



Bicsák György
Egyetemi tanársegéd

Venczel Márk
MSc hallgató

Jankovics István
Egyetemi tanársegéd

HIBRID HAJTÁSLÁNCCAL RENDELKEZŐ PILÓTANÉLKÜLI TEHERSZÁLLÍTÓ LÉGIJÁRMŰ KÖVETELMÉNYRENDSZERÉNEK FELÉPÍTÉSE



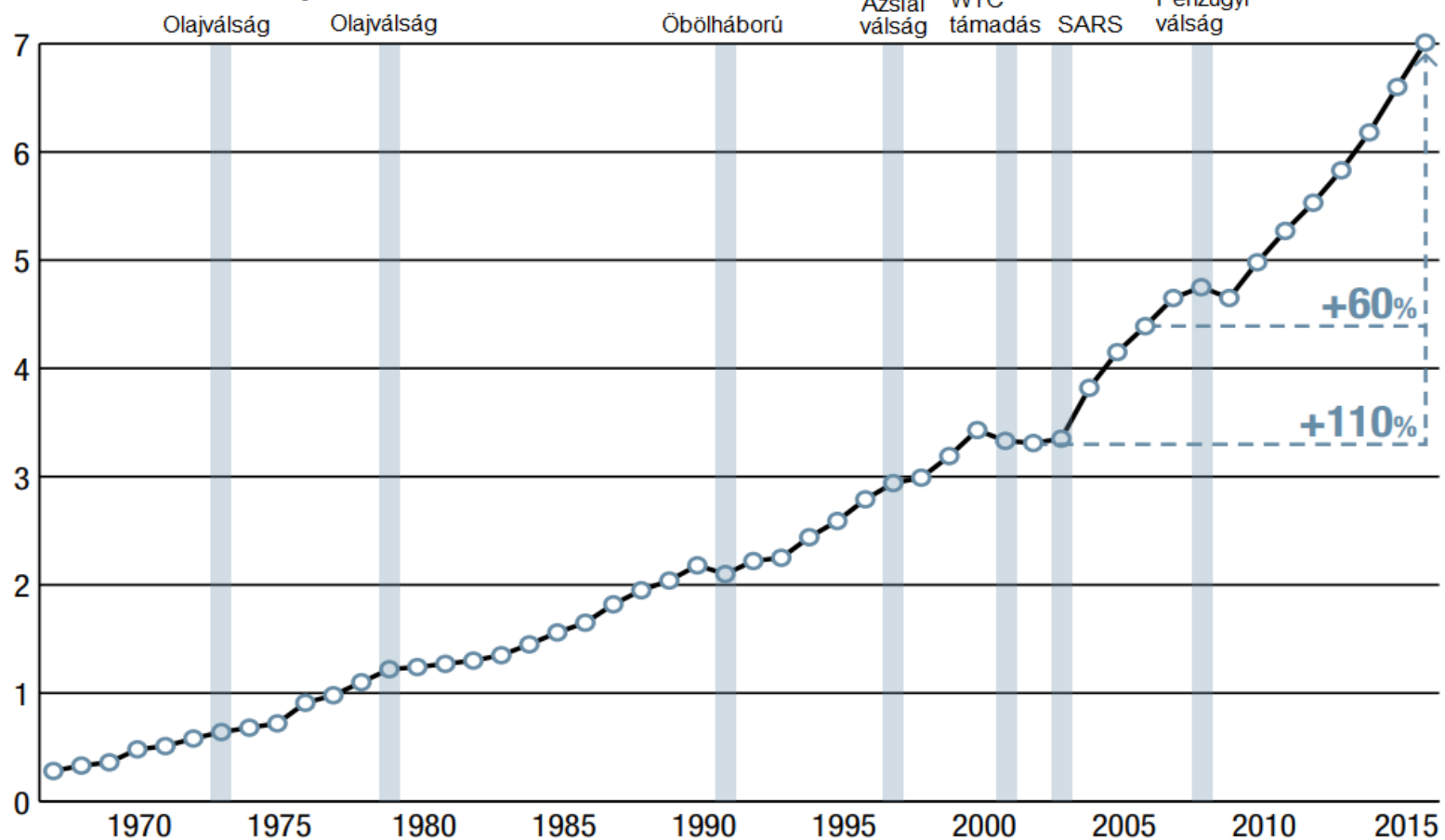
- 1. Bevezetés**
- 2. Légi Áruszállítási folyamat**
- 3. Jelenleg használt cargo gépek**
- 4. UAV-k és Légiszállítmányozás**
- 5. Hibrid Hajtás Alapjai**
- 6. Konténer Méretek**
- 7. Üzemeltetési Profil**



