

SZAKDOLGOZAT

TRENCSÁNYI ATTILA

2019

Életmentő drónok;

a pilóta nélküli repülő robotok felhasználási lehetőségei

az egészségügyben,

különös tekintettel a sürgősségi vérszállításra

Life – saving drones;

the possibilities of using unmanned aerial vehicles

in health care,

with special regards to emergency blood transportation

Szerző:

Trencsányi Attila

Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar

Témavezető:

Dr. Erdős Attila; szakorvos, üzleti menedzser

Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar

Egészség-Gazdaságtani Intézet

2019

Rövidítés jegyzék

BVLOS – Beyond Visual Line of Sight

CSMEEK – Csongrád Megyei Egészségügyi Ellátó Központ

FFP – Fresh Frozen Plasma

ft - feet

g – gramm

HM – Honvédelmi Minisztérium

IRM – Igazságügyi és Rendészeti Minisztérium

kg – kilogramm

km/h – kilométer/óra

NFM – Nemzeti Fejlesztési Minisztérium

OVSZ – Országos Vérellátó Szolgálat

Pl - például

PLT – Platelet Count

RBC – Red Blood Cell

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

SZNL – Személy Nélküli Légijármű

UAS – Unmanned Aircraft System

UAV – Unmanned Aerial Vehicle

UCAV – Unmanned Combat Air Vehicle

VLOS – Visual Line of Sight

VTOL – Vertical Take-Off and Landing

Tartalom

I.	Összefoglaló	5
II.	Bevezetés	6
III.	Célkitűzés.....	8
IV.	Anyagok és módszerek	9
V.	Eredmények	10
VI.	Megbeszélés.....	12
	1. A sürgősségi vérszállítás jelenlegi helyzete.....	12
	2. A kereskedelmi célú drónokról általában	14
	3. Lehetséges-e vérkészítményeket szállítani drónok segítségével?	16
	4. Az egészségügy területén használt drónok típusai	18
	5. Jelenleg létező szolgáltatások	19
	6. A drónokra vonatkozó hazai, hatályos jogszabályok.....	22
	7. Összehasonlítás – a sürgősségi vérkészítmények szállítása földön és levegőben	25
	8. Technikai kihívások a drónok alkalmazásában	29
	9. Kitekintés – további felhasználás lehetőségei	30
VII.	Konklúzió.....	32
VIII.	Irodalomjegyzék.....	33

I. Összefoglaló

A dróntechnológia már nem csak a harctereken van jelen, egyre több civil cég alkalmaz úgynevezett kereskedelmi célú drónokat, melyek gyorsítják és egyszerűsítik a szállítást. Így az egészségügy területén is egyre több ilyen jellegű cég található a piacon, melyek főleg laborminták, és sürgősségi vérvérvétel szállításával foglalkoznak.

Szakedolgozatom célja annak felmérése volt hogyan lehetne alkalmazni ezt a technológiát hazánkban, különös tekintettel a sürgősségi vérszállításra.

Ennek kiderítésére a jelenleg működő cégektől gyűjtöttem információkat a drónokra és a költségekre vonatkozólag. A jelenlegi szállítási módszerekről pedig az OVSZ és további vérszállítással foglalkozó cégek biztosítottak információt és adatokat.

A rendelkezésemre bocsátott adatok alapján összehasonlítottam a két rendszert, infrastrukturális, beruházási, személyi és egyéb költségek szempontjából. Ezenkívül felmértem milyen a drónokra vonatkozó jogi környezet jelenleg hazánkban, és megvizsgáltam azt is, milyen szabályozás lenne szükséges ahhoz, hogy egy ilyen rendszer kiépülhessen Magyarországon.

Továbbá felmértem, a sürgősségi vérszállításon kívül milyen egyéb lehetőségek merülnek fel a pilóta nélküli repülő robotok egészségügyben való alkalmazhatóságára, és a technológiának milyen problémái vannak jelenleg.

Összességében elmondható, hogy ezen eszközök új utakat nyithatnak meg az egészségügyi szállítmányozás területén, csökkentik a szállítási időt, növelik az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférhetőséget. A jelenleg magas beruházási költségek ellenére, az alacsony személyi és működtetési költségek miatt olcsóbb szállítási alternatívát jelentenek a gépkocsikkal szemben.

II. Bevezetés

A drónokról – azaz pilóta nélküli repülő robotokról – az embereknek két dolog szokott eszébe jutni: vagy a katonai felhasználású felfegyverzett eszközök, vagy a hobbi célú drónok.

Bár a technológia újdonságnak tűnik, a pilóta nélküli repülőök ötlete régre nyúlik vissza. Már az Osztrák-Magyar Monarchia személyzet nélküli, robbanószerrel megrakott hőlégballonokkal próbálta bombázni a függetlenségéért harcoló Velencei Köztársaságot, melyeket a szél segítségével igyekeztek célba juttatni.

Az első ténylegesen pilóta nélküli légi járművek az első világháború vége felé kezdtek megjelenni. A Peter Cooper Hewitt és Elmer Sperry alkotta Hewitt-Sperry automata repülőgép giroszkópos vezérléssel rendelkezett és elsődlegesen a Tengelyhatalmak Zeppelin léghajói ellen vetették volna be, azonban éles bevetésre végül nem került sor. Ennek mintájára alkotta meg Charles Kattering a Kattering Bug elnevezésű „légi torpedót” melynek már földi célpontjai voltak. Az eszköz 121 km hatótávolsággal rendelkezett és akár 80 km/h-val is tudott repülni. [1]

Napjaink háborúiban is teljesítenek szolgálatot ilyen eszközök, azonban a technológia egyre több helyen jelenik meg.

A civil felhasználásban először a kisméretű, kamerával felszerelt drónok jelentek meg, melyeket hobbi célra – fényképezés, filmezés – használtak / használnak.

Azonban az elmúlt években egyre nagyobb szerepet kapnak az úgy nevezett kereskedelmi célú drónok.

Ezek az eszközök lehetnek szintén pusztán kamerával felszerelve, azonban már nem fotózásra használják őket, hanem épületek statikai felmérésére, a mezőgazdaság területén a termény monitorozására, vagy különböző gyárak, kikötők biztosítására.

Ezen túl a csomagszállítás területén is egyre nagyobb szerephez jutnak ezek az eszközök, ugyanis az online rendelések számának növekedésével, egyre nagyobb igényeket kell kielégíteni. Így az ilyen szolgáltatást nyújtó cégek is egyre több pénzt fordítanak a technológia fejlesztésére, így például az Amazon, a Prime Air szolgáltatásán keresztül drónokkal juttatja el a rendeléseket a címzettekhez az USA bizonyos térségeiben.

Mivel ezek az eszközök gyorsak, pontosak és képesek kiküszöbölni a rossz útviszonyokat nem meglepő, hogy az egészségügy területén is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak.

Napjainkban egyre több olyan cég jelenik meg melyek drónok segítségével teszi elérhetőbbé a fejlődő országokban lakó emberek számára az egészségügyi szolgáltatásokat.

Mivel ezekben az országokban az utak vagy rossz állapotban vannak, vagy nincs is kiépített úthálózat, a földön való szállítás órákig vagy akár napokig is tarthat, így a drónok által szállított egészségügyi segélyek akár életet is menthetnek.

Ezen cégek a labormintákon kívül másik fő profiljukként sürgősségi vérszállítással is foglalkoznak. Ennek köszönhetően pedig ezekben az elmaradott országokban egyre több életet mentenek meg drónok segítségével.

Bár hazánkban a sürgősségi vérszállítás kivitelezéséhez rendelkezünk megfelelő úthálózattal, gépkocsiparkkal és sofőrökkel, a romló infrastruktúra és a forgalmi akadályok miatt a szállítások ideje bizonytalan és erősen függ a körülményektől. A drónok ezzel szemben gyorsabb és kiszámíthatóbb szállítást tesznek lehetővé.

