szükséges megvárni az elektromos hajtás fejlesztését. Ez azért fontos, mert sok esetben az akkumulátorok üzemideje szab határt egy-egy elektromos meghajtású repülőgép projektje kivitelezésében. Ez az Orca esetében nem lehet korlátozó tényező, mivel ehhez a fajta tevékenységhez nem szükséges több száz kilométert megtenni a járművel, illetve az önvezető robotpilóta sem nyújt optimális megoldást az emberi pilótákkal szemben. Hiszen egy mentőhelikopter se tudhatja, hol kell majd leszállnia, így az előre megtervezett és ütemezett útvonal nem alternatíva a költségcsökkentés szempontjából [7].

Az Orcát mentő légi járműként szeretné a fejlesztőcsapat engedélyeztetni. A fejlesztés során már csökkentették a szárnyak hosszát annak érdekében, hogy a mentőhelikopter méreteit tudják követni, ez valamivel rövidebb hatótávolságot eredményezett ugyanakkora akkumulátor alkalmazásával. A szárnyak rövidítésével elérték, hogy az így belefér az Eurocopter rotorkörébe, tehát szabványos méretekkel rendelkezik, továbbá a mentéshez szükséges távokat kisebb energiafelhasználás mellett tudja teljesíteni.

A mentőhelikopterek létjogosultsága a városokban éppen a közlekedési torlódások miatt vitathatatlan. A metropoliszokban uralkodó közlekedési túlszűfoltosság, a nagy forgalom akadályozná a mentőautók rövid idő alatti célba érését. Márpedig mikor emberéletek mentéséről van szó, minden perc számít, ezért nem megengedhető, hogy akár egy városi baleset következtében, vagy szimplán a reggeli csúcsforgalom okán kialakult torlódás miatt elveszítsünk akár egy bajba jutott embert is.

Tehát fontos, hogy a szárazföldi mentés helyett vagy mellett mint kiegészítő alternatíva álljon rendelkezésre légi mentés, tehát mentőhelikopterek is. Azonban a gázturbinák miatt a jelenlegi koncepció nem a legmodernebb megoldás [7].

Az Orca műszaki jellemzőit tekintve elmondható, hogy szem előtt tartotta a tervező csapat a biztonságot mint legfontosabb követelményt. A rendszer kifejezetten redundáns, mivel 7 elektromotor hajtja meg. Ennek következtében, ha bármelyik elektromotor meghibásodik, leáll, az nem okoz rövid távon üzemzavart, mivel a másik hat elektromotor még biztonságos repülést tesz lehetővé.

Ha mindez nem lenne elég, van további beépített biztonsági faktor a rendszerben: beépített ernyőrendszer gondoskodik arról, hogy esetleges üzemzavar esetén biztonságban földet tudjon érni a gép. Ehhez az áramvonalas forma és az ennek köszönhető kiváló siklási képesség is nagyban hozzájárul [7].



4. ábra
A magyar légimentők Eurocoptere – az Orca ihletője [8]

Mivel az Orca merev szárnyon generálja a felszálláshoz szükséges felhajtóerőt, így az utazósebessége jóval nagyobb. Míg az Eurocopter – 4. ábra – végsebessége 280 km/h, addig a magyar fejlesztésű Orcának ez csak az utazósebessége, tehát elmondható róla, hogy jóval gyorsabb közlekedésre is képes.

Az Orca alkalmazhatóságát alátámasztják azok a tapasztalati adatok, miszerint az átlagos mentési távolság a bázistól 40–60 km távolságra van, tehát a jármű nem igényel egy-egy mentési feladathoz több mint 150–160 km hatótávolságot. A tervezők arra is gondoltak, hogy egy-egy beteg átvadásához általában 20–25 percre van szükség a bázisként szolgáló kórházakban, ezen időt az Orca esetében az akkumulátorok töltésére fel lehet használni [7].

A korábban említett percek fontossága a mentés esetén itt újabb értelmet nyer: az Orca működéséhez nem szükséges bemelegíteni a rendszert, tehát ad hoc riasztás esetén is bármikor üzemképes és elindítható, a maximális teljesítményének kihasználása mellett. Ez például

egy szívroham, vagy stroke esetében rengeteget számíthat. Az így nyert 1–2–3 perc ezekben az esetekben nagyon sokat jelent, a beteg túlélési lehetőségei nagyban nőnek az így nyert idő következtében, ha azt hagyományos működésű mentőhelikopterekkel végzett mentéssel hasonlítjuk össze.



