

Repüléstudományi tanulmányok

Repüléstudományi Szemelvények 2020

Szerkesztette

Szilvássy László, Békési Bertold



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Repüléstudományi tanulmányok

Repüléstudományi tanulmányok

Repüléstudományi szemelvények 2020

Szerkesztette

Szilvássy László, Békési Bertold



Budapest, 2021

Szerzők
Bárdos György
Békési Bertold
Domján Károly
Dunai Pál
Györe István
Kavas László
Kiss Béla
Major Gábor
Novoszáth Péter
Óvári Gyula
Rózsa Benjamin
Siska Miklós
Szabó Sándor András
Szaniszló Zsolt
Tótka Zsolt
Vada Gergő
Varga Béla

Szakmai lektorok
Palik Mátyás
Szabó Sándor András
Szilvássy László
Svéd László
Vas Tímea

Kiadja a Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Ludovika Egyetemi Kiadó Iroda
A kiadásért felel: Koltay András rektor

Székhely: 1083 Budapest, Ludovika tér 2.
Kapcsolat: kiadvanyok@uni-nke.hu

Felelős szerkesztő: Karácsony Fanni
Olvasószerkesztő: Bujdosó Hajnalka
Korrektor: Tar Krisztina
Tördelőszerkesztő: Stubnya Tibor

A borítóképet † Kővári László (jetplanes.blog.hu) készítette

ISBN 978-963-531-631-1 (elektronikus PDF) | ISBN 978-963-531-632-8 (ePub)

© A szerkesztő, 2021
© A szerzők, 2021
© A kiadó, 2021

Minden jog védve.

Tartalom

Szabó Sándor András, Tótka Zsolt, Domján Károly, Dunai Pál, Vada Gergely: Az oxigéndeficit repülésbiztonsági jelentősége és lehetséges magyarázata agyi pulzoximetria NIRS eredményei alapján, szimulált repülési stresszhelyzetben	11
Dunai Pál, Györe István, Szabó Sándor András: Teljesítménydiagnosztika alkalmazása a repüléstudományi kutatásokban	43
Óvári Gyula, Kavás László, Szaniszló Zsolt: Véget ért egy fejezet... vagy mégsem? Lesz-e személyzeti mentőejtőernyő a Magyar Honvédség új helikoptertípusainak fedélzetén?	109
Békési Bertold: Műszertan I.	151
Novoszáth Péter: A Covid-19-járvány hatásai a repülési ágazatra	209
Bárdos György, Dunai Pál: Pszichometria és pszichomotoros vizsgálatok alkalmazása a repüléstudományi kutatásban	249
Kiss Béla – Major Gábor: Légből kapott segítség a Covid-19 ellen	281
Varga Béla, Kavás László, Rózsa Benjamin: Repülőgép-hajtóművek hatásfokai, és hatások a szén-dioxid-kibocsátásra	311
Siska Miklós: Milyen közeli és a távolabbi célok felé „repül” a légi forgalom?	345

Vákát

A könyv szerzői

BÁRDOS GYÖRGY prof. dr. az Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar Egészségfejlesztési és Sporttudományi Intézetének oktatója, az Életmód, Egészség, Szabadidő Kutatócsoport vezetője, az MTA doktora. Több száz publikáció szerzője, kutatási területének elismert hazai és nagy tekintélyű nemzetközi szakértője. Szerteágazó oktatótevékenységét az ELTE neveléstudományi, pszichológiai, biológiai és az SZFE doktori iskoláiban végzi. Fő kutatási területei közé tartozik a pszichofiziológia, a sport és rekreáció, a viselkedés és magatartás, a pszichovegetatív kölcsönhatások, a nem specifikus egészségproblémák, az öregedés és halál, az életmód és pszichológia.

BÉKÉSI BERTOLD dr. alezredes, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszékének egyetemi docense, az állami légiközlekedési szak katonai repülőműszaki szakirányának felelőse, tantárgyfejlesztője. Kutatásaival UAV-szakértőként és alternatívüzemanyag-szakértőként vett részt az egyetemen folyó pályázatokban. Szakterületei közé tartozik a katonai repülésben alkalmazott üzemeltetési rendszerek kiszolgálási elveinek vizsgálata, a repülőeszközökön alkalmazott energetikai rendszerek, a repülőgépek villamos hajtóművei, a megújuló energia alkalmazása a fedélzeten és a pilóta nélküli légi járművekkel kapcsolatos kutatások vizsgálata.

DOMJÁN KÁROLY mk. zászlós, közlekedésmérnök, alkalmazott kutató. Fő érdeklődési területe a repülőorvosi környezetben végzett szimuláció, amelynek eredményeként 2013-tól pályázati keretek között részt vett egy hordozható szimulátorkonzol fejlesztésében. 2016-tól csatlakozott az NKE keretein belül folyó, de külsős partnerek számára is nyitott pályázathoz, amelynek keretében az „aviation human” kutatási terület szakértőjeként repülőorvosi VR-műszerszakot fejlesztett. A tesztrendszer mellett kidolgozás alatt áll az új eljárási dokumentáció, és folyamatosan fejlesztik a műszerrendszert is. A kutatási program folytatása a jövőben is várható.

DUNAI PÁL dr. testnevelő tanár, humán kineziológus. AZ NKE Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszékének oktatója, egyetemi docens. A felsőoktatásban 30 éve tanít testnevelést és a repülés humán tényezőjével kapcsolatos elméleti tantárgyakat. Az állami légiközlekedési szak légijármű-vezető szakirányának felelőse. Az NKE HHK Katonai Műszaki Doktori Iskola oktatója és témavezetője. Kutatási területei: pilóták, repülésirányítók és pilóta nélküli légi járművek operátorainak speciális felkészítése, teljesítményelemzése. A repülő-hajózó állomány speciális földi felkészítésének elmélete és gyakorlata a repüléséletteni és magasságéletteni sajátosságok figyelembevételével. Teljesítménydiagnosztikai és pszichofiziológiai vizsgálólaboratórium vezetője.

GYÖRE ISTVÁN dr. az Országos Sportegészségügyi Intézet Kutatóosztálya Spiroergometria Laboratóriumának megbízott osztályvezetője. 1987 óta foglalkozik alkalmazott kutatással a sportéletten és terheléséletten területén, elsősorban a maximális terhelhetőség és az optimális edzésintenzitás élettani vonatkozásait vizsgálva élsportolókon. Sokrétű sportorvosi tapasztalatát az evezős-, majd később a kajak-kenu, a triatlon- és a rövidpályás gyorskorcsolya-válogatott keretorvosaként szerezte. Sportorvosként részt vett egy nyári olimpián (1996, Atlanta) és három téli olimpián (1998, Nagano; 2002, Salt Lake City; 2006, Torino). 2005 és 2008 között a Magyar Súlyemelő Szövetség Orvosi Bizottságának elnöke, 2007-től a Magyar Labdarúgó Szövetség Orvosi Bizottságának titkára. 2008-tól az MSTT Teljesítményéletteni Bizottságának vezetője. 2009-től a Magyar Evezős Szövetség Orvosi Bizottságának tagja.

KAVAS LÁSZLÓ dr. ezredes, okleveles gépészmérnök, egyetemi docens, tanszékvezető. A katonai felsőoktatásban 35 éves szakmai tapasztalattal rendelkezik, kiemelten a légi járművek üzemben tartása területén – 5 katonai és polgári légi jármű-típus üzemeltetésében 14 éves gyakorlattal –, továbbá szakértője a háborús sérüléssel járó gépek javításának, valamint a roncsolásmentes defektoszkópia alkalmazásának. Az NKE HHK Katonai Műszaki Doktori Iskolájában oktatóként és témavezetőként is közreműködik. Kutatási területe a katonai légi járművek műszaki, technológiai és gazdaságossági szempontú vizsgálata, az MH repülőeszközeinek alkalmazható karbantartási, javítási módszerek elméleti lehetőségei és gyakorlati megoldásai. Tudományos kutatási tevékenységében jelentős állomás a GINOP-2.3.2-15-2016-00007 azonosító számú, „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen (VOLARE)” című pályázat keretében az „aviation fuel” kiemelt kutatási területen végzett vezetői munka.

KISS BÉLA százados, az MH 86. Szolnok Helikopter Bázis állományának századparancsnoka. 2012-ben okleveles védelmi igazgatási vezetői mesterdiplomát szerzett a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen, katasztrófavédelmi szakirányon, ugyanebben az évben TDK-dolgozatát (A Magyar Honvédség helikoptereinek alkalmazhatósága katasztrófavédelmi feladatok ellátása során) első helyezéssel és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság különdíjával ismerték el. 2012-től a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájának hallgatója lett, ahol 2015-ben abszolutóriumot szerzett. 2018-ban közgazdász-mesterdiplomát szerzett a Szent István Egyetem Gazdasági és Társadalomtudományi Karán. Fő kutatási területe a légi járművek alkalmazhatósága katasztrófavédelmi feladatok ellátása során.