1. Bevezetés

- A légitölekedés fejlődése, utasforgalom növekedése folytonos

Utasra vetített repült milliárd km

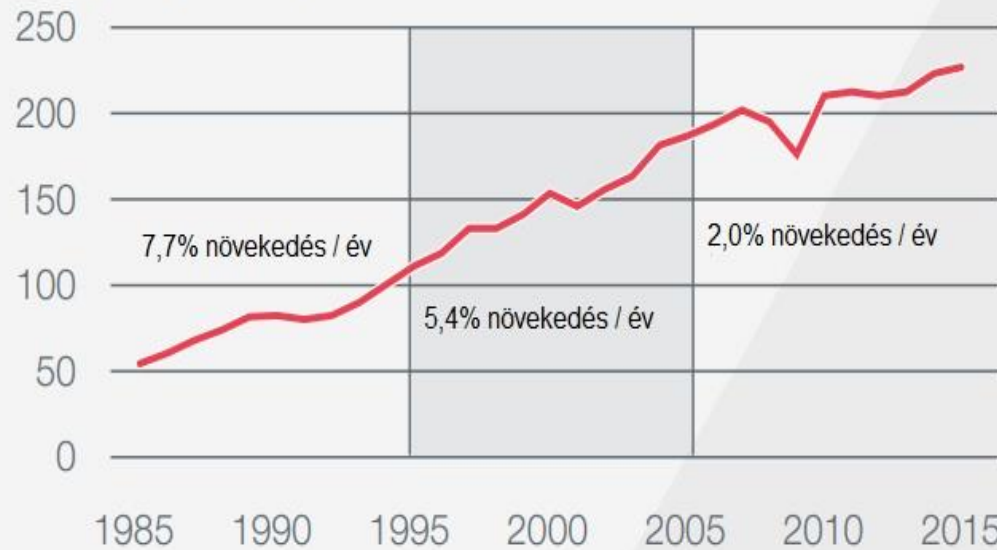




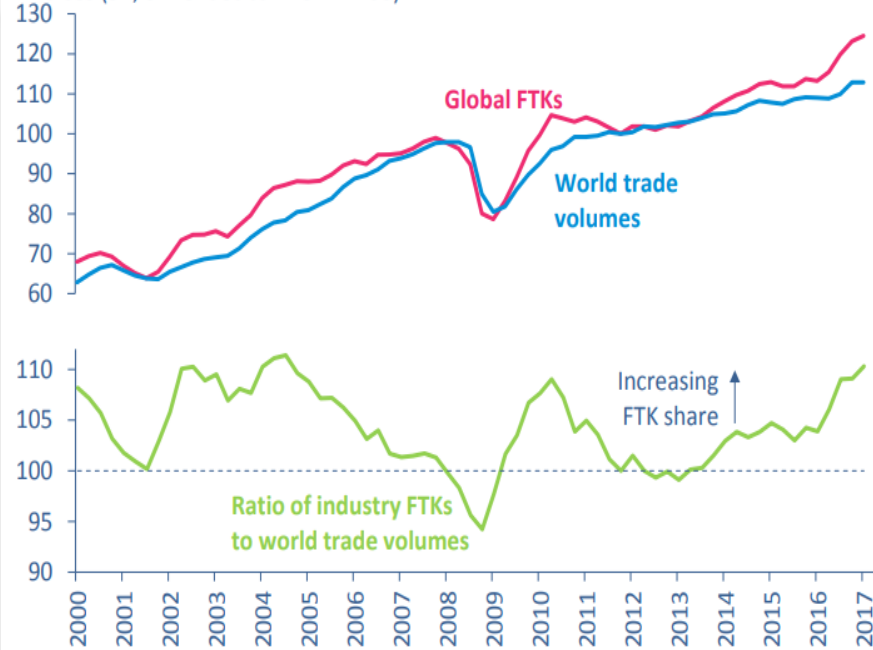
1. Bevezetés

- A cargo forgalom ugyanakkor ettől eltérően alakul, a driverek egy része azonos, viszont sok plusz befolyásoló tényező formálja

RTK
milliárdban kifejezve



Indices (SA, 3m ended Jan 2012 =100)