5. ábra
Az Orca látványterve [8]

Ahogy a *Forbes* írja a legfrissebb, 2021. júniusi cikkében:

„Az Orca eddig digitális térben létezett, de már elkészültek az első ún. demonstrátor szerkezetek, ezekkel tudják tesztelni, hogyan viselkedik a sárkányszerkezet függeszkedés vagy repülés közben – júliusban Pécs mellett már merevszárnyú repüléseket is végeznének. Először a leendő szerkezet kisebb verzióját tesztelik, év végéig az 1:5 arányú demonstrátor elkészítése a cél.”

Ugyan az Orca fejlesztése hétköznapi gondolkodással vizsgálva óriási összegeket emésztett fel – 140 000–160 000 dollárt [7] –, azonban a piac e szegmensében ez kifejezetten alacsonynak mondható. A fejlesztés alacsony rezsín működött ez idáig, ami az Orca piaci lehetőségeit növeli: továbbra is Magyarországon marad a fejlesztése, ami miatt olcsóbb alternatívát jelent a piacon, mint bármelyik másik versenytársa (5. ábra).

Felhasznált irodalom

- [1] Európai Parlament, Mit jelent a karbonsemlegesség, és hogyan érhető el 2050-ig? 2019. december 17. Online: www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20190926STO62270/mit-jelent-a-karbonsemlegesség-es-hogyan-erhető-el-2050-ig
- [2] Travelo, Már idén felszállnak az első légi taxik Szingapúrban. 2019. május 28. Online: www.travelo.hu/cucc/20190528-szingapur-mar-iden-felszállnak-elso-legi-taxik-szingapurban.html

- [3] Travelo, Extravagáns megjelenésű lesz a repülő taxi, mely néhány éven belül forgalomba állhat. 2019. május 17. Online: [www.travelo.hu/cucc/20190517-nemetszag-nehany-even-belul-repulhet-az-ultramodern-repulo-taxi.html](http://www.travelo.hu/cucc/20190517-nemetszag-nehany-even-belul-forgalomba-allhat-ul-repulhet-az-ultramodern-repulo-taxi.html)
- [4] Nagy A. K., Most már tényleg nincs messze, hogy e-repülőgépeken utazhassunk. *Index*, 2020. január 9. Online: https://index.hu/techtud/2020/01/09/gigaszkok_harcolnak_az_elso_elektromos_legitaxi_megalkotasaert/
- [5] A. Hussain, V. Rutgers, Change Is in the Air. Deloitte, 2019. június 3. Online: www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/evtol-elevated-future-of-mobility-summary.html
- [6] D. Kaminski-Morrow, Sustainable Fuel Advances Must Parallel Electric Aircraft Evolution: Rolls-Royce. *Flight Global*, 2020. március 4. Online: www.flightglobal.com/air-transport/sustainable-fuel-advances-must-parallel-electric-aircraft-evolution-rolls-royce/137074.article
- [7] Körtvélyes T., 2029-től utazhatunk elektromos gépeken a Rolls-Royce szerint. *Airportal*, 2020. március 4. Online: <https://airportal.hu/2029-tol-utazhatunk-elektromos-gepeken-a-rolls-royce-szerint/>
- [8] Zsiborás G., A magyar Orca mutatja a légi közlekedés jövőjét – és közben még éleket is mentenek. *Forbes*, 2021. június 9. Online: <https://forbes.hu/napi-cimlap/orca-evtol-magyar-fejlesztes/>

Urban Air Mobility, Involving the 3rd Dimension in Air Traffic

Due to the dynamic population increase on our planet, metropolises with several million inhabitants developed where, because of high population density, the daily traffic became a challenge. The present situation has made the involvement of the 3rd dimension, that is air traffic – e.g. air taxis – necessary. The typical means of air traffic could be the eVTOL vehicles, having low noise emission and what is the most important, they have electric propulsion.

Keywords: UAM, urban air mobility, air traffic, urban traffic, air taxi, carbon-neutral flight

Gémes Levente
doktori hallgató
Nemzeti Köszolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
Katonai Műszaki Doktori Iskola
gemeslevente1@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4516-0756

Levente Gémes
PhD student
University of Public Service
Faculty of Military Science and Officer
Training
Doctoral School of Military Engineering
gemeslevente1@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4516-0756