MAJOR GÁBOR folyamatautomatizálási villamosmérnök, mérnök tanár, egyetemi tanársegéd (NKE HHK RFRT). A tanítást középiskolai repülőműszaki hallgatókkal kezdte, majd a katonai felsőoktatásban folytatta, a légi járművek fedélzeti rádió- és lokátorrendszereinek oktatásával honvédtisztjelölték részére. 2018-ban teljesítette az NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola tanulmányi kötelezettségeit, abszolutóriumot szerzett. Kutatási területei a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek alkalmazási spektruma, kiváltképp a nemzetbiztonsági célú felhasználás lehetőségei, valamint a drónok használatának etikai kérdései.

NOVOSZÁTH PÉTER dr. a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Közpénzügyi Tanszékének egyetemi docense, a Magyar Hadtudományi Társaság és a Magyar Közlekedéstudományi Társaság tagja, az NKE Katonai Műszaki Doktori Iskolájának témakiírója. Eddig több mint százhusz tudományos dolgozata jelent meg Magyarországon és külföldön, független hivatkozásai száma jelenleg meghaladja a 180-at. Fő kutatási területei közé tartoznak a hazai és nemzetközi pénzügyek, a foglalkoztatáspolitikák, az értékteremtés és a tulajdonosi értéknövelés, továbbá a légi közlekedés, a repterek működésének és fejlesztésének vizsgálata ezen aspektusokból.

ÓVÁRI GYULA prof. dr. okleveles repülőmérnök, egyetemi tanár (NKE), egyetemi magántanár (BME). A katonai felsőoktatásban 38, a polgáriiban 27 éve tanít (többek közt repülőgép-szerkezet, repülőgéprendszerek tantárgyakat). Az NKE HHK Katonai Műszaki Doktori Iskola tisztségviselője, oktatója és témavezetője, eddig 11 doktorandusza nyerte el a PhD-fokozatot. Kutatási területei: légierő-innováció; orosz és nyugati gyártmányú katonai repülőgépek együttes üzemeltethetősége; VTOL/STOL (eVTOL), stealth, aerostatikus légi járművek, ekranoplánok, hiperszonikus és űrrepülőgépek alkalmazhatósága; alternatív energiaforrások felhasználási lehetőségei a repülésben.

RÓZSA BENJÁMIN a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar negyedéves hallgatója. Tanulmányait 2016-ban kezdte katonai üzemeltetés alapképzési szakon. Jelenleg a Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék katonai repülőműszaki specializációján tanul. A középiskola után szoftverüzemeltető-alkalmazásgazda, illetve internetes alkalmazásfejlesztői és programozói szakképzéseken vett részt.

SISKA MIKLÓS dr. statisztikus szakközgazdász, egyetemi doktor. Különböző kutatóintézeti, államigazgatási, hazai és külföldi közjogi és magánszervezeteknél töltött be döntés-előkészítő, illetve vezetői pozíciókat. Jelenleg a Közlekedéstudományi Intézet Közlekedésmenedzsment Osztályának tudományos munkatársa. Főbb szakterületei: közlekedéstervezés, -szervezés és -menedzsment, matematikai modellezés, forgalmi előrejelzések, költség-haszon elemzések, logisztika, a közlekedési szokások változása. Hazai és nemzetközi projekteket vezet. Számos cikk és tanulmány (társ)szerzője.

SZABÓ SÁNDOR ANDRÁS dr. habil. o. ezredes, belgyógyász, repülőorvos, a honvéd-, katasztrófa- és foglalkozás- orvostan szakorvosa. Jelenleg a Szegedi Tudományegyetem Repülő- és Űrorvosi Tanszékének vezetője, a Magyar Honvédség repülő-főszakorvosa. Részt vesz a kecskeméti Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézet munkájában, repülőorvos-szakértőként közreműködött az NKE keretein belül folyó, de külsős partnereket is bevonó pályázatban, amelyben vezette és irányította a repülőorvosi vizsgálatok szakcsoportját. 21 éve ad elő magyar és angol nyelven graduális és posztgraduális képzésben. Fő kutatási területei közé tartozik a stressz és a repülés kapcsolatának vizsgálata, a repülőalkalmasság elbírálásának kérdései és a repüléséletteni kihívások vizsgálata.

SZANISZLÓ ZSOLT a Honvédelmi Minisztérium Állami Légügyi Főosztálya állományának repülésfelügyeleti (ejtőernyős) főtisztje. Főiskolai gépészmérnöki, illetve egyetemi közlekedésmérnöki (repülőmérnöki) oklevéllel, valamint a doktori képzést lezáró abszolutóriummal rendelkezik. A 2014/2015-ös tanévtől kezdve a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Karának tantervében szereplő úrdinamika tantárgy keretében – mint meghívott külső előadó – az emberes ürrepülések biztonságtechnikai kérdéseivel foglalkozó témakört mutatja be a hallgatóknak. Rendszeresen publikál, illetve tart szakmai előadásokat, többek között a szolnoki Repüléstudományi Konferencia és a Magyar Repüléstudományi Napok rendezvényein. Fő kutatási területe a légi járművek személyzeti mentő ejtőernyőinek vizsgálata, amelynek kiemelt fontosságot tulajdonít, mivel tizenkét éven át helikoptervezető-lövészként repülő-hajózó beosztásban szolgált.

TÓTKA ZSOLT dr. orvos alezredes, az MH Egészségügyi Központ Repülőorvosi, Alkalmasságvizsgáló és Gyógyító Intézete Magassági Élettani Osztályának osztályvezető főorvosa. 1988 és 1992 között a szolnoki repülőtér repülésbiztosító orvosaként dolgozott, majd a Repülőkórház belgyógyászati osztályának munkájában vett részt, valamint a sürgősségi betegellátó osztályon látott el ügyeleti munkát. Fő kutatási területe a magas légnyomáson bekövetkező hipoxia.

VADA GERGELY címzetes egyetemi docens, a testszenzoros HRV-alapú vizsgálatok hazai úttörője, a Magyar Alvás Szövetség alapító alelnöke, a Magyar alváskönyv társszerzője, az MH Digitális Katona program külső szakértője. A humán teljesítőképesség témájában olyan kutatás-fejlesztések terén dolgozik, amelyek az emberi stressztűrő képességet, a restitúciós sajátosságokat, illetve a fenntartható egészség tudományát vizsgálják. Több ezer egyéni

A könyv szerzői

mérés és számtalan régiós egyetemmel, kutatóközponttal, sportolóval, fegyveres testületekkel és vállalattal végzett munka képezi jelentős tapasztalatának alapját, programjai többek között az ELTE, az NKE, a Szegedi és a Corvinus Egyetemen, illetve a Magyar Honvédség Modernizációs Intézeténél zajlottak.

VARGA BÉLA dr. alezredes, az NKE HHK Repülő Sárkány-hajtómű Tanszékének egyetemi docense. 39 éve oktat repülőműszaki területen, tudását Erasmus-pályázatokkal és külföldi tanfolyamokkal tartja naprakészen. 2013-ban summa cum laude minősítéssel zárta doktori fokozatszerzését. Fő kutatási területe a gázturbinás hajtóművek, illetve az ezek égőterében zajló folyamatok vizsgálata, modellezése. Elméleti tudását a gyakorlatban is kamatoztatja, szabadidejében saját repülőgépével (movit és egymotoros dugattyús) szeli az eget.

Kiss Béla – Major Gábor

Légből kapott segítség a Covid-19 ellen

Absztrakt

Az emberi történelem minden korszakában különböző csapások érik a közösségeket, felüti fejét valami pusztító „erő”, legyen az egy „aktuális” hódító hadvezér álomlátása vagy egy természeti jellegű, akár járvány-egészségügyi vonatkozású katasztrófa. Kizárólag ilyenkor tudatosul az emberiségben, hogy csupán porszemek vagyunk a Tejútrendszer egy kicsinyke bolygóján. Ilyen helyzetekben gondolkodnak, és megoldási protokollok kidolgozásához fognak hozzá az adott kérdés, ágazat szakemberei, tudósai. Minden tudományterületről ötletek, elméleti és gyakorlati megoldási javaslatok érkeznek, legyenek azok egészen egyszerűek vagy akár ép ésszel felfoghatatlanok. A hatásos, hatékony eljárás, eszköz vagy gépezet megoldást fog kínálni a problémára, és átmenetileg csökkenti a félelmet, az emberiség félelmét. Igaz, az ember genetikai kódolásának köszönhetően mindig fél valamitől, legyen az valós vagy önmagát gerjesztő félelem. De hogyan lehet leküzdeni a félelem egyik okozóját egy másik tárgyiasult eszközzel? Az alábbi írásban a szerzők arra keresnek válaszokat, hogy a világon mindent elsöprő vírus megfékezésében, megállításában hogyan tudnak segítséget nyújtani a pilóta nélküli légi járművek. Ezek a rohamosan fejlődő „technikai organizmusok” alkalmasak-e, és amennyiben igen, akkor milyen paraméterekkel kell rendelkezniük a hatékony és biztonságos feladat-végrehajtáshoz?