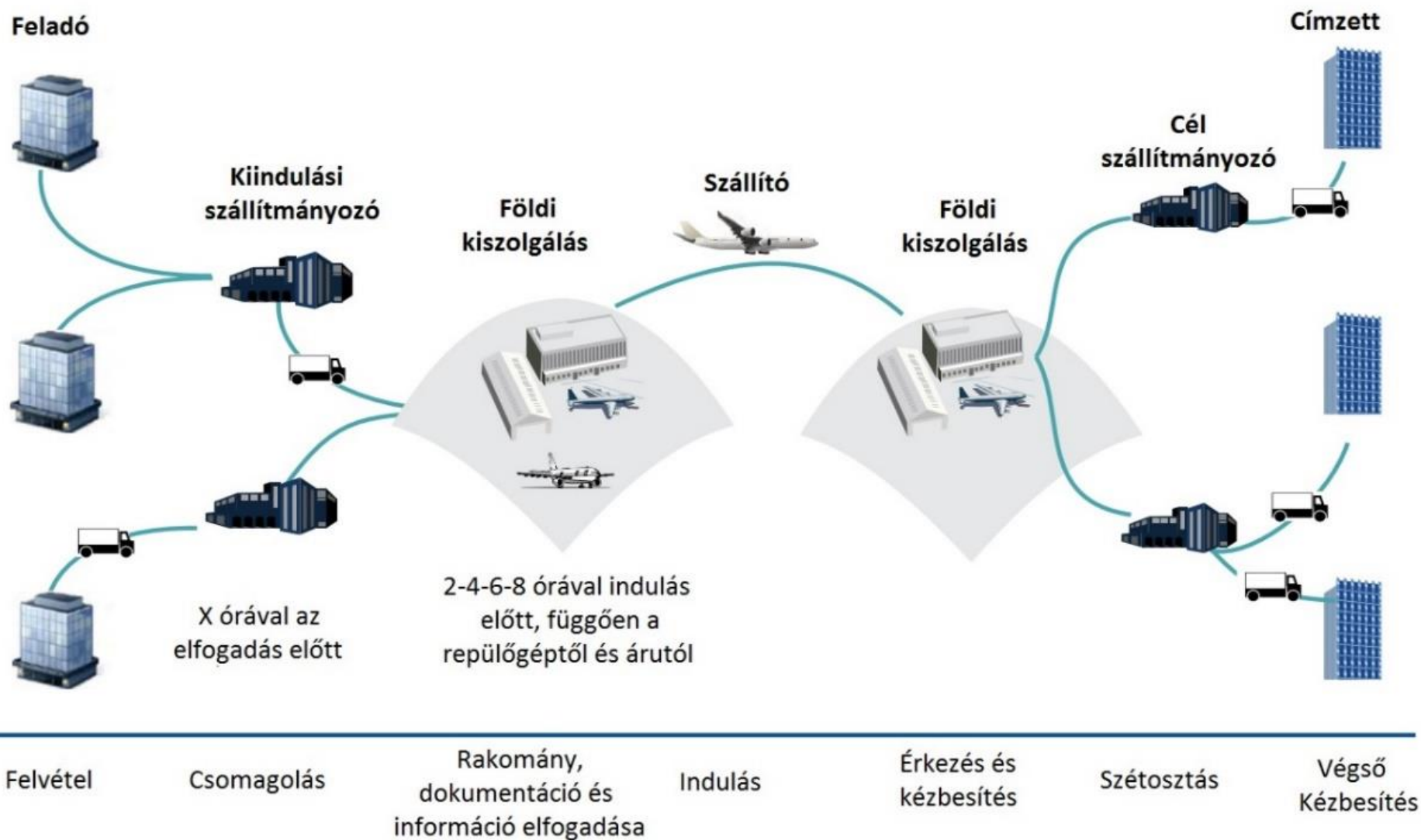


Sources: IATA Economics, IATA Monthly Statistics

*Rolling 3 month periods



2. Légi Áruszállítási folyamat





3. Jelenleg használt cargo gépek

Szélestörzsű cargo gépek

Boeing B747



McDonnell Douglas MD-11



Airbus A380



Keskenytörzsű cargo gépek

Douglas DC9-15



McDonnell Douglas MD-80



Boeing B727-200



Beszállító cargo gép típusok

Cessna Caravan



Fairchild Metro III



Shorts SH360





4. UAV-k és Légiszállítmányozás

- 3 konstrukció érhető el / van jelenleg: merevszárnyas, multi-rotor és hibrid



- Az üzemeltetőnek mérlegelnie kell:

- A környezeti, földrajzi jellemzőket,
- A repterek, fel- és leszállópályák/helyek sajátosságait,
- A szabályozási körülményeket,
- A cég sajátosságait, speciális igényeit,
- A kapcsolódó direkt és indirekt üzemeltetési költségeket,
- A rendelkezésre álló infrastruktúrát,
- Egyéb, az üzemeltetést befolyásoló tényezőket.



4. UAV-k és Légiszállítmányozás

	Merevszárnyas	Multi-rotor	Hibrid
Hatótáv	60 km	20 km	80 km
Hasznos teher	5 kg	2 kg	5 kg
Indítás módja	Katapult	Függőleges felszállás	Függőleges felszállás