III. Célkitűzés

Mivel egyre több kutatás és híradás számolt be a drónok nyújtotta előnyökről a szállítmányozás különböző területein, beleértve az egészségügyet is, így szakdolgozatom egyik céljának a drónok egészségügyben betöltött jelenlegi szerepének felmérését tűztem ki. Továbbá annak lehetőségeit vizsgáltam hogyan lehetne alkalmazni ezt a technológiát Magyarország egészségügyében, ezen belül is a sürgősségi vérszállításban, és milyen előnyökkel járna a jelenlegi szállítási rendszerhez képest. Ezenkívül végig vettem milyen jogi körülmények szükségeltetnének egy ilyen rendszer kiépítéséhez, és milyen esetleges, még megoldandó technológiai akadályok állnak a drónok előtt.

IV. Anyagok és módszerek

Szakedolgozatom elkészítéséhez szükséges irodalmat az interneten elérhető, a drónok egészségügyi alkalmazhatóságáról szóló kutatások publikációi biztosították. Ezen cikkek felkeresésére a GoogleScholar és a Pubmed keresőit használtam. A következő keresőszavak és kifejezések alkalmazásával:

- Drones in medicine
- Blood product delivery with drones
- Medical supplies delivery with drones
- Drones advantages in medicine

A drónok jogi szabályozására vonatkozó fejezet megírásához a net.jogtar.hu és a kormany.hu oldalakról gyűjtöttem össze a pilóta nélküli repülő eszközökre vonatkozó hatályos, hazai jogszabályokat.

A jelenleg működő szolgáltatások bemutatásához, a szolgáltatók weboldalán található, nyilvános adatokat használtam fel, ezenkívül emailen keresztül a következő kérdéseket küldtem el a cégeknek.

- Mennyibe kerül egy darab az Önök által fejlesztett eszközből?
- Milyen hosszú egy eszköz élettartama?
- Milyen jellemzői vannak az Önök által fejlesztett eszköznek (sebesség, teherbírás, súly, hatótáv)?
- Egy eszköz hány szállítást képes naponta kivitelezni?
- Magán a drónon kívül van e szükség egyéb felszerelésre a szolgáltatás kivitelezéséhez?
- Milyen egészségügyi termékek szállítására alkalmas az eszközük?
- Ha szükséges, hogyan oldják meg a szállítmány megfelelő hűtését?
- Képes az eszközük szélsőséges időjárási körülmények között szállítani?
- Képes a drón automata repülésre vagy szükséges humán erőforrás az irányításhoz?
- Ha szükséges humán erőforrás, akkor minden eszköz külön embert igényel vagy egy ember képes több eszköz egyidőben való irányítására?

A hazai sürgősségi vérszállításról a szegedi Országos Vérellátó Szolgálat (OVSZ) központja és budapesti sürgősségi szállítással foglalkozó magán vállalkozók nyújtottak információt. A dolgozatban található modellekhez szükséges szállítási adatokat a OVSZ budapesti központja biztosította számomra.

V. Eredmények

A drónok sürgősségi vérszállításban való alkalmazhatóságának vizsgálata során, arra a következtetésre jutottam, hogy a technológia már jelenlegi fejlettségével is alkalmazható lenne a hazai egészségügyben, azonban arra még nem alkalmas, hogy a jelenlegi rendszert teljes egészében helyettesítse a még meg nem oldott technológia korlátok miatt. Továbbá a kereskedelmi célú drónok hazai alkalmazásának egyik legfőbb akadálya a megfelelő jogi keretek hiánya.

A rendelkezéseinkre álló adatok alapján létrehozott feltételezett modellek alapján összehasonlítottuk a Szegedről történő sürgősségi vérszállítást gépkocsik és drónok segítségével. Ennek során arra az eredményre jutottunk, hogy a drónokkal működő rendszer beruházási költségei a jelenlegi piaci árak mellett kétszeresei a gépkocsival működő rendszerhez képest.

Azonban személyzeti és működtetési költségek szempontjából a drónokkal működő rendszer sokkal költséghatékonyabb. Éves viszonylatban összehasonlítva, a beruházási, személyi és működtetési költségeket összeszámolva a drónokkal működő rendszer, körülbelül 36 % -al költségkímélőbb a gépkocsikkal való szállításhoz képest. Ez az arány pedig a technológia fejlődésével feltehetőleg tovább fog növekedni.

Az olyan szállítási feladatot, melyet egy gépkocsi egy úttal el tud látni, a drónok jelenlegi alacsony hasznos teherbírása miatt egy a drónokból vagy többre van szükség, vagy több körben képesek megoldani a szállítást. Azonban a jelentősen csökkent szállítási idő miatt ez nem jelentkezik feltétlenül jelentős hátránnyként, különösképpen azokon a dombos-hegyes területeken, ahol a légvonalban mért távolság jelentősen kisebb, mint a közúton megtett út.

Az eddig elérhető kutatási eredmények, a jelenleg működő cégekről elérhető adatok alapján és bizonyos feltételezések alapján készítettem egy SWOT analízist a drónokról melyet az alábbi táblázat foglal össze.

<p>Erősségek (Strengths)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alacsonyabb szállítási költségek • Alacsonyabb karbantartási költségek • Rövidebb szállítási idő • Nagyobb szállítási hatékonyság 	<p>Gyengeségek (Weaknesses)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korlátozott a szállítható dolgok mérete és súlya • Az időjárás körülmények erősen befolyásolják a lehetőségeket • Magas beruházási költség
<p>Lehetőségek (Opportunities)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lehetőséget ad az automata szállítás kivitelezésére • Új szállítási lehetőségek biztosítása • Nehezen elérhető helyekre biztosít szállítást 	<p>Akadályok (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jogi keretek hiánya • Biztonsági problémák • Technikai akadályok • Tiltott légterek • Környezeti hatások

1. táblázat SWOT analízis a drónok használatára vonatkozólag
(Saját készítés)

VI. Megbeszélés

1. A sürgősségi vérszállítás jelenlegi helyzete

Ahhoz, hogy felmérhessük, hogy a drónnal történő szállítás milyen előnyökkel jár a gépkocsikhoz viszonyítva, tudnunk kell hogyan zajlik jelenleg a sürgősségi vérkészítmények szállítása. Az alábbiakban a rendszer jelenlegi működésre vonatkozó összefoglalás olvasható.

Mivel a vérkészítmények más gyógyszerrel nem pótolhatóak, előállításukra, szállításukra, tárolásukra igen szigorú szabályok vonatkoznak. Továbbá a véradók számának csökkenése és a különböző vércsoportok mennyiségi és területi eloszlása tovább nehezíti a megfelelő készítményekhez való hozzáférhetőséget.

Az ország egész területén – állami feladatként – az Országos Vérellátó Szolgálat biztosítja a vérellátás megtervezését és megszervezését, az egészségügyi intézmények vér és vérkészítményekkel való ellátását. A sürgősségi vérkészítmények esetében a szállítást vagy a kórházak saját hatáskörben oldják meg, vagy különböző nonprofit vagy profitorientált cégeket kérnek fel a feladat elvégzésére.

A betegellátási igények kielégítéséhez szükséges véradásokat (~ 450.000 Egység/év) a Magyar Vöröskereszt szervezi.

Hazánk vérkészlete 3 fő helyszín között oszlik meg, 70 %-a az OVSZ vérellátóiban, hozzávetőleg 20 % a kórházi transfúziológiai osztályokon és kb. 10 % a kórházi depókban található. Országosan, évente átlagosan 450.000 egység teljes vér levétele történik, kb. 300.000 véradótól és mintegy 50.000 egység aferezisével állítanak elő trombocita koncentrátumot. Évente átlagosan 670.000 egység vérkészítményt (vörösvértest, plazma és trombocita) adnak ki transfúzióra. [2]

Az elkészült vérkészítmények kiszállításánál megkülönböztetünk, úgy nevezett körjáratú szállítást és sürgősségi szállítást.

A körjáratú szállítás során megadott menetrend alapján körjáratban összegyűjtik a betegellátó szervezeti egységek igényléseit és küldeményeit, amit elszállítanak az Országos Vérellátó Szolgálathoz (OVSZ), illetve az ott előkészített vérkészítményeket kiszállítják a szervezeti egységekhez.