Bevezetés

*„Mivel sok a bűnöd és súlyos a vétked,
azért bántam így veled.”
(Jer 30,15)*

A járványok (pestis, feketehimlő, kolera, spanyolnátha) végigkísérték az emberiség történelmét, nem egyszer jelentős befolyással bírtak annak alakulására. Nem kell az időben messzire visszautazni, csupán néhány év vagy évtized elegendő arra, hogy emlékezzünk a HIV, a SARS vagy akár a madárinfluenza elleni kampányokra, napjainkban pedig a koronavírus megjelenése irányítja figyelmünket az ÉLET háttérbe szorított, fontos elemeire. Feltehetjük a kérdést önmagunk számára, hogy az ember a tudomány és a technika fejlődésének eredményeként *teljhatalmú ura lesz környezetének*? Sorolhatjuk a társadalmi és technikai fejlődés során megvalósult találmányok, felfedezések és létrejött eszközök végelethetetlen sorát, ám egy-egy apró organizmus megjelenése valódi töprengésre készíteti a modernizációs folyamat során túlzottan magabiztossá és önhitté váló emberiséget.

Amióta világ a világ, és a természet él, fejlődik, azóta minden organizmus életet követel magának, bármilyen pozíciót is töltsön be a táplálkozási láncolatban. Nincs ez másként a vírusokkal sem, amelyek az életük fenntartása érdekében hordozóanyagot,

donort keresnek. A sejtes élőlények közelében mindenütt megtalálhatóak, és a feltételezések szerint azóta léteznek, amióta azok létrejöttek. Minél nagyobb az a populáció, amelyik korábban nem találkozott az adott fertőzéssel, annál nagyobb a pusztítás is. Azonban a mikroorganizmus csak akkor marad fenn, ha nem mindegyik gazdaszervezet – jelen esetben az ember – veszi életét, hiszen az a saját pusztulását is elhossa. Egy idő után, akár mesterséges emberi beavatkozás nélkül is, valamiféle egyensúly jön létre, azaz kevésbé fertőz a kórokozó, kevesebb a halálos áldozat. Ennek legfőbb oka, hogy a szervezet felkészül, kidolgozza a védekezési mechanizmusokat, azaz természetes rezisztenciát alakít ki a mikroorganizmussal szemben, ami olykor hatékony lehet más kórokozó ellen is.¹ A kérdés csupán az, hogy a természetet és önmagát pusztító ember képes-e arra, hogy egészségét, immunrendszerének épségét megőrizve türelemmel és alázattal viseltessen a vírussal szemben, az alapvető higiéniai előírások betartásával, nem pedig túlzásba vitelével.

Képesek az emberek elfogadni a vírusos megbetegedések okozta helyzetet és megtenni mindent annak érdekében, hogy a sportolással, sok mozgással megerősített immunrendszerük ellenálljon a vírusnak, vagy hitetlenkedve tagadják a világjárvány létezését?

Milyen módszereket, tisztító-, fertőtlenítő-, védőanyagokat használunk a fertőzés visszaszorítására, vagy technikai eszközök „bevetésével” nagyobb hatékonysággal fékezhajjuk a pusztítás szekerét?

A publikáció megírása előtt elvégeztünk egy a koronavírus-fertőzéssel, a vírus terjedésének megakadályozása érdekében tett cselekmények és a felhasználható technikai eszközök ismeretével kapcsolatos kutatást, amely alapján az alábbi hipotéziseket állítottuk fel:

1. Az emberek tisztában vannak az egyéni védekezés lehetőségével és formáival.
2. Mindenki teljes mértékben ismeri a közvetlen környezetét, tisztában van a fertőzés tényével az ismerősök között.
3. A lakosság jelentős része ismeri a pilóta nélküli légi jármű, mint a védekezésbe bevethető technikai eszköz lehetőségét.
4. A drónok robbanásszerű elterjedése ellenére még mindig ellenérzés és bizonyos szituációkban félelem mutatkozik az emberekben.
5. Ha már nincs más lehetőség, és az UAV-eket szükséges használni egy adott védekezési feladatban a Covid ellen, akkor a biztonság a legfontosabb szempont.

A vírus maga...

A vírus szubmikroszkopikus biológiai organizmus, amely nem sejtes szerveződésű, és csak parazitaként, az élőlények sejtjeiben képes szaporodni. Minden életformának, növényeknek, állatoknak, gombáknak, egysejtű eukariótáknak és baktériumoknak megvannak a vírusos fertőzéseik. Számos olyan vírus létezik, amelyek fontos szerepet játszanak a vírusreplikációban, és amelyek a vírusok sokféleségében osztoznak, de hiá-

¹ Nem hanta a vírus. *Magyar Idők*, 2018. február 3.

nyoznak a sejtes genomokból (vírusjelző gének), ami azt sugallja, hogy az ősi vírusvilág modellje, a vírusspecifikus gének áramlása az élet fejlődésének precelluláris szakaszától a mai napig megszakítás nélkül töretlen. Ez a koncepció szorosan kapcsolódik a sejtek evolúciójának két kulcsfontosságú sejtéséhez: egy komplex, precelluláris, rekeszes, de nagymértékben keveredő és rekombináns génkészlet létezéséhez, valamint az eukarióta sejt archeobakteriális fúzióból való származásához. A „Vírus Világ” koncepciója és a sejtek evolúciója nagy átmenetének ezek a modelljei kiegészítik az élet történetének kialakulóban lévő koherens képét.²

A vírus kifejezés Dmitrij Ivanovszkij kutatása során jelent meg először 1892-ben, miközben a dohány mozaikos megbetegedését vizsgálta. A felfedezését követően Martinus Beijerinck 1898-ban nevezte el az organizmust, amely elnevezés a latin *virus*, azaz „méreg” szóból származik. Az elnevezésnek praktikus oka is lehetett, ugyanis a felfedezésük előtt egyes vírusos fertőzések baktérium-kórokozóit a kutatók nem találva feltételezték, hogy e betegségeket nem sejtek, hanem csupán mérgező, élettelen, de valamiképp mégis bioaktív (fertőző) anyagok okozzák. Májig mintegy ötezer fajukat írták le különböző tudósok, laboratóriumok, de valószínűsíthető számukat több millióra teszik.³ A vírusok minden ökoszisztémában megtalálhatók, létszámukat tekintve az egyik leggyakoribb organizmusok a Földön. A vírusokat a mikrobiológia egyik ága, a virológia tanulmányozza.

A vírusok a sejteken kívül életjelenségeket nem mutató vírusrészcsekként, csak genetikai információt hordozó *virion* formában léteznek, amelyek a genomból (a vírusok többsége RNS-vírus), egy fehérjeburokból (kapszid) és egyes fajok esetén egy külső lipidburokból (peplon) állnak. Formájuk változatos, lehetnek rúd, fonál, ikozaéder vagy egyéb alakúak. Méretük 20–1500 nm között változik, döntő többségüket fénymikroszkóppal nem, csak elektronmikroszkóppal lehet megfigyelni.

Eredetük bizonytalan. Több elmélet is létezik származásuk magyarázására, van, amelyik szerint leegyszerűsödött parazitabaktériumok vagy a sejtek citoplazmájában található plazmidok voltak őseik; van olyan vélemény is, hogy együtt alakultak ki a sejtes étellel. Az evolúcióban fontos szerepet játszanak, általuk lehetővé válik a fajok közötti génátadás. Élőlény mivoltuk vita tárgya; bár vannak génjeik, és alkalmazkodnak környezetükhöz, önálló anyagcserét nem folytatnak. Változatos módon terjednek; van, amelyiket rovarok viszik át egyik állatról vagy növényről a másikra, vannak, amelyek cseppfertőzéssel (tüsszentéssel, köhögéssel), a levegőbe kerülő aeroszollal, testnedvekkel, esetleg ürülékkel szennyezett tárgyakkal kerülnek új gazdaszervezetükbe. A legtöbb vírus csak egy vagy néhány fajt tud megfertőzni.⁴

A 21. század eddigi legnagyobb járványának definiált betegsége a 2019-es koronavírus-betegség (Covid-19), amely bizonyíthatóan Vuhan városából, a közép-kínai Hupej