Előnyök	- Hosszabb hatótáv - Jobb hatásfok - Több hasznos teher, mint multi-rotor esetén - Stabilabb repülés - Megalapozott koncepciók a hagyományos repülőgépekből következően	- Manőverezés kis területen - Függőleges fel- és leszállás - Olcsóság 2 propellerrel már repképes	- Függőleges fel- és leszállás, mégis hasonló hatótáv, mint a merevszárnyas konstrukciónál - Több lehetőség a fel- és leszállás során - Nagyobb teherbírás, mint a multi-rotor esetén - Könnyebb vészhelyzeti leszállás
Hátrányok	- Nagy helyigény fel- és leszálláshoz - Limitált manőverezőképesség kis területen - Vészhelyzeti landolást nehezebb kivitelezni	- Alacsony hasznos teherbíró képesség - Általában komplexebb tervezés (szoftver miatt), bonyolultabb karbantartási feladatok - Limitált hatótáv - Bizonyos feladatokra alkalmatlan	- Drágább - Alacsonyabb manőverezőképesség, mint multi-rotor esetében - Rövidebb hatótáv, mint merevszárnyú esetében
Gyártók	Zipline Wings for Aid UAVaid	Matternet Flirtey Microdrones	Amazon Google DHL Drones for Development – Dr. One. Quantum Systems Vayu
Felhasználók	Ruanda kormánya MOAS	MSF Világbank UNICEF Svájci posta	MSF (tervezett) We Robotics (tervezett)



5. Hibrid Hajtás Alapjai

3 fő csoportra oszthatók a hibridizáció mértékét tekintve:

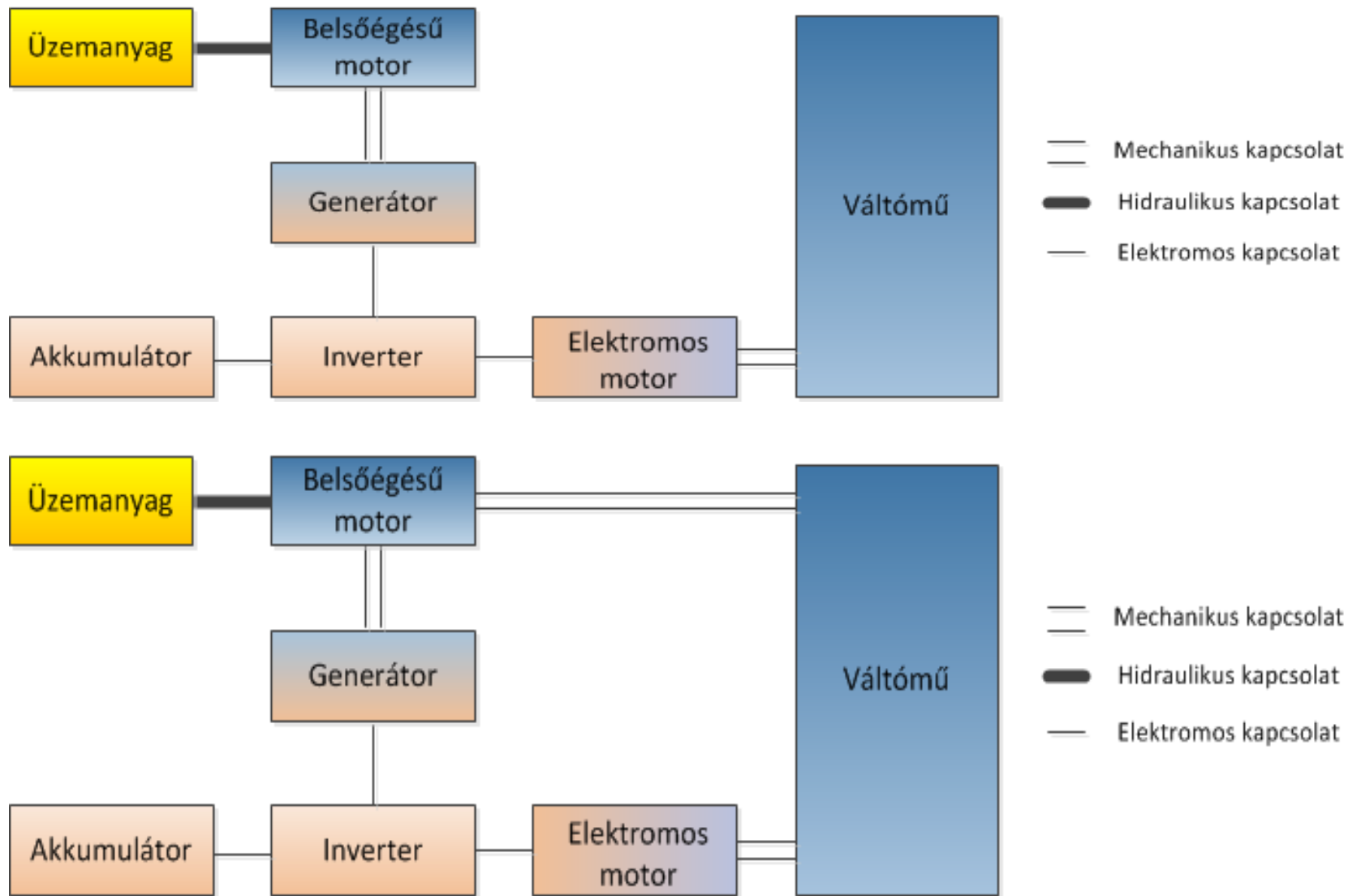
- Teljesen hibrid elektromos járművek
- Támogatottan hibrid elektromos járművek
- Enyhén hibrid elektromos járművek