Amennyiben a szállító körjárat teljesítése közben sürgősségi megrendelést kap, a sürgősségi vérszállítás minden esetben elsőbbséget élvez. Ilyenkor a szállító a körjáratot

megszakítja és azt a sürgősségi szállítás teljesítése után, a körjáratú időpontok sorrendjének megfelelően fejezi be.

A szállított vérkészítmények átadását, illetve átvételét dokumentáltan kell végrehajtani. A sürgősségi vérszállítás esetén a vérszállító gépkocsi vezetője jogosult a megkülönböztető jelzések használatára. A jelzések használata során köteles betartani a 12/2007. (III.13.) IRM rendelet (a megkülönböztető és figyelmeztető jelzést adó készülékek, felszerelésének és használatának szabályairól) előírásait. A szabályok megszegéséért fegyelmi és anyagi felelősséggel tartozik. [3]

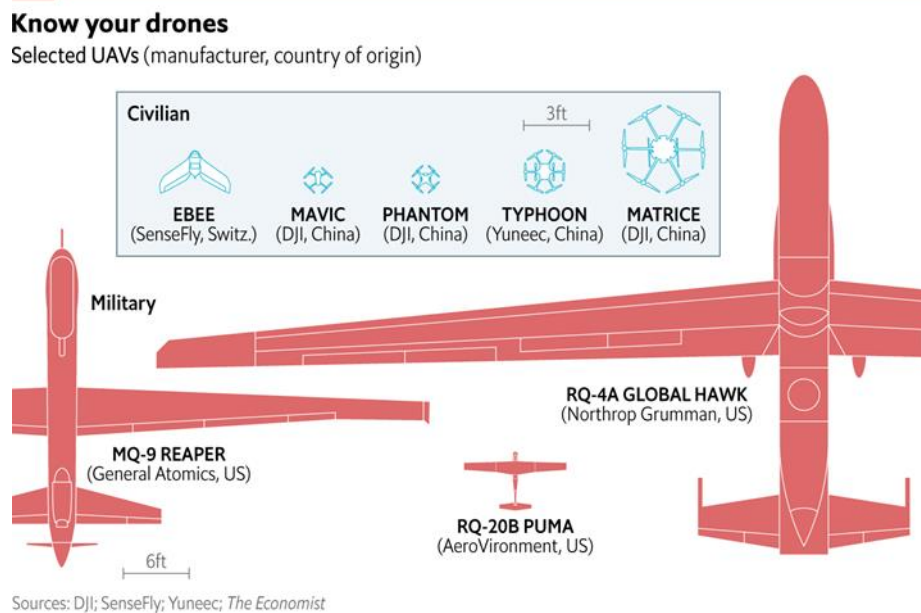
Továbbá vérkészítmények szállításánál be kell tartani 114/2000. (VI.29.) Korm. sz. r. 'A nemzeti vérkészlettel való gazdálkodás szabályairól' ide vonatkozó előírásait, illetve az OVSZ által kiadott Transzfúziós szabályzatnak megfelelően kell tárolni és szállítani őket. „Vérkészítményeket csak erre a célra rendszeresített hőszigetelt táskában vagyládában szabad szállítani. Kézben, valamint műanyag védőzsák nélkül vérkészítményt szállítani tilos!

A vérkészítmények különböző települések között csak az OVSZ által rendszeresített hűtőládában szállíthatók. Településen, adott intézményen belül hűtőelemekkel ellátott hűtőtáska is használható. Külön figyelmet kell fordítani arra, hogy a vörösvérsejt-készítmények a hűtőelemekkel közvetlenül ne érintkezzenek, mert ez hemolízist okozhat. A thrombocytakészítményeket hűtőelem nélkül, 20–24 °C-on kell szállítani.” [4]

Bár a rendszer képes ellátni feladatait, a csökkenő munkaerő, a romló útviszonyok, a forgalom változó körülményei nem nyújtanak kiszámítható, pontos szállítási időt. Azonban egy sürgősségi helyzetnél akár percek is múlhatnak a páciens élete.

Ezen problémák kiküszöbölésére nyújtanak / nyújthatnak lehetőséget a kereskedelmi célú drónok.

2. A kereskedelmi célú drónokról általában



1. ábra Kereskedelmi és civil drónok összehasonlítása; zárójelben a gyártócégek nevei láthatóak.

(ft=feet=láb, 1láb=0,3 méter)

(Forrás: <https://www.economist.com/technology-quarterly/2017-06-08/civilian-drones>)

Az angol nyelvű szakirodalomban több kifejezést is használnak a pilóta nélküli járművek megnevezésére.

A következő két kifejezést az Amerikai Egyesült Államok szaknyelvében használják:

UAV – Unmanned Aerial Vehicle: olyan légi jármű, aminek a fedélzetén nincsen irányító ember, pilóta.

UAS – Unmanned Aircraft System: a pilóta nélküli légi jármű és annak működését biztosító rendszer elemek (földi irányító állomás, kommunikációs csatornák, műszaki felkészítő és karbantartó rendszer, az indulást és a visszaérkezést biztosító és magát a rendszert vezérlő, irányító személy) összefoglaló neve.

A DRONE kifejezés a pilóta nélküli légi járművek köznyelvben használatos összefoglaló megnevezése, a szaknyelv kerüli a használatát.

UCAV – Unmanned Combat Air Vehicle: a felfegyverzett, fegyverzet alkalmazására képes, pilóta nélküli harci repülőgép megnevezése.

A pilóta nélküli légi járművek repülési távolságát tekintve két fő kategóriát különböztetünk meg.

VLOS – Visual Line of Sight: olyan repültetés, melynek folyamán a kezelő és az eszköz között folyamatos vizuális összeköttetés áll fenn.

BVLOS – Beyond Visual Line of Sight: olyan repültetés, melynek folyamán a kezelő és az eszköz között nem áll fenn folyamatos vizuális összeköttetés, hanem valamilyen eszköz segítségével követi nyomon a drónt. [5]

A kereskedelmi felhasználás széleskörű elterjedését eddig akadályozták a magas árak és a technikai fejletlenség. Azonban egyre több cég fektet és fektetett pénzt a technológia fejlesztésébe, így a kereskedelmi célú drónok egyre több ember és szolgáltató számára válik elérhetővé. Így ahogy amint már írtam a biztonságtechnikai cégektől, a mezőgazdaságon át az ételszállítókig egyre több cég alkalmazza ezeket az eszközöket

A Goldman Sachs által 2017-ben publikált tanulmány szerint, melynek címe „Drones: Reporting for Work”, a 2017-es évben közel 170.000 kereskedelmi célú drónt vásároltak. Ez 58%-os növekedést jelentett a 2016-os évhez képest. Ezenkívül, előre jelzéseik szerint a vállalkozások és a civil kormányok körülbelül 13 milliárd dollárt fognak fordítani kereskedelmi célú drónok beszerzésére 2016 és 2020 között. [6]

3. Lehetséges-e vérkészítményeket szállítani drónok segítségével?

Mivel a vérkészítmények, laborminták, vakcinák igen kényesek a szállításra így az első és legfontosabb kérdés, hogy a drónnal történő szállításnak van – e valamilyen negatív hatása ezen készítmények minőségére és felhasználhatóságára.

Bár ezen készítmények drónnal történő szállításának ötlete még igen újkeletű az amerikai John Hopkins Egyetem kutatói már végeztek vizsgálatokat a témában.

Dr. Timothy K. Amukele és munkatársai vizsgálták a levegőben történő szállítás hatásait laborminták és vérkészítmények vonatkozásában.