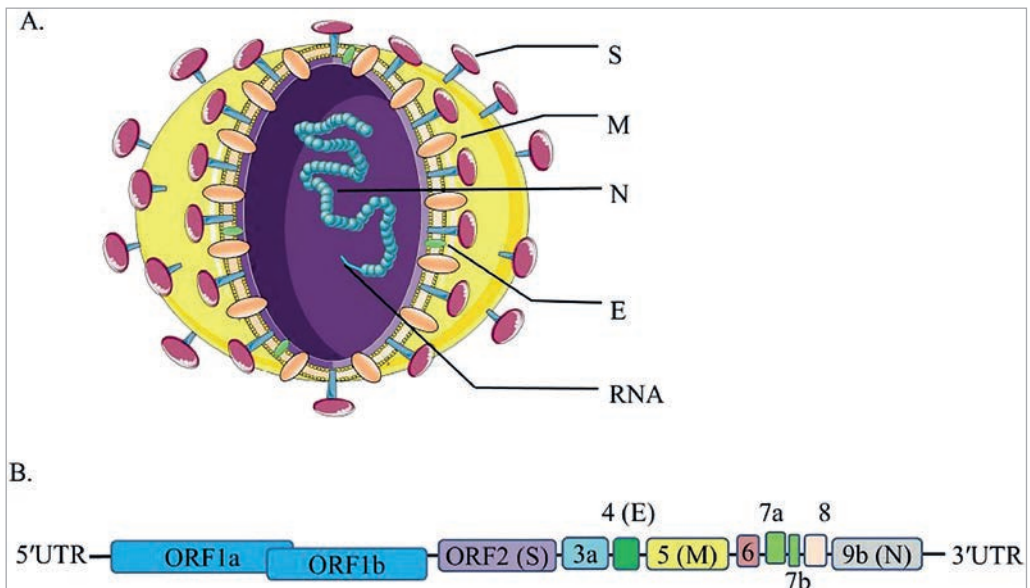
² Eugene V. Koonin – Tatiana G. Senkevich – Valerian V. Dolja: The ancient Virus World and evolution of cells. *Biology Direct*, 1. (2006), 29.

³ Mya Breitbart – Forest Rohwer: Here a virus, there a virus, everywhere the same virus? *Trends in Microbiology*, 13. (2005), 6. 278–284.

⁴ Carlos Canchaya – Ghislain Fournous – Sandra Chibani-Chennoufi – Marie-Lise Dillmann – Harald Brüssow: Phage as agents of lateral gene transfer. *Current Opinion in Microbiology*, (2003), 6. 417–424.

tartományból származik, és a mai napig is gyorsan terjed, a tanulmány megírásának pillanatában 72 országban mutatható ki a jelenléte. A koronavírus által okozott megbetegedés (Covid-19) egy fertőző betegség, amelyet egy újonnan felfedezett koronavírus okoz.

A koronavírusok (CoV) az Orthocoronavirinae alcsaládba tartoznak a Coronaviridae családba tartozó Nidovirales családból. Az Orthocoronavirinae alcsaládon belül négy nemzetség van, nevezetesen Alphacoronavirus (α -CoV), Betacoronavirus (β -CoV), Gammacoronavirus (γ -CoV) és Deltacoronavirus (δ -CoV). A CoV genom egy burkolt, pozitív egyszálú RNS-vírus, amely az ismert RNS-vírusok legnagyobb genomja. Az α - és a β -CoV nemzetségekről ismert, hogy az emlősöket, míg a δ - és a γ -CoV-k a madarakat fertőzi. A közelmúltban a β -CoV-k által okozott vírusos tüdőgyulladás két súlyos akut légzési szindróma (SARS – Severe Acute ReSpiratory) és közel-keleti légúti szindróma (MERS – Middle East Respiratory Syndrome) járványt okozott. 2002-ben a SARS kitörését először Kínában jelentették, majd gyorsan elterjedt világszerte, több száz halálesetet eredményezve 11%-os halálozási rátával. 2012-ben a MERS először Szaúd-Arábiában jelent meg, majd más országokban is elterjedt, a halálozás aránya 37% volt. Mindkét járványban a vírusok valószínűleg denevérekből származtak, majd más köztigazda szervezeten (rezervoár) keresztül fertőzték meg az embereket, például a cibet (*Paguma larvata*) a SARS-CoV esetében és a tevé az MERS-CoV esetében.



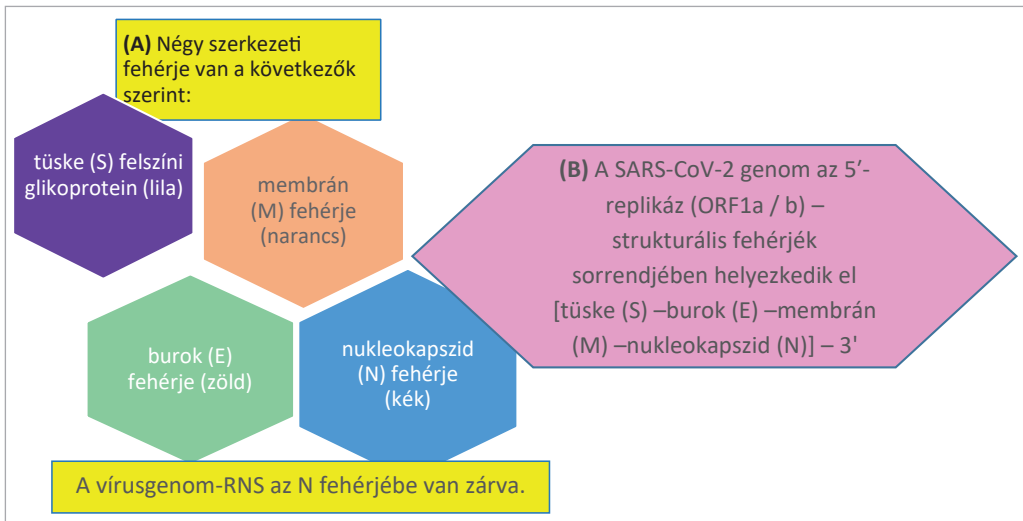
1. ábra: A súlyos akut légzési szindróma koronavírus 2 (SARS-CoV-2) szerkezete és genomja

Forrás: Li et alii: Coronavirus disease 2019 (COVID-19): current status and future perspectives. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55. (2020), 5.

2019 decemberétől számos ismeretlen etiológiájú tüdőgyulladásos beteg jelent meg Vuhan városában, Hupej tartományban, Közép-Kínában. A genomszekvenálás bebizonyította, hogy ezt a 2019-es koronavírus-betegségnak (Covid-19) nevezett tüdőgyulladást egy új

CoV okozza, nevezetesen a súlyos akut légzési szindróma koronavírus 2 (SARS-CoV-2). A SARS-CoV-hoz és a MERS-CoV-hez hasonlóan ez az újonnan megjelenő SARS-CoV-2 vírus a β -CoV-k B-vonalához tartozik.

Figyelembe véve a globális veszélyt, az Egészségügyi Világszervezet (WHO) közegészségügyi vész helyzetnek és 2020. március 11-én világvilágjárványnak nyilvánította a Covid-19-et. A hatékony vakcinák és gyógyszerek feltárása szempontjából elengedhetetlen a SARS-CoV-2 jobb megértése, ezért első lépésként a következő 1. ábrán röviden bemutatjuk a SARS-CoV-2 szerkezeti felépítését, valamint a 2. ábrán látható az 1. ábra jelöléseinek magyarázata.⁵



2. ábra: A SARS-CoV-2 szerkezeti ábrájának szövegmagyarázata

Forrás: a szerzők szerkesztése

A Covid-19-ben megbetegedő emberek nagy többségénél enyhe vagy közepesen súlyos tünetek jelentkeznek, és a gyógyulás speciális ellátás nélkül bekövetkezik. A Covid-19-betegséget okozó vírus elsősorban cseppfertőzés útján terjed, például a fertőzött személyek általi köhögéssel, tüsszentéssel, illetve az általuk kilélegzett levegővel. Az eddigi ismeretek azt mutatták, hogy a cseppecskék túl nehezek ahhoz, hogy huzamosabb ideig a levegőben maradjanak, így hamar a földre és tárgyak felületére hullanak, amit a folyó kutatások annyiban módosítottak, hogy megerősítették a tartós aeroszol formában történő perzisztálást is. Fogékony alany megfertőződhet úgy, hogy belélegzi a vírust, amikor

⁵ Szerzői magyarázat: a cikk szempontjából a teljes morfológia és patogenitás bemutatása nem releváns, csak annyiban, hogy a tüskefehérje mint kapcsolódási pont a légúti hámsejt membránján lévő ACE (angiotenzin konvertáz enzim) struktúrájához és a gyors replikációval járó mutációk lassíthatják a specifikus immunválaszt kiváltó vakcinák kifejlesztését, ami jelenleg is folyamatban van.

egy Covid-19-cel fertőzött személy közelében tartózkodik, vagy úgy is, hogy vírussal szennyezett tárgy felületéhez ér hozzá, majd a szeméhez, az orrához vagy a szájához nyúl.