A felhasznált erőforrások alapján:

- Soros
- Párhuzamos



5. Hibrid Hajtás Alapjai





6. Követelmények, Specifikációk

- a pilóta nélküli gép (UAV) nagyobb vagy kisebb cégek által kerül üzemeltetésre,
- hibrid hajtás,
- az UAV-nek felszállásra késznek kell lennie maximum 30 percen belül, beleértve a be- vagy kirakodási folyamatot,
- a be- és kirakodást, illetve az UAV tankolását, felszállásra való felkészítését egyszerre is el kell tudni végezni,
- az indításhoz szükséges biztonsági intézkedéseket rövid időn belül (maximum 15 perc) el kell tudni végezni,
- az UAV-nek kisebb/nagyobb repülőtereken és logisztikai központokban (vagyis nem ellenőrzött területeken) is képesnek kell lennie a fel- és leszállásra,
- felszállás és leszállás során tisztán elektromos hajtással kell üzemelnie a kisebb környezeti terhelés végett,
- leszállás közben energia visszatermelés az akkumulátor(ok)ba,



6. Követelmények, Specifikációk

- repülési sebessége 250 – 280 km/h-t érje el,
- ~400 km hatótávolsággal rendelkezzen
- mivel pilóta nélküli repülőgépről beszélünk, nem kellenek az emberi üzemeltetéshez szükséges rendszerek (oxigén rendszer, WC, nyomástartó rendszer stb.),
- repülési magasság: 70 – 90 FL (2-3000 m),
- vészleszállító rendszer használata a repülésirányító rendszer meghibásodása esetén,
- automatikus navigációs és irányító rendszerek,
- szükség esetén távvezérlési lehetőségek,
- pontos helymeghatározó rendszer,
- folyamatos kommunikációs kapcsolat az üzemeltetői központtal,
- kiber-támadások elleni védelem,



6. Követelmények, Specifikációk

- a logisztikai cégek által támasztott speciális követelmények,
- nemzetközi egységes konténerméretek és tömegek,
- egyszerű, fail-safe mechanizmusok az üzemeltetési és karbantartási követelmények csökkentése és a mobilitás növelése érdekében,
- automatikus rakomány feltöltés és ürítés,
- automatikus repülésvégrehajtás,
- környezetbarát anyagok használata,
- multifunkcionalitás: fel- és leszálláskor használt elemek többcélú használata súlycsökkentés érdekében,
- helyből való fel- és leszállás,
- megrendelő/üzemeltető specifikus elvárások nyomonkövetés, kommunikáció terén, illetve a meglévő minőségbiztosítási rendszer integrálásában.