2015-ös tanulmányukban rutin labormintákat hasonlítottak össze úgy, hogy 56 önkéntestől vett 336 minta felét egy erre alkalmas hűtőautóban tárolták, míg a másik felét egy hűtőrendszerrel felszerelt drónban reptették 6 és 38 perc között. Majd a 33 leggyakoribb kémiai, hematológiai és alvadási tesztet végezték el a mintákon. Eredményeik alapján a földön és levegőben szállított minták között nem találtak számottevő lényeges eltérést. Tehát az UAV segítségével történő vérszállítás nem okoz laboratóriumi analitikai problémát. [7]

Szintén Amukele és munkatársai vizsgálták 2016-os tanulmányukban, hogy a vérkészítményekre milyen hatással van a levegőben történő szállítás. Kísérletükhöz 6 csomag vörösvértestet (RBC), 6 csomag thrombocitát (PLT) és szintén 6 csomag fagyasztott plazmát (FFP) helyeztek egy erre a célra kialakított hűtőládába melyet egy S900-as kereskedelmi célú drónra helyeztek. A készítményeket kettesével – hármasával szállították. A drón 100 méter magasan repült, 13-20 kilométeres távokat. A repülés ideje alatt a készítményeket állandó hőmérsékleten tartották és folyamatosan ellenőrizték.

A repülés végeztével, a vörösvérest készítményeknél hemolízis jeleit keresték, a plazma készítmények esetében a készítmények olvadását vizsgálták. A thrombociták esetében pedig a pH-t, a thrombociták számát és méretét vizsgálták, melynek eredményei a következő ábrán láthatóak (2. ábra). [8]

Sample ID	Primary (postflight)			Secondary (not flown)		
	pH	PLT count	MPV	pH	PLT count	MPV
1	6.92	942	9.9	6.93	964	9.8
2	6.96	924	9.5	6.90	951	9.8
3	6.71	1266	10.2	6.64	1282	10.2
4	6.41	1361	11.5	6.41	1346	11.5
5	6.85	1356	9.8	6.84	1361	9.9
6	6.66	1359	10.5	6.63	1372	10.6

*The primary units were flown in the drone.

2. ábra Thrombocytakészítmények összehasonlítása repülés előtt és után (PLT count thrombocytá szám; MPV – Thrombocyták átlagos mérete)
[Forrás: Drone transportation of blood products; T. Amukele, P. M. Ness]



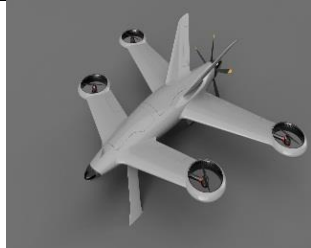
Eredményeik alapján a vérmintákhoz hasonlóan a vérkészítményekre sincs negatív hatása a drónnal történő szállításnak. Azonban a kis mintaszámra való tekintettel további kutatások szükségesek a pontosabb eredményekhez.

2017-es tanulmányukban a fenti szerzők pedig a hosszútávú drónnal történő szállítás hatásait vizsgálták. Ebben a tanulmányban 42 vérmintát reptettek 3 órán keresztül (258 km), egy hűtőberendezéssel felszerelt drónon, majd a 2016-os tanulmányhoz hasonlóan a földön tárolt mintákhoz hasonlították őket. A reptetett mintákban a glükóz (8%) és a kálium (6,2%) mutatott szignifikáns eltérést a földön tároltakhoz képest, melynek okaként a hőmérséklet ingadozást jelölték meg. Tehát ez a tanulmány is arra hívja fel a figyelmet, hogy a megfelelő szállítás kivitelezéséhez, a mintákat szigorúan ellenőrzött hőmérsékleti tartományban szükséges tartani. [9]

Látható tehát hogy a vérkészítmények és laborminták szállítása lehetséges drónok segítségével, azonban a megfelelő hűtőrendszerek, és a hőmérséklet ellenőrzésére hivatott rendszerek kialakítása további kutatásokat és technológia fejlesztéseket igényelnek.

4. Az egészségügy területén használt drónok típusai

Az egészségügyi készítmények szállításával foglalkozó, pilóta nélküli repülő eszközöket alkalmazó cégek három alapvető típusú drónt használnak szolgáltatásaikhoz. A következő táblázat ezen eszközök tulajdonságait hasonlítja össze.

Típus	Fix szárnyú	Multi Rotor	Hibrid
Repülési sebesség	80-100 km/h	50-60 km/h	80-110 km/h
Repülési távolság	100-120 km	20-30 km	70-80 km
Teherbírás	1,5-4,5 kg	3-4 kg	2,5-3 kg
Előnyök	Nagyméretű hatótáv	VTOL Oda- vissza tud szállítani Könnyű irányíthatóság	VTOL Nagy sebesség Nagy hatótáv Oda- és vissza képes szállítani
Hátrányok	Horizontális fel- és leszállás melyhez kilövő és „elfogó” állomás kell Csak egy irányba tud szállítani	Lassú Kis teherbírás Drága	Kis teherbírás Viszonylag drága
Példa			

2. táblázat Az egészségügyi szolgáltatók által alkalmazott drónok alapvető típusainak összehasonlítása (Forrás: Saját készítés)

5. Jelenleg létező szolgáltatások

Bár, mint írtam, a laborkészítmények és vérminták drónnal történő szállításával kapcsolatban további kutatások szükségesek, már jelen vannak olyan cégek melyek ilyen szolgáltatást nyújtanak. Az alábbiakban ezen cégek közül választottam ki hármat, és az alábbiakban ezen szolgáltatók és az általuk fejlesztett eszközök leírásai láthatóak.

Zipline



3. ábra Zip (Forrás: www.flyzipline.com)

A Zipline nevű, Szilikon-völgyi (Amerikai Egyesült Államok) székhelyű logisztikai cég. Fő profiljuk olyan pilóta nélküli repülő eszközök, azaz drónok tervezése és gyártása, melyekkel sürgősségi vérkészítményeket tudnak szállítani.

Első működő rendszerüket Ruandában építették ki.

A rendszer 2016-os indulása óta a ruandai vidéki vérszállítás 25%-át ez a cég végzi, körülbelül 12 millió embert szolgálnak ki. A transfúziók 50%-át postpartum haemorrhagiás nőkhöz, míg 30%-át krónikus anémiában szenvedő gyermekekhez juttatják el.

A cég által használt drón 80 km-es körben képes repülni, azaz egy töltéssel oda – vissza 160 km megtételére képes. Sebessége 90 km/h körüli, teherbírás 4,5 – 5,0 kg.

Ezen drón használva sürgősségi vérkészítmény igénylésekor, az igénylés beérkezésétől a kézbesítésig, az egész folyamat, a távolságtól függően 30-50 percet vesz igénybe

A rendszer működése igen egyszerű és hatékony. Az orvos mobiltelefonon adja le a rendelést, a szállítási koordinátákkal, a páciens vércsoportjával és a szükséges vérmennyiséggel. Ezután az elosztóközpontban becsomagolják a vért, és beteszik a

merevszárnyú drónba. A drónt egy kilövőállomásból indítják, és egy előre megtervezett útvonalon éri el a célpontot, ahol a csomag egy papír ejtőernyő segítségével landol.

Mivel maga az eszköz nem száll le, így csak egy irányban van lehetőség a szállításra. Miután az eszköz visszatér a kiinduló állomásra egy úgynevezett elfogóháló segítségével tud földet érni. [10]

Az eszköz nem képes automata üzemmódban repülni, ember szükséges az irányításához, azonban Ruandában ez pozitív dolognak számít, mivel így a cég nem csak szolgáltatást nyújt, de munkahelyet is teremt.

A rendszerre vonatkozólag konkrét költségekre vonatkozó információ nem elérhető, a cég ugyanis nem adja el a szolgáltatását, csupán bérelni lehet.

Matternet



4. ábra M2 Drone (Forrás: www.mttr.net)

A Matternet szintén amerikai székhelyű cég, a Ziplinnal szemben ez a cég több rotoros, úgy nevezett kvadrokoptereket használ a szállításhoz. A cég Haitin és más fejlődő országokban kezdte el fejleszteni rendszerét, jelenleg pedig már Európában azon belül pedig Svájcban rendelkezik kiépített szolgáltatással, melynek keretein belül laborminták szállítását végzi kórházak között. [11]

A cég által fejlesztett drón (M2 model) 20 km-es körben képes szállítani, azaz 40 km-t képes repülni egy töltéssel. Sebessége körülbelül 50 km/h; teherbírása 4 kg.