Jelenleg az újonnan azonosított SARS-CoV-2 által okozott fertőzések száma világszerte meghaladja az 50 milliót, a halálesetek száma jóval meghaladja az egymilliót a november eleji adatok szerint. A fogékonyság, a vírus fertőzőképessége komoly veszélyt jelent a közegészségre. A Covid-19-hez azonban nem állnak rendelkezésre klinikailag jóváhagyott vakcinák vagy specifikus terápiás gyógyszerek. Sürgősen szükség van a SARS-CoV-2 intenzív kutatására, a fertőzési mechanizmusok és epidemiológiai jellemzők meghatározására, valamint a lehetséges gyógyszerek kutatására, amelyek hozzájárulhatnak a hatékony megelőzési és kezelési stratégiák kidolgozásához.⁶

...És a védekezés ellene

*„A hetedik napon pedig nézze meg őt a pap, s ha szerinte a fakadék egy állapotban van, [...] a pap másodszor is rekeszse őt külön hét napig.”
(3Móz 13,5)*

A járványok kialakulása és az azok elleni védekezés egy idősebb az emberiséggel. Eleinte egy-egy járvány kialakulását és elterjedését az istenek haragjának és bosszújának tekintették, azonban a tudomány és technika fejlődésével egyértelművé vált, hogy a néha emberek millióinak halálát okozó betegségeket baktériumok és vírusok okozzák. Történelmi távlatokba helyezve érdemes megemlíteni például a 6. században pusztító Justitianus-pestist, amelyben egyes becslések szerint akár 50 millió ember is meghalhatott, majd az 1347–1351-es európai pestisjárvány pedig a kontinens lakosságának harmadát-negyedét pusztította el. Figyelembe véve a föld akkori lakosságának számát, amely megközelítőleg félmilliárd ember volt, elmondható, hogy a népesség közel egytizedét pusztította el a vírus.

A járványok elleni védekezés számos formában történhet. Az egyik legkorábbi írásos utalás karanténjellegű intézkedésre az Ószövetségben maradt fent. Lepra gyanúja esetén többszöri, időben elnyújtott vizsgálatnak kellett alávetni az érintett személyt, és a vizsgálatok között az illetőt vesztegzár alatt tartották. Ezen eljárást az ókori Közel-Keleten, majd később a Római Birodalomban is alkalmazták.⁷ A fertőző betegségek megfékezésében nagy szerepe volt a karantén intézményének, amely az 1347 utáni itáliai pestisjárvány elleni védekezésben is jelentős szerepet töltött be. A közismertebb járványok közé sorolható a spanyolnátha, amely 1918 és 1919 között közel 27–50 millió áldozatot szedett (többen haltak meg, mint az I. világháború következtében). A járványokat gyakran alkalmazták eszközként egy-egy háború megvívásához, várak, erődök elfoglalásához, hiszen egy betegség sújtotta haderőt vagy véderőt könnyebben és kisebb áldozatok

⁶ Li et alii: Coronavirus disease 2019 (COVID-19): current status and future perspectives. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55. (2020), 5.

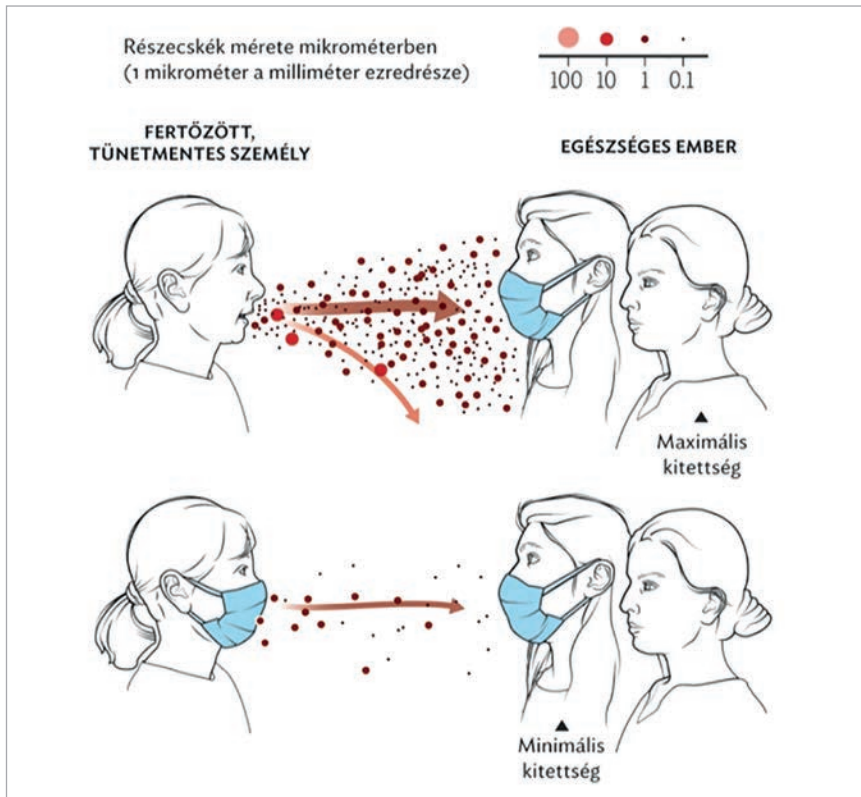
⁷ Karanténok és pestisjárványok a középkorban (4. rész).

arán lehetett legyőzni. A vírusok terjedésének gyakran kedveztek az aktuális hatalmi és pénzügyi érdekek is. Az 1892-es hamburgi kolerajárvány idején a helyi kereskedők befolyása alatt álló városban jelentős késlekedést követően vezettek be karantént. A város akkoriban a világ egyik legjelentősebb kereskedelmi kikötőjének számított, ahová és ahonnan naponta tucatszámra indultak útnak kereskedelmi járatú hajók. Egy esetleges karantén azonnali bevezetése jelentős anyagi károkat okozott volna a helyi üzletembereknek, ezért a városi szenátust meggyőzve, a valódi problémát titkolva csak egy hét késlekedéssel vonták zárlat alá a várost. Ezen időszak azonban pont elegendő volt ahhoz, hogy a járvány kikerüljön és világméretűvé terjedjen. Időben közelebbi példaként említhető a 2003-as SARS-járvány, amelyet Kína hat hónapig, és a Covid-19-járvány, amelyet egy hónapig próbált eltitkolni a világ elől. „2019 decemberében közölték az első, súlyos légzési elégtelenséggel járó esetet a kínai Vuhan városában, melynek okaként egy új koronavírusfajt igazoltak. Az ezt követő járvány gyorsan átlépte Kína határait, és mára minden országba eljutott: az egész világra kiterjedő pandémiává vált. 2020. február 12-én a vírust *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)* névvel illették, amely képes cseppfertőzéssel hatékonyan terjedni, míg az általa kiváltott betegséget COVID-19-ként nevezték el.”⁸

A világjárvány napjaink súlyos társadalmi és gazdasági problémáját jelenti. A járvány megjelenése és elterjedése komoly egészségügyi és gazdasági válságot okozott szerte a világban. A világjárvány kezdetekor a gazdaságilag fejlett országok sem rendelkeztek megfelelő egészségügyi kapacitással a megbetegedések kezelésére, éppen ezért a megfelelő felkészüléshez szükséges időnyerés szükségintézkedések bevezetését követelte meg. Ezen intézkedések azonban olyan mértékben vetették vissza az egyes országok gazdasági fejlődését, amely hatások azonnali recessziót, hosszú távon pedig a várt gazdasági növekedés elmaradását eredményezhetik.

A cseppfertőzés azt jelenti, hogy egyetlen tüszentés akár 40 000 részecskét robbanthat egyidejűleg 160 km/h-s sebességgel a levegőbe, amelyek szétszóródva néhány másodperc alatt a kibocsátás 2 m-es sugarú körében leülepednek. A kisebb részecskék azonban képesek néhány percig, sőt légáramlatok segítségével akár néhány óráig is lebegni (aeroszolt képezve), ezáltal három órán át is fertőzőképesek maradhatnak. A leülepedett vírust tartalmazó részecskék a felület anyagától függően akár két-három napig is fertőzőképesek. A vírus elleni védekezés eszköztárába beletartozik a megfelelő távolságtartás, a különböző védőeszközök használata, az alapos higiéniai szabályok betartása, a szociális érintkezések minimálisra történő redukálása, a megfelelő védőoltás alkalmazása és a hőmérsékletmérés (például a kézi mérés, valamint a hőkapuk, hőkamerák használata). Szakemberek 1,5–2 m-es szociális távolság tartását javasolják, amely nagymértékben csökkentheti az átfertőződés kockázatát, ugyanakkor egyes tanulmányok kimutatják, hogy egy tüszentés alkalmával akár 8 m-es távolságra is eljuthatnak a járványt tartalmazó aeroszolrészecskék.