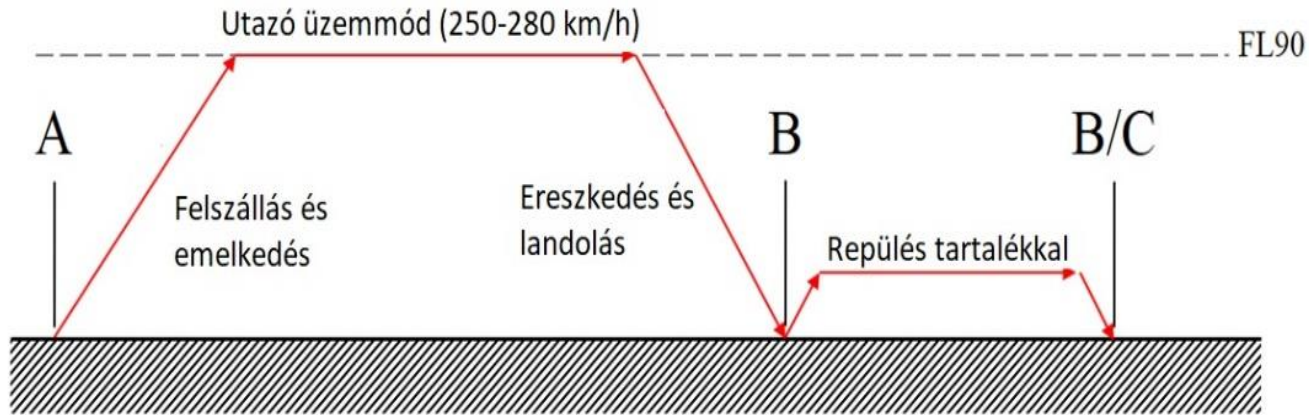


7. Konténer Méretek

Konténer típus	Térfogat [m ³]	Méretek (bázisszélesség / teljes szélesség × mélység × magasság) [mm]	Megjegyzés
LD1	4,9	1560 / 2340 × 1530 × 1630	kontúros, félszélességű
LD2	3,4	1190 / 1560 × 1530 × 1630	kontúros, félszélességű
LD2	4,5	1560 / 2010 × 1530 × 1630	kontúros, félszélességű, IATA szerinti méretek
LD3-45	3,6	1560 / 2440 × 1530 × 1143	dupla kontúros, teljes szélességű, IATA szerinti méretek, A320-as kompatibilitás
LD6	8,95	3180 / 4070 × 1530 × 1630	kontúros, teljes szélességű, 2 LD3-asnak felel meg
LD8	6,88	2440 / 3180 × 1530 × 1630	kontúros, teljes szélességű, 2 LD3-asnak felel meg, DQF toldalék
LD11	7,16	3180 × 1530 × 1630	Kontúr nélküli LD6-os, négyszögletes
Raklap típus	Térfogat [m ³]	Méretek (bázisszélesség / teljes szélesség × mélység) [mm]	Megjegyzés
LD8	6,88	1530 × 2440	azonos méretű konténer-változatok;
LD11	7,16	1530 × 3180	azonos méretű konténer-változatok; PLA, FLA toldalékok
LD7 (2 variáció)	10,8	2240 × 3180	PAG, P1P toldalékok
	11,52	2440 × 3180	PMC, P6P toldalékok



8. Üzemeltetési Profil



$$d_{AB} = V_{cl} \cdot t_{cl} \cdot (1 - \tau_{cl}) + d_{cr} + V_{des} \cdot t_{des} \cdot (1 - \tau_{des})$$

$$P_{engi} = \left(\frac{W_i}{W_i} + D_i \cdot V_i \right) \cdot \frac{1}{\eta_{prop_i} \cdot \eta_{trans_i} \cdot \zeta_i}$$

$$\frac{P}{P_{SL}} = AM^n \quad E_{batt} = \sum_{i=1}^n (P_{engi} + P_{aux_i}) \cdot \eta_{elec} \cdot \xi_i \cdot \Delta t_i$$

$$m_{to} = m_{struct} + m_{pay} + m_{eng} + m_{fuel} + m_{batt} + m_{es}$$



Összefoglalás

- A légiszállítmányozás trendjei nem egyeznek az utasforgalom alakulásával, más driverek, más inputok hatásai formálják
- A hagyományos légiszállítmányozási modellen belül egy olyan fázist lehet megcélozni egy hibrid hajtású cargo UAV-val, melyen belül jelenleg a közúti szállítmányozás egyeduralkodó
- A jelenleg használatos cargo UAV-k bemutatásra kerültek
- Ezen cargo UAV-vel szemben támasztott elvárások kerültek összegyűjtésre ezen munkán belül, mely kiindulási alapja lesz a későbbi előzetes tervezési, méretezési számításoknak



Jelen tudományos összefoglaló az EFOP-3.6.1-16-2016-00014 pályázat támogatásával készült, melynek címe “Diszruptív technológiák kutatás-fejlesztése az e-mobility területén és integrálásuk a mérnökképzésbe”.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

Bicsák György
Egyetemi tanársegéd
BME – Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék
E-mail: gybicsak@vrht.bme.hu
Mobile: +36-20-437-2420