A drón a mintákat egy erre a célra kialakított dobozzal végzi, ezenkívül a fel- és leszálláshoz a kórházaknál szükséges egy dokkoló állomás (Matternet Station). A drónok a cég által fejlesztett informatikai rendszert (Matternet Cloud) használják a repüléshez. [12]

A rendszer jelentős előnye, hogy a drónok, ha szükséges, képesek automata repülésre is.

A költségekre vonatkozólag a cég nyújtott információt, elmondásuk szerint jelenleg egy 10 drónból álló flotta beszerzése, fenntartása és működtetése megközelítőleg 400 000 amerikai dollárba, vagyis jelenlegi árfolyamon számolva 100 000 000 forintba kerülne évente. Ez az összeg tartalmazza a drónok, az állomások és a pilóták költségét. Annak ellenére, hogy az eszközök képesek automata repülésre, a vonatkozó jogi szabályok miatt, humán személyzet szükséges az irányításukhoz.

Vayu



5. ábra X5 Drone (Forrás: www.vayu.us)

Szintén amerikai tulajdonú cég, mely jelenleg Madagaszkáron teszteli eszközeit. A cég egy hibrid drónt használ szolgáltatásához. Ezen eszköz kombinálja a rotorokkal működő és merevszárnyú drónok előnyeit. A cég által fejlesztett drón (X5 Drone) 85 km-es körben képes repülni, így nagyjából 23 000 km²-nyi területet képes ellátni. Sebessége 80 – 90 km/h, teherbírása 3 kg. A szállításhoz ezen eszköznél a drónon kívül semmilyen más eszközre, tehát induló vagy leszálló állomásra nincs szükség, csupán egy tiszta, nagyjából egy autó parkoló méretű területre.

A szállítás kivitelezéséhez a cég fejlesztett egy mobil applikációt melyben kijelölhetjük a szállítási címet majd a drón automatikusan képes teljesíteni a szállítást. A hűtés megoldására az eszköz rendelkezik beépített hűtőrendszerrel. [13]

Az eszközt jelenleg vérvérvizsgálók, laborminták és egészségügyi segélyek szállítására alkalmazzák. A rendszer költsége kimerül a drón árában mely jelenleg 12 000 amerikai dollár, ami jelenlegi árfolyamon körülbelül 3 500 000 forint.

Ezen cégek áraik megszabásához, és működésükhöz különböző üzleti modelleket alkalmaznak. A jelenlegi szolgáltatókat két üzleti modell jellemzi. Az egyik megközelítés szerint a cégek az általuk nyújtott szolgáltatást eladják a vásárlónak, ezenkívül kiképzik a vásárlót az eszköz használatára. (Matternet, Vayu)

A másik lehetőség az, hogy a cégek nem el- hanem csak bérbe adják szolgáltatásukat, így ők biztosítják az eszközöket és ha szükséges az irányító személyzetet is. Áraikat pedig aszerint határozzák meg hogy mit és milyen távolságra kell szállítani, majd általában kilogrammonkénti díjat szabnak ki. (Zipline)

6. A drónokra vonatkozó hazai, hatályos jogszabályok

Magyarországon az állami és a polgári célú légitözlekedés szabályait a légitözlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény (a továbbiakban: Lt.), valamint a törvény alapján kibocsátott rendeletek kiegészítő jelleggel határozzák meg. Az Lt. sok repüléssel kapcsolatos területtel foglalkozik – úgymint a hatósági jogkörök, a hatósági engedélyhez és bejelentéshez kötött tevékenységek, a légitözlekedés szabályai stb. –, azonban a pilóta nélküli légitözarművek repülésével kapcsolatos rendelkezések a mai kor követelményeinek már nem felelnek meg. [14]

A pilóta nélküli légitözarművek légügyi törvényben történő önálló szerepeltetése a 2009. évi CXLVII. törvény a légitözlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény módosítása révén jött létre. A 6. § szerint:

„(5) A légitözlekedési hatóság, az állami célú légitözlekedéssel összefüggő feladatok tekintetében a katonai légügyi hatóság engedélyével repülhet a magyar légtérben az a légitözarmű, amely vezető nélküli repülésre alkalmas, továbbá a jogszabályban meghatározott repülőmodell, illetve repülőeszköz. Lakott terület felett a modellrepültetés a légitözlekedési hatóság engedélyén túlmenően csak a helyi önkormányzat által feladatkörében kiadott rendeletben kijelölt területen és feltételek mellett hajtható végre.”

Az Lt. 12. §-a foglalkozik a légitözarművek lajstromozási szabályairól a következőképpen rendelkezik: „(1) A magyar polgári légitözarmű - a jogszabályban légitözarműnek minősített repülőmodell, az ejtőernyő és a személyzet által vezetett egyéb repülőeszköz kivételével - a légitözlekedésben akkor vehet részt, ha a légitözlekedési hatóság Magyarország Állami Légitözarmű Lajstromába (a továbbiakban: lajstrom) felvette. A légitözlekedési

hatóság a lajstromba vételről lajstromozási bizonyítványt és lajstrom jelet ad ki. (2) A magyar állami légi járművet a katonai légügyi hatóság veszi nyilvántartásba.” [15]

Az Lt. 8. §-nak kiegészítése a 4/1998. (I. 16.) Kormányrendelet a magyar légtér igénybevételéről, a következőképpen fogalmaz meg szabályozást az 1. §-ban: „1. § (1) A magyar légtér (a továbbiakban: légtér) légiközlekedés céljára és egyéb - nem légiközlekedési - célra lehet igénybe venni. (2) A légtér egyéb - nem légiközlekedési - célú igénybevételének minősül: különböző lövedékek, rakéták, valamint olyan eszközök légtérbe juttatása, amely tömegüknél, kisugárzott energiájuknál és egyéb tulajdonságaiknál fogva a légiközlekedés biztonságára vagy az élet és vagyonbiztonságra veszélyt jelenthetnek. (3) A légtérnek a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről szóló miniszteri rendeletben meghatározottaktól eltérő légiközlekedési célú vagy egyéb – nem légiközlekedési - célú igénybevételéhez légtérrel kell igényelni, esetenként, meghatározott időtartamra (a továbbiakban: eseti légtér).”

Tehát ha valaki jelenleg szabályosan drónt akar reptetni hazánk légtérében annak eseti légtérrel kell igényelnie.

Az eseti légtér igényléséről, igénybevételéről a 4/1998 (I. 16.) Kormány rendelet rendelkezik. Az 5. § alapján a kérvényt legalább 30 nappal a tervezett igénybevétel előtt be kell nyújtani. 5 § (2) Az eseti légtér kijelölése iránti kérelmet legalább harminc nappal a tervezett igénybevétel előtt - a katonai légügyi hatóság által rendszeresített és a honlapján közzétett nyomtatványon - kell benyújtani a katonai légügyi hatósághoz. [16] Az állami célú repüléseket végrehajtó személyzet nélküli légijárművekre vonatkozóan a 3/2006. (II. 2.) HM rendelet ad jogi keretet. és itt jelennek meg az először a pilóta nélküli repülő eszközökre vonatkozó biztonsági szabályok.

„Az SZNL-t olyan berendezéssel kell ellátni, amely az irányítás végleges megszakadása esetén a hajtóművet (motort) leállítja és a biztonságos földet érést lehetővé teszi.”

A fentiek alapján látható, hogy a drónok jelenlegi jogi szabályozása csak a civil felhasználásra terjed ki, tehát a kereskedelmi célú felhasználáshoz jelenleg nem áll rendelkezésre megfelelő jogi környezet. [17]

A drónok egyre szélesebb felhasználási területeinek, a technológia folyamatos fejlődésének és a csökkenő költségek okán azonban Magyarországon is létre kellene hozni a 21. század követelményeinek megfelelő jogi környezetet.