⁸ Resál Tamás et alii: A gyulladásoz bélbetegségek kezelése a SARS-COV-2-járvány idején – gyakorlati javaslatok. *Orvosi Hetilap*, 161. (2020), 25. 1022–1027.



3. ábra: Az MTA tanácsai a maszkviselés hatékonyságát illetően

Forrás: Makara Gábor: *Új koronavírus – új tudományos eredmények – módosuló ajánlások*. 2020.

A védekezés már említett módszere, a védőfelszerelések használata, amelyek közül a legáltalánosabb és legelterjedtebb a szájmaszk és a gumikesztyű. Kezdetben az orvosok és szakmai szervezetek között sem volt teljes egyetértés a maszk használatával kapcsolatban. A WHO,⁹ a Magyar Vöröskereszt és az országos tisztifőorvos kezdeti álláspontja szerint a maszk használata nem a legmegfelelőbb védekezési eljárás az egészséges emberek tekintetében, alkalmazása kiegészítő védekezési eszköznek tekinthető. Ezzel szemben a CDC¹⁰ álláspontja szerint a maszk használata kifejezetten tanácsos egészséges emberek esetében is, főként olyan helyeken, ahol a megfelelő szociális távolság nem tartható. A 3. ábrán az MTA¹¹ tanácsai láthatók a maszkviselés hasznosságát illetően. A maszk viselésére számos érvt és ellenérvt sorakoztatnak fel a szakemberek, ugyanis ma már (a második hullám idején) egyértelmű, hogy hasznos, alapvető eszköz, akár 80–90%-kal csökkenteni még zárt térben is a fertőződés lehetőségét.

⁹ World Health Organization – Egészségügyi Világszervezet (Genf, Svájc).

¹⁰ Centers for Disease Control and Prevention – Betegségmegelőzési és Megelőzési Központok (Amerikai Egyesült Államok szövetségi hivatala, Atlanta, Georgia).

¹¹ Magyar Tudományos Akadémia.

A maszk használatával szembeni ellenérvek:

- az egyszerűbb textil szájmaszkok nem védenek a szervezetből apró cseppekben távozó vírusokkal szemben, illetve nem zárnak légmentesen, és nem illeszkednek tökéletesen az arcra;
- a maszk viselése hamis biztonságérzetet nyújt a használójának, aki ezáltal önkéntelenül is óvatlanabb lesz, és kevésbé fogja betartani a további biztonsági intézkedéseket;
- a maszk viselése ingereket vált ki az arc érintésére, amely során a szem, illetve száj érintése további kockázati tényezőt jelentenek a megfertőzésre;
- az emberek többsége nem megfelelő módon alkalmazza a maszkot. Fontos annak szakszerű felhelyezése és levétele, a maszk érintése előtti szakszerű kézmosás és a használati idejének betartása;
- a vírus elterjedésének kezdeti időszakában nem állt rendelkezésre megfelelő számú védőeszköz. Ennek következtében a vírus elleni védekezésben dolgozó szakemberek és egészségügyi dolgozók számára nem jutott elégséges számú, főleg FFP3-as 99%-os szűrőhatékonyságú, kilégzőszeleppel ellátott maszk.

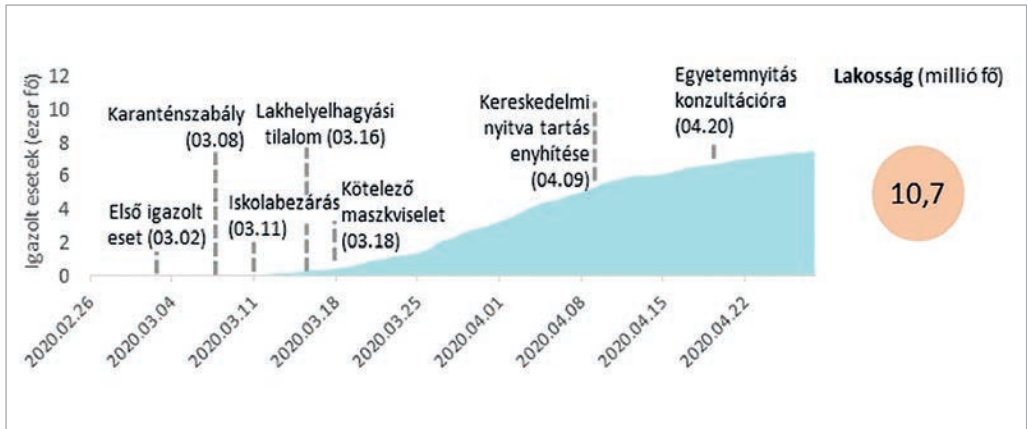
A maszk használata mellett szóló érvek:

- a tünetmentes hordozók esetében a maszk viselése csökkenti a fertőzés továbbadásának lehetőségét;
- a védekezésben betöltött nem 100%-os hatékonysága ellenére is lehet jelentősége a járvány terjedésének megakadályozásában.

A járvány elleni védekezésben mind a maszk, mind a gumikesztyű helyes alkalmazása nagyon fontos a megfertőződés elkerülése érdekében. A maszkok felhelyezése és levétele előtt elengedhetetlen az alapos, minimum 30 másodpercig tartó, a kézfej teljes felületét érintő kézmosás. Ügyelni kell a maszk helyes felhelyezésére, amelynek illeszkedni kell az arcra, és el kell fednie a száját és az orrot is egyaránt. Fontos továbbá ezen védőfelszerelések levételi sorrendjének betartása. Először mindig a kesztyűt kell levenni, majd alapos kézmosás után a szájmaszkot. A gumikesztyű és a szájmaszk helyes használatáról számos egészségügyi szervezet oldalán található oktatóvideó.

A Covid-19-járványra adott első reakciók szinte mindenütt a világban hasonlóak voltak. Az országok igyekeztek rendeletek útján a társadalmi érintkezéseket minimalizálni többek között az országhatárok lezárásával, az üzletek és szolgáltatóegységek nyitvatartásának csökkentésével, a közoktatási intézmények bezárásával, az emberek mozgásának korlátozásával és a digitális oktatásra való áttéréssel. A 4. ábrán a járványügyi és szociális intézkedések kronológiája látható Csehországban.

Az átmeneti intézkedéseket hozó kormányok célja, hogy laposítsák a járványgörbét, és felkészítsék az egészségügyi rendszert, amely eredmények következtében sem a gazdaságban, sem pedig a társadalomban nem keletkeznek maradandó károk. Hazánkban a járvány elleni védekezés koordinálására a kormány 2020. január 31-én operatív törzset hozott létre, és március 28-ától korlátozó intézkedéseket vezettek be.



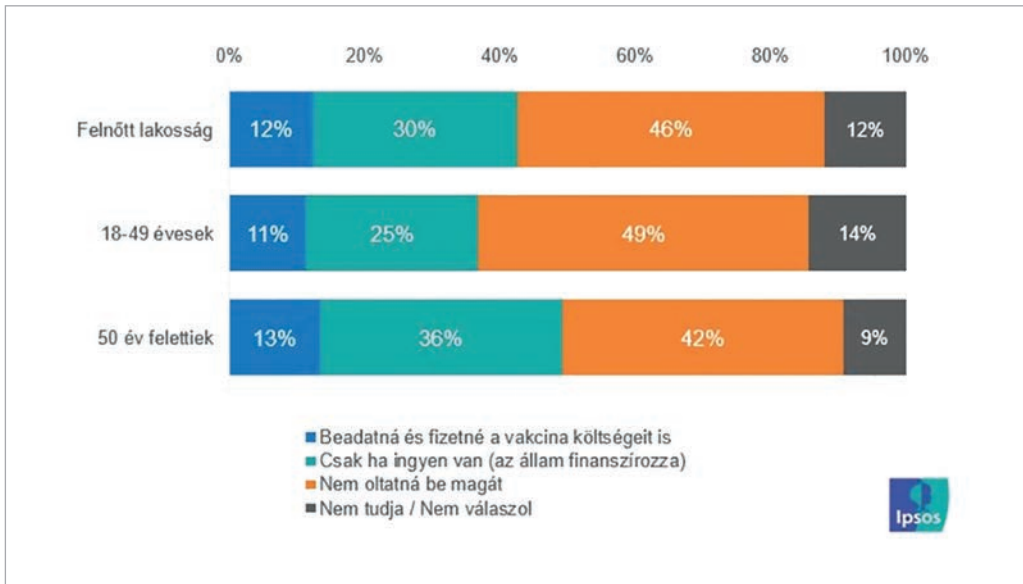
4. ábra: Járványügyi és szociális intézkedések kronológiája – Csehország

Forrás: Járványügyi és szociális intézkedések. *Infojegyzet*, 2020/34.

Mint minden betegség és járvány elleni védekezésben, kézenfekvő megoldás lenne a védőoltás alkalmazása, azonban a Covid-19 esetében ez még nem áll rendelkezésre. Jelenleg 42 vakcina klinikai próbái zajlanak. 2020. október 15-én a *The Lancet Infectious Diseases*¹² című kiadványban megjelent kutatási eredmény alapján egy kínai vakcina-jelölt biztonságos, és képes ellenanyagot kiválasztani. Ez az állapot örömdetes módon napról napra javul, jelenleg hat oltóanyag túl van a Phase 3 klinikai vizsgálati fázison, a Pfizer-BioNTech és az AstraZeneca – Oxfordi Egyetem oltási kampánya hamarosan megkezdődhet, a Szutnyik V orosz és a Sinovac kínai vakcinákkal pedig már megkezdődött az oltási kampány. Hazánkban az Ipsos¹³ szeptemberi felmérése alapján, ha lenne is védőoltás a vírus ellen, a vírusszeptikus és oltásellenes nézetek, valamint a vakcina esetleges költségei hátráltatnák az ellenszer széles körű használatát. Természetesen jelenleg nem ismeretes a törvényalkotó elképzelése a koronavírus elleni védőoltás kötelezővé tételét illetően, de a megengedő magatartása esetén további dilemma az is, hogy a védőoltás beadatását mennyien és milyen széles körben vállalnák. Az 5. ábrán látható eredmények alapján elmondható, hogy a hazai felnőtt lakosság 12%-a adatná be magának és fizetné a védőoltást, míg 30% csak ha ingyen van, további 46% nem oltatná be magát, és 12% nem tudja, vagy nem válaszolt a feltett kérdésre.

¹² Isakova-Sivak, Irina – Larisa Rudenko: A promising inactivated whole-virion SARS-CoV-2 vaccine. *The Lancet. Infectious Diseases*, 20. (2020).

¹³ Ipsos Média-, Reklám-, Piac- és Véleménykutató Zrt. (a magyar gazdasági és társadalomkutató iparág szereplője, teljes körű piac-, online-, reklám-, egészség-, vélemény- és médiakutató szolgáltatást kínál).



5. ábra: Felmérés a hazai lakosság véleményéről a Covid-19 elleni védőoltásról

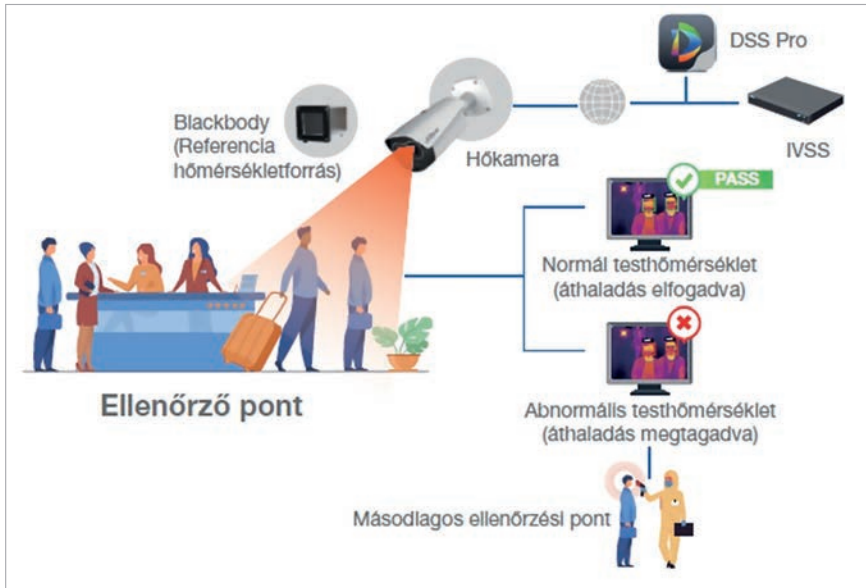
Forrás: Kiderült, mikor kéri majd a magyarok a védőoltást. *Portfolio*, 2020.

Mivel a betegség tünetei közé tartozik a lázas állapot (határérték $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$), a védelmi intézkedések keretén belül alkalmazható, általános szűrő jelleggel, tömeges szűrés részeként a testhőmérséklet-mérés. A járvány kialakulását követően a kínai térségből érkezőket úgynevezett testhőmérséklet-mérő kapukkal ellenőrizték több nagyváros repülőterein. A legmodernebb technológiát alkalmazó non contact testhőmérséklet-mérő eszközök nem igényelnek fizikai kontaktust a mérés elvégzéséhez. Az adott testrész elé tartva viszonylag nagy távolságról (4 cm – 2,5 m) is képesek az aktuális testhőmérséklet meghatározására a test által kibocsátott infrasugarak mérése alapján. Ennek köszönhetően a művelet során kiszűrhetők a külső zavaró tényezők, és pontosabb mérési eredményt kapunk. A rendszer nagy előnye, hogy nem igényel testi kontaktust, és másodpercen belül elvégezhető a szűrés, hibatarományja pedig $0,2\text{--}0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Azoknál a betegeknél viszont, akik tünetmentesen (lázmentesen) hordozzák a vírust, a testhőmérséklet-méréssel nem lehet eredményes szűrést végezni. Magyarországon a védelmi intézkedések keretében 2020. október 1-jétől csak testhőmérséklet-mérést követően, lázmentes állapotban ($37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti testhővel) lehet belépni a köznevelési intézményekbe, iskolákba, óvodákba.

Ezen intézmények finansziális lehetőségeiket figyelembe véve egyre nagyobb számban térnek át a hagyományos kézi testhőmérséklet-mérésről a lényegesen fejlettebb (de anyagilag annál megterhelőbb) automatikus mérést biztosító, előre telepített hőkamerás mérési eljárásra.

A világban számos kutatás-fejlesztés folyik a mesterséges intelligenciával ellátott hőkamerás testhőmérséklet-mérő rendszerekkel kapcsolatban. Napjaink egyik fő kihívása a koronavírus miatt megbetegedett emberek időben történő kiszűrése és elkülönítése.

A betegség egyik tünete a megemelkedett testhőmérséklet, amely lehetőséget nyújt egy beépített, mesterséges intelligencia által vezérelt, algoritmusokkal működő ellenőrző rendszeren keresztül, hogy a fertőzött gyanús egyedeket érintés (*non contact*) nélkül kiszűrjük. „Az infrasugárzáson alapuló hőmérsékletmérés, illetve hőkamerás mérési módszer a testek hőszugárzó képességétől függ.”¹⁴



6. ábra: Dahua mesterséges intelligenciával ellátott hőkamerás testhőmérséklet-mérő rendszer

Forrás: <https://dahuatechnology.hu/dahua-testhomerseklet-mero/>

A 6. ábrán látható a Dahua Technology mesterséges intelligenciával ellátott hőkamerás testhőmérséklet-mérő rendszere képes nagy tömegben is $\pm 0,3$ °C pontosságú hőmérsékletmérést, akár 3 m-es távolságból, érintkezés nélkül kivitelezni. Az eszköz pontosságát egy referencia-hőmérsékletforrás, úgynevezett *blackbody* biztosítja alapértelmezettként beállított hőmérséklet-felületeken keresztül (referenciapontok: homlok, szem). A hőkamera a *blackbody* által nyújtott referenciapontokhoz viszonyít a zavaró tényezők kiiktatásával, ezáltal a rendszer képes kiemelkedően pontos, érintés nélküli testhőmérséklet-mérésre. A rendszer működési elve, hogy a *blackbody* által kibocsátott infravörös sugárzást mint alapértelmezett viszonyítási alapként szolgáló hőmérsékletet a hőkamera összehasonlítja az emberi test testhőmérsékletre vonatkozó adataival. Fontos, hogy a mérés közben a *blackbodyt* folyamatosan a hőkamera látószögében kell tartani. Ezáltal érhető el a kívánt $\pm 0,3$ °C-os mérési pontosság. Az eszköz kiválóan alkalmas repülőtereken, tömegközlekedési eszközökön, középületekben és oktatási intézményekben történő szűrésre. Riasztás esetén a kezelőszemélyzetet fény- és hangjelzés figyelmeztet.

¹⁴ Haraszti Ferenc: Hőkamera alkalmazása kontaktkorrózió vizsgálatára. *Műszaki Tudományos Közlemények*, 11. (2019), 78.

teti az előre beállított referencia-hőmérsékleten felül detektált eredményre. A rendszer képes továbbá riasztás esetén logikai eseménykapcsolatok megvalósítására, statisztikai jelentés elkészítésére, adatok kimentésére, maszkdetektálásra és arcfelismerésre. Alkalmazásával elkerülhető az érintkezésalapú mérés, ezáltal nincs további fertőződési kockázat és védőeszköz- (maszk, kesztyű stb.) felhasználás, valamint minimálisra csökkenthető a mérés időtartama.