Az új törvényi keretek a „A nemzeti fejlesztési miniszter .../2016. (... ..) NFM rendelete a pilóta nélküli légi járművekről” című határozat próbálja felállítani.

Ebben a rendeletben a 150 kg alatti pilóta nélküli légi járműveket 3 kategóriára bontja föl, maximális felszállótömegük szerint. Így megállapításra került a 2 kg alatti, a 2-25 kg közötti, valamint a 25 kg feletti kategóriák. A nagyobb maximális felszállótömeggel rendelkező eszközök esetén – méretükből adódóan – jobban alkalmazhatóak a hagyományos, fedélzeti személyzettel rendelkező légi járművekre érvényes szabályok, valamint a biztonsági kockázatuk is sokkal magasabb, így ezekre a légi járművekre jóval szigorúbb előírások vonatkoznak. Mint sok más országban is, így hazánkban is a 250 g alatti játék drónokkal nem kíván foglalkozni a jogszabály, mivel azok méretükből adódóan minimális repülésbiztonsági kockázatot jelentenek.

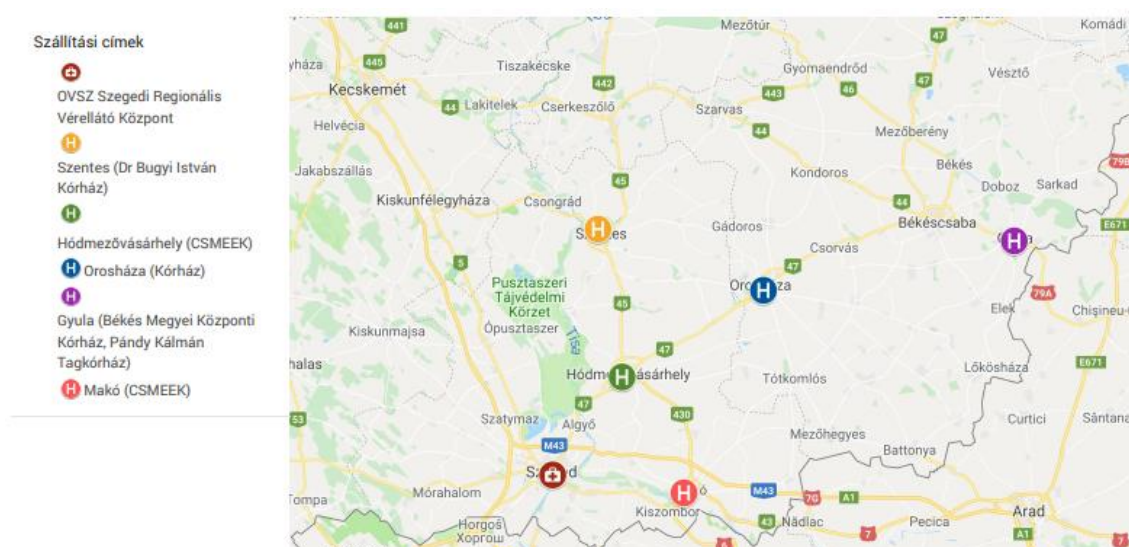
A 2-25 kg közötti és a 25 kg feletti eszközök esetében, a repülésbiztonsági kockázatra való tekintettel már szükséges biztonsági rendelkezések bevezetése is. Így ezen rendelet megszabja, hogy az eszközök milyen alapfelszereléssel kell, hogy rendelkezzenek a biztonságos repüléshez. Ezenkívül arról is nyilatkozik a jogszabály, hogy a kényszerhelyzetek (kényszerleszállás, üzemhiba, ütközés) elkerülése érdekében milyen felszereléssel kell, hogy rendelkezzenek az eszközök.

Továbbá a drónokat irányító személyeknek ezen méreteknél már oktatásra is szükségük lesz ahhoz, hogy biztonságosan tudják irányítani a drónokat. [18,19]

7. Összehasonlítás – a sürgősségi vérkészítmények szállítása földön és levegőben

Az alábbiakban két feltételezett forgatókönyv segítségével hasonlítom össze a földi és légiszállítás folyamatát. A modellekhez felhasznált szállítási adatokat az OVSZ budapesti központja biztosította számomra. A szállítási adatok a 2015.01.01. – 2017.12.31. közötti Szegedről történő sürgősségi vérszállításokat foglalják magukban.

Szegedről a következő helyszínekre szállítottak sürgősségi vérkészítményeket a fent jelzett időszak között.



6. ábra Szegedi desztinációk (Forrás: Saját készítés, a GoogleMaps használatával)

A következő táblázat összefoglalja a szállítási címek közúton és légvonalban való távolságát Szegedtől.

	Közúton (km)	Légvonalban (km)
Gyula	117	97
Hódmezővásárhely	25	23
Makó	37	31
Orosháza	60	53
Szentes	55	47

3. táblázat

A rendelkezésünkre bocsátott adatok alapján a vizsgált három év alatt 4,225 gépkocsival történő szállítás történt Szegedről a jelzett címekre. A szállítások mellett jelezve volt a

készítmények tömege (grammban), így megvizsgáltuk, hogy a gépkocsival kivitelezett szállításokat, egy olyan drón melynél 2 kg-os hasznos teherbírást feltételezünk hogyan tudná ezeket teljesíteni.

A következő 4. táblázat első oszlopában a gépkocsival végrehajtott szállítások láthatóak, míg a másodikban a kiszámolt drónnal történő szállítások. (Pl: Gyulára a vizsgált periódus alatt 686 esetben szállítottak valamilyen vérkészítményt az OVSZ szegedi központjából. A szállítások jelentős részében a kiszállított vérmennyiség tömege nem érte el a 2 kg-ot, de voltak olyan szállítások is, ahol jelentősebb mennyiséget vitt ki az autó. Ahol a szállítási tömeg nem érte el a 2-kg-ot, az egy drón szállításnak felelt meg, de ahol meghaladta azt, ott annyi drónos szállítást terveztünk, ahányszor nagyobb volt a tömeg 2 kg-nál. Ennek alapján a Gyulára szállított vértömeget 1,330 drónos repüléssel lehetett volna kiszállítani)

Szállítások száma (3 év)	Gépkocsi	Drón
Gyula	686	1330
Hódmezővásárhely	891	1215
Makó	778	859
Orosháza	1013	1884
Szentes	857	1803

4. táblázat

A szállítások száma és a földi, valamint légi távolságok alapján kiszámítottuk, hogy a 3 év alatt az eszközök hány kilométert tettek / tennének meg.

Megtett km	Gépkocsi	Drón
Gyula	160 524	258 020
Hódmezővásárhely	44 550	55 890
Makó	57 572	53 258
Orosháza	121 560	199 704
Szentes	94 270	169 482
Összesen	478 476	736 354

5. táblázat

A fentiekből látható, hogy a drónok, bár rövidebb útvonalon képesek elérni a szállítási címet, a korlátozott teherbírás miatt ugyanazon mennyiség kiszállításához több fordulóra van szükségük, mint a gépkocsinak. Azonban a drónok sebességét nem korlátozzák a forgalmi körülmények, a sofőr tapasztalata és egyéb tényezők. Így sebességtől függően egy drón akár több kör szállítást is képes lehet végrehajtani a gépkocsihoz viszonyítva egységnyi idő alatt.

A következő kérdés az, hogy a két rendszer költségei miképpen alakulnak? Ennek meghatározására mind a gépkocsival mind a drónnal történő szállításra vonatkozólag feltételeztünk egy infrastruktúrát, melyet 6. táblázat foglal össze. A drónnal történő szállítás esetében, egy olyan eszközt feltételeztünk melynek használatához pusztán a drónra van szükség, tehát sem kilövőállás vagy felszálló- dokkoló állomás nem szükséges.

	Gépkocsi	Drón
Költségek		
Gépkocsi bekerülési költsége (Ft)	3 000 000	
Szükséges flotta nagyság (db)	3	
Drón bekerülési költsége		3 500 000
Szükséges flotta nagyság (db)		
Munkanapok száma		660
Napi átlag repülési szám		
Gyula		2
Hódmezővásárhely		2
Makó		1
Orosháza		3
Szentés		3
Átlagos repülési idő (töltéssel) (óra)		
Gyula		4
Hódmezővásárhely		2
Makó		2
Orosháza		3
Szentés		3
Szállításhoz szükséges drónok száma		
Gyula		1
Hódmezővásárhely		0,5
Makó		0,5
Orosháza		1
Szentés		1
Tartalék		2
Összesen		6
Beruházási költségek	9 000 000	21 000 000

6. táblázat

Ezen feltételezések alapján látható, hogy a jelenleg elérhető technológia beszerzési ára még a gépkocsik felett van, továbbá a már említett kisebb terhelhetőség miatt több eszközre van szükség a szállítások kivitelezéséhez. Azonban figyelembe véve a technológia expanzív fejlődését, feltételezhetjük, hogy a drónok ára csökkenni míg teherbírásuk növekedni fog az elkövetkezendő években, így a beruházási költségek relatív csökkenésére számíthatunk.

Az infrastruktúra működési költségeihez tartoznak még a személyi költségek továbbá a gépkocsira és drónra vonatkozó úgy nevezett futási költségek, melyet a következő táblázat foglal össze.

	Gépkocsi	Drón
Személyi Költségek		
Sofőrök/Pilóták száma	3	1
Havi bér (szuper bruttó, Ft)	276 000	276 000
Adminisztráció (fő)	1	1
Havi bér (szuper bruttó, Ft)	240 000	240 000
Havi bérköltség	1 068 000	516 000
Vizsgált periódus alatt a hónapok száma	36	36
Bérköltség összesen (Ft)	38 448 000	18 576 000
Futás költségei (Ft/km)	30	0,10
Futás összköltsége	14 354 280	73 635

7. táblázat

Bár a drónok képesek automata repülésre, a hatályos hazai jogszabályok miatt jelenleg irányításukhoz még külön ember kell, azonban egy ember több drón együttes irányítására is képes lehet, így csökkenthetjük az ilyen jellegű költségeket. A megfelelő jogi keretek biztosításával, a drónok automata repülését feltételezve nem is lesz szükség személyzetre az eszközök irányításához. Továbbá, mivel a drónokkal működő rendszerekhez tartozik általában valamilyen alkalmazás is, melyen keresztül leadhatjuk a rendelésünket – jelen esetben a sürgősségi véréngényt – így az adminisztráció folyamata is jelentősen leegyszerűsödik.

A beruházási, személyi és futási költségeket összesítve a két rendszer összköltségei a következőképpen alakulnak, egy évre viszonyítva:

	Gépkocsi	Drón
Költségek összesen (Ft/év)	20 600 760	13 216 545

8. táblázat

Összességében tehát elmondható, hogy bár a beruházási költségek tekintetében a drónok még jóval költségesebbek, mint a gépkocsik, azonban az alacsonyabb futási költségek és kisebb személyzeti igényekkel már jelenleg is költségtakarékosabb megoldást jelenthetne egy ilyen jellegű rendszer kiépítése.

8. Technikai kihívások a drónok alkalmazásában

Mint ahogy már írtam a drónok használata még bővelkedik technológiai kihívásban, az alábbiakban azon problémákat vettem sorra mellyel még meg kell küzdenie a technológiának.

Az első és legfontosabb a hűtés problematikája, azonban mint ahogyan a kutatások ismertetésénél és a cégek leírásánál bemutattam a hűtés kivitelezése egyre kisebb problémát jelent.

A másik jelentős probléma az időjárás jelentette kihívás, bár a legtöbb cég leírása szerint eszközük képes esőben és szélben repülni, a viharos időjárás még kihívást jelent. Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján hazánkban országos átlagban évente 122 szeles nap fordul elő (vagyis amikor a szél legerősebb lökésének sebessége eléri vagy meghaladja a 10 m/s-t), és ezek közül 35 nap viharos (vagyis ennyi alkalommal nagyobb a szélhőkés 15 m/s-nál is). [20]

Ez alapján hazánkban körülbelül 35 olyan nap fordul elő évente mikor a drónok a a jelenlegi technológiai fejlettségi szinten nem tudnának szolgálatot teljesíteni (de ezek a szeles napok nem feltétlenül esnek munkanapra)

Rabeel Khan és munkatársai „Consumer Acceptance of Delivery Drones in Urban Areas” című cikkében azt mérték fel, hogy az emberek hogyan viszonyulnak a drónokhoz és milyen aggályaik merülnek fel velük kapcsolatban. Az emberek többsége a személyiségi jogok kérdését, biztonság, bűnözés és környezeti hatásokat emelte ki.

A személyiségi jogok kérdése azért fontos, mert a drónok általában kamerával vannak felszerelve, így a szállítás során keletkezett esetleges felvételeket a szállítócégeknek megfelelően kell kezelniük.

További megoldandó probléma a biztonság kérdése, ugyanis ezek az eszközök akár 20 – 40 kg -ot is nyomhatnak, így, ha meghibásodnak igen komoly károkat, vagy személyi sérüléseket okozhatnak. Így megfelelő biztonsági és biztosítási rendszerek kidolgozása szükséges.

A bűnözés megelőzése is megoldandó feladat, ugyanis a drónok informatikai rendszerének feltörése lehetséges és ez nem csak a tulajdonosnak, hanem az ügyfeleknek is problémát jelent. A hackerek könnyen feltörhetik a drónokat, így eltérítve őket eredeti útvonaluktól. Már manapság is egyre több program létezik, ezek közül a legismertebb a 'Skyjack' mellyel könnyen feltörhető a drónok fedélzeti GPS rendszere.

Végül a környezeti hatások is igen jelentős szempontot játszanak, ugyanis az eszközök repülés közben igen hangosak, mely zavarhatja a lakosokat. Továbbá az eszközök kárt okozhatnak a madarakban és egyéb röpképes állatokban ütközés révén. Vagy pont fordítva, nagyobb méretű ragadozó madarak okozhatnak kárt az eszközben, így megghiúsítva a szállítás folyamatát. [21]

9. Kitekintés – további felhasználás lehetőségei

Természetesen a pilóta nélküli repülő robotok nem csak a sürgősségi vérszállítás területén használhatóak. Az egészségügy egyéb területein is kezdik felfedezni a technológia előnyeit.

A Vayu a sürgősségi vérkészítmények szállítása mellett, afrikai, nehezen megközelíthető falvakból juttatja el a vérvételi mintákat egy központi laborba, így biztosítva az emberek szakszerű orvosi kivizsgálását. [13]

Azonban ezt a lehetőséget nem csak Afrikában lehet kihasználni, képzeljük el milyen jelentősen meg lehetne könnyíteni hazánkban a vidéki házi orvosok és betegek életét azáltal, hogy az orvos a saját rendelőjében leveszi a szükséges mintákat majd egy drón segítségével eljuttatja egy központi laboratóriumba, ahol elemzik a mintákat majd akár már aznap délután elküldik az eredményt a házi orvosnak.

Egy másik érdekes alkalmazhatósági lehetőség a félautomata defibrillátorokkal felszerelt drónok alkalmazása. Több cég és egyetem is foglalkozik ezzel a témával. A Delfti Műszaki Egyetem egyik hallgatója készített egy ilyen rendeltetésű drónt. Az eszköz 12 km² – es területen képes elérni célját 1 percen belül. [22]

Olyan helyszíneken melyeket a mentőautó nehezen tud megközelíteni az ilyen eszközök életmentőek lehetnek. Ehhez hasonló eszközöket már hazánkban is terveznek alkalmazni.

[23]

Ezzel kapcsolatban juttattam el kérdéseimet az Országos Mentőszolgálathoz, arra vonatkozólag, hogy hol tart ez a kezdeményezés. A következő választ kaptam:

„Tisztelt Trencsányi Attila!

Egyelőre csak az ambícióinkról tudok beszámolni, illetve arról, hogy az OMSZ és a Fővárosi Önkormányzat között zajlott egy egyeztetés az ügyben. A technológia bizonyára már alkalmas arra, hogy drónnal juttassunk defibrillátort egy újraélesztés helyszínére, a jogszabályi környezet azonban egy ilyen projekt elindítását még nem teszi lehetővé.

Üdvözlettel,

Győrfi Pál kommunikációs és pr vezető”

Tehát a technológia már létezik és elérhető, azonban a hazai alkalmazhatósághoz a jogi keretek reformjára van szükség.

Végül, bár ez a lehetőség még futurisztikusnak hat, vannak kezdeményezések, sőt már kutatási eredmények is arra vonatkozólag, hogy transzplantációra szánt szerveket juttassanak el a donortól a recipienshez, drónok segítségével. [24]

VII. Konklúzió

Összefoglalva elmondható, hogy a piacon jelenleg jelenlévő szolgáltatások tapasztalata, és az eddig, a témában végzett kutatások alapján a drónok, egészségügyben való alkalmazása igen sok lehetőséget hordoz magában.

Bár a technológia jelenlegi beruházási költségei még magasabbak a napjainkban alkalmazott szállítási módszerekhez képest, továbbá a kisebb szállítási kapacitás is hátrányos, a technológia fejlődését feltételezve egyre olcsóbb és nagyobb kapacitású eszközök megjelenése várható a piacon.

Mivel a világon már működnek ilyen jellegű szolgáltatások, látható, hogy a technológia alkalmazható a valóságban is, és emberek millióinak biztosít hozzáférhetőséget a megfelelő egészségügyi ellátáshoz, sőt akár életet is menthetnek.

Hazánkban való alkalmazhatóságának tehát nem elsősorban technológiai, inkább jogi akadályai vannak. Viszont a növekvő piaci igények felismerésével, jelenleg is zajlik egy, a kereskedelmi célú drónok alkalmazását lehetővé tevő jogszabály kialakítása.

Azonban a technológia is, mivel még kezdeti fázisban van, több gyengeséggel is rendelkezik, melyek közül a szélsőséges időjárásban – erős esőzés, viharos szél – való repülési képtelenségüket emelném ki, mint legfontosabb tényezőt.

A jelenleg a pilóta nélküli repülő robotok még nem alkalmasak a földön való szállítás teljes helyettesítésére, azonban hatékonyan kiegészíthetik azt, és a sürgősségi esetekben életmentők is lehetnek.

VIII. Irodalomjegyzék

- [1] Wikipedia:History of unmanned aerial vehicles
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_unmanned_aerial_vehicles
- [2] <http://www.ovsz.hu/ovsz/rolunk>
- [3] SE Szolgáltatási Szabályzat 13. oldal (
http://semmelweis.hu/jogigfoig/files/2016/02/Szolgaltatasi_szabalyzat_2016_02_08.pdf
)
- [4] OVSZ; Transzfúziós szabályzat; 30. oldal (
http://www.ovsz.hu/sites/ovsz.hu/files/kepzes/szakmai_anyagok/transzfuzios_szabalyzat_2_kiadas/transzf_szab_2.pdf)
- [5] Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek, szerkesztette: Dr. Palik Mátyás
 2013 (
http://www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/UAV_handbook_Secon_edition.pdf)
- [6] Drones Reporting for Works – Goldman Sachs (
<https://www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/>)
- [7] Can Unmanned Aerial Systems (Drones) Be Used for the Routine Transport of Chemistry, Hematology, and Coagulation Laboratory Specimens?; T. Amukele, 2015
 (<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0134020>)
- [8] Drone transportation of blood products; T. Amukele; P. M. Ness; 2016
 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27861967>)
- [9] Drone Transport of Chemistry and Hematology Samples Over Long Distances; T. Amukele, J. Hernandez; 2017 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29016811>)
- [10] <http://www.flyzipline.com/about>
- [11] Swiss Post begins transporting laboratory samples for Insel Gruppe (
<https://www.post.ch/en/about-us/company/media/press-releases/2018/swiss-post-begins-transporting-laboratory-samples-for-insel-gruppe>)
- [12] <https://mttr.net/product>
- [13] <https://www.vayu.us/product/>
- [14] 1995.évi XCVII. törvény a légi közlekedésről (
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99500097.tv>)
- [15] 2009. évi CXLVII. törvény s légi közlekedésről szóló 1995. évi XCVII. törvény módosításáról (<https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0900147.TV>)

- [16] 4/1998 (I. 16.) Korm. rendelet a magyar légtér igénybevételéről (<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800004.KOR>)
- [17] 3/2006 (II. 2.) HM rendelet az állami célú repülések céljára kijelölt légtérben végrehajtott repülések szabályairól (<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0600003.hm>)
- [18] 26/2007 (III. 1.) GKM-HM-KvVM együttes rendelet a magyar légtér légiközlekedés céljára történő kijelöléséről (<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700026.gkm>)
- [19] Sonnewed Gyula István: A drónok repülésének jogi szabályozása hazai és nemzetközi viszonylatokban (http://www.repulestudomany.hu/tdk/2018_Sonnewend_Gyula_SZD.pdf)
- [20] https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/szel/
- [21] Consumer acceptance of delivery drones in urban areas; R. Khan, S. Tausif; (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijcs.12487?af=R>)
- [22] TU Delft's ambulance drone drastically increases chances of survival of cardiac arrest patients (<https://www.tudelft.nl/en/2014/tu-delft/tu-delfts-ambulance-drone-drastically-increases-chances-of-survival-of-cardiac-arrest-patients/>)
- [23] Drónokkal is szállíthatják a mentők az életmentő defibrillátorokat; Szilágyi Anna; 2018.06.13.(<https://magyaridok.hu/belfold/dronokkal-is-szallithatjak-a-mentok-az-ujraleszto-defibrillatorokat-3190357/>)
- [24] An Initial Investigation of Unmanned Aircraft Systems (UAS) and Real-Time Organ Status Measurement for Transporting Human Organs; J. R. Scalea, S. Restanio, 2018 (<https://ieeexplore.ieee.org/document/8525303/>)
- [25] Implementing Delivery Drones in Logistics BusinessProcess: Case of Pharmaceutical Industry; N. Vlahovic, B. Knezevic, 2016 (<https://waset.org/publications/10006715/implementing-delivery-drones-in-logistics-business-process-case-of-pharmaceutical-industry>)
- [26] Targeted Applications of Unmanned Aerial Vehicles (Drones) in Telemedicine; Kunj Bhatt, BA, Ali Pourmand, MD, MPH; 2018 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29489441>)
- [28] Drones in Healthcare: Application in Swiss Hospitals; Mike Krey; 2018 (<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1402&context=hicss-51>)

NYILATKOZAT

Alulírott **Trencsányi Attila**, a Szegedi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karának hallgatója ezennel büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem, és aláírással igazolom, hogy az „**Életmentő drónok; a pilóta nélküli repülő robotok felhasználási lehetőségei az egészségügyben, különös tekintettel a sürgősségi vérszállításra**” című szakdolgozatom, illetve az abban leírtak **saját, önálló munkám**; az abban hivatkozott nyomtatott és elektronikus szakirodalom felhasználása a szerzői jogok nemzetközi szabályainak megfelelően történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat esetén plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem.

Saját munka tételes felsorolása:

Eredmények

A sürgősségi vérszállítás folyamatának összefoglalása

A drónnal történő vérkészítmények és laborminták szállítására vonatkozó kutatások összefoglalása

A jelenleg működő szolgáltatások összefoglalása

Az egészségügy területén használt drónok típusainak összefoglalása

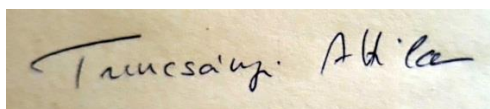
A drónokra vonatkozó hazai jogszabályok összefoglalása

A gépkocsival és drónnal történő sürgősségi vérszállítás összehasonlítása

A technikai kihívások összefoglalása

A drónok további felhasználási lehetőségeinek összefoglalása

Szeged, .2019. év január. hó 18. nap



aláírás