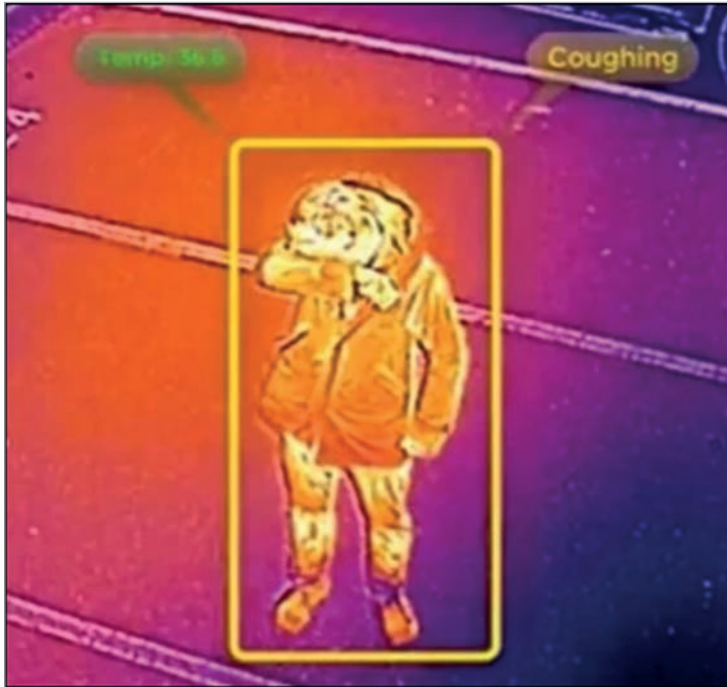
7. ábra: InfiRay AT3003F használatra kész testhőmérséklet-mérő hőkamera-állomás

Forrás: www.leitz-hungaria.hu/infi-ray-at3003f-hasznalatra-kesz-testhomerseklet-mero-hokamera-allomas-zett

A 7. ábrán látható az InfiRay gyártó AT3003F testhőmérséklet-mérő hőkamera-állomása, amely egy kis helyigényű érintésmentes rendszer, és akár 1–5 m távolságból is képes detektálni. Előnyei közé sorolható, hogy viszonylag szűk térben lévő tömegek esetében 0,5 sec reakcióidő alatt képes automatikusan jelezni a referenciaérték feletti hőmérsékleteket. Üzemeltetési hőmérséklete 0 és +60 °C között van, +33 és 42 °C között *blackbody* nélkül $\pm 0,5$ °C pontosságra, *blackbody*val pedig $\pm 0,3$ °C pontosságra képes. A mérés során célszerű egy, a belépést követő lassítókorlatot felállítani abban az esetben, ha a külső hőmérséklet szignifikánsan eltér a belső tér hőmérsékletétől. A pontos mérési adatok érdekében a *blackbody*t közvetlenül a megszűrni kívánt emberek fölé érdemes helyezni és a programot konfigurálni kell az aktuális környezeti viszonyokhoz.

A mesterséges intelligencia alapú hőmérsékletmérések zárt térben már kiválóan alkalmazhatók lázas megbetegedések detektálására. A technológia továbbfejlesztésével és a hőkamerák pilóta nélküli repülőgépeken történő elhelyezésével lehetőség nyílna kültéri rendezvényeken részt vevő tömegek testhőmérsékletének mérésére a levegőből,

ezáltal kiszűrve és megelőzve a csoportos megbetegedéseket. „A drónra¹⁵ úgy is tekinthetünk, mint egy mozgó térfigyelő kamerára, amely mobilitásából kiindulva hatékonyabban képes működni, mint egy álló kamera. Ha a drónt okos kamerával szereljük fel, számos lehetőség nyílnhat meg, amelyek az információáramlást felgyorsíthatják, ezáltal az intézkedési képességet javíthatják.”¹⁶ Az Egyesült Államokban jelenleg már tesztelés alatt állnak olyan drónok, amelyek képesek kiszűrni a koronavírusos betegeket.



8. ábra: A drón a kamerájával a lázas állapotot és a köhögést is azonosítani tudja

Forrás: Már tesztelik a drónt, ami az utcán is képes kiszűrni a koronavírus-betegeket. *PCFórum.hu*.

Amennyiben ezt a feladatrendszert megvizsgáljuk, láthatjuk, hogy az adott felhasználási környezetben sem egyszerű az érintett terület eljárásrendjébe, szabályozási metódusába hatékonyan beilleszteni ezt a repülőeszközt, valamint annak szabályozását. Mivel ezen új technológia számos lehetőséget nyit meg az átlagos hétköznapi felhasználáson túl katonai, ipari, mezőgazdasági és kereskedelmi területen, elsősorban a repülőszerkezetekre szerelt eszközök (mozgóképfelvevő kamera, fényképezőgép, hőszensor, infrakamera, GPS-jeladó, mozgásérzékelő, arcfelismerő, biometrikus szkennerek stb.) diverzifikált

¹⁵ Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Aerial System/Unmanned Aircraft. ICAO Circular 328. 1–38.

¹⁶ Nyitrai Endre: A drónok alkalmazásának lehetőségei a rendőrségi feladatok ellátása során. *Rendőrségi Tanulmányok*, (2020), 1. 103.

és kombinálható felhasználási módjai által, ezért a szabályozásuk kiterjesztése szükségszerű lehet a magánszféra- és adatvédelmi kérdések területére is.¹⁷

A 8. ábrán látható módon a drónra illesztett szenzor a detektálás során érzékeli a testhőmérsékletet, továbbá egy elemzőszoftver segítségével vizsgálni képes az egyén mozgását (tüsszögés, orrtörés, fertőzés egyéb más jelei), légzésének szaporaságát és a biztonságos szociális távolság betartását is.

Gondolatok a drónok valós használatáról

A technológiai fejlődés révén mára számos olyan eszköz áll az emberiség alkalmazásában, amelyek nagy segítséget jelentenek az élet különböző területein. A személyzet által vezetett légi járművek mellett már nagy számban megjelentek az olyan repülőeszközök is, amelyek az ember fedélzeti jelenléte nélkül, autonóm módon képesek repülni.¹⁸ Az autonóm működésükhöz szükséges információkat a környezetükből gyűjtik, szenzorok segítségével érzékelik pozíciójukat, és egy döntési folyamat eredményeként működésüket, helyzetüket, mozgásukat a háromdimenziós térben korrigálják.¹⁹ Ezen eszközök közé sorolhatók a pilóta nélküli légi járművek is, amelyeket a katonai felhasználáson túl napjainkban többek között állami (rendvédelmi, katasztrófavédelmi) és kereskedelmi (légi szállítási, mezőgazdasági, hobbi-) célokra is egyaránt alkalmaznak. A drónok (méretüktől és felszereltségüktől függően) legelterjedtebb alkalmazási formái az alábbiak:

- katonai feladatok végrehajtása közben felderítési és harci alkalmazások, amelyek során megkülönböztetünk támadó és védekező drónokat,
- rendvédelmi feladatok során megfigyelés, eltűnt személyek keresése-kutatása, őrzés-védelmi és határvédelmi feladatok ellátása (az Egyesült Államok a mexikói határvédelmi feladatok során drónokat alkalmaz az illegális határ menti mozgások felderítésére),
- árvízvédelem során jelentős segítséget nyújtanak légi felderítés útján, míg erdőtűzek esetében a kárelhárításban és a kárhelyszín felmérésében támogatják a szakemberek munkáját. Kiválóan alkalmasak továbbá légi sugárfelderítési és légi kutató-mentő feladatok ellátására,
- a külvilágtól elzárt települések számára légi segély célba juttatása (élelmiszer- és gyógyeszközellátmányok),

¹⁷ Major Gábor: Ésszerű szabályozás vagy tiltás, avagy mit lehet kezdeni a drónokkal? *Repüléstudományi Közlemények*, 27. (2015), 1. 168–169.

¹⁸ Békési Bertold: 2. Pilóta nélküli légi járművek jellemzése, osztályozásuk. In Palik Mátyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. 65–109.

¹⁹ Szegedi Péter – Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok. In *XIV. Természet-, műszaki és gazdaságtudományok alkalmazása nemzetközi konferencia*. Szombathely, 2015. május 16., Nyugat-magyarországi Egyetem, 2015. 175–182.



9. ábra: A mezőgazdaságot is gyökeresen átalakítják a drónok

Forrás: Nagy Mariann: A mezőgazdaságot is gyökeresen átalakítják a drónok. *Piac & Profit*, 2018. július 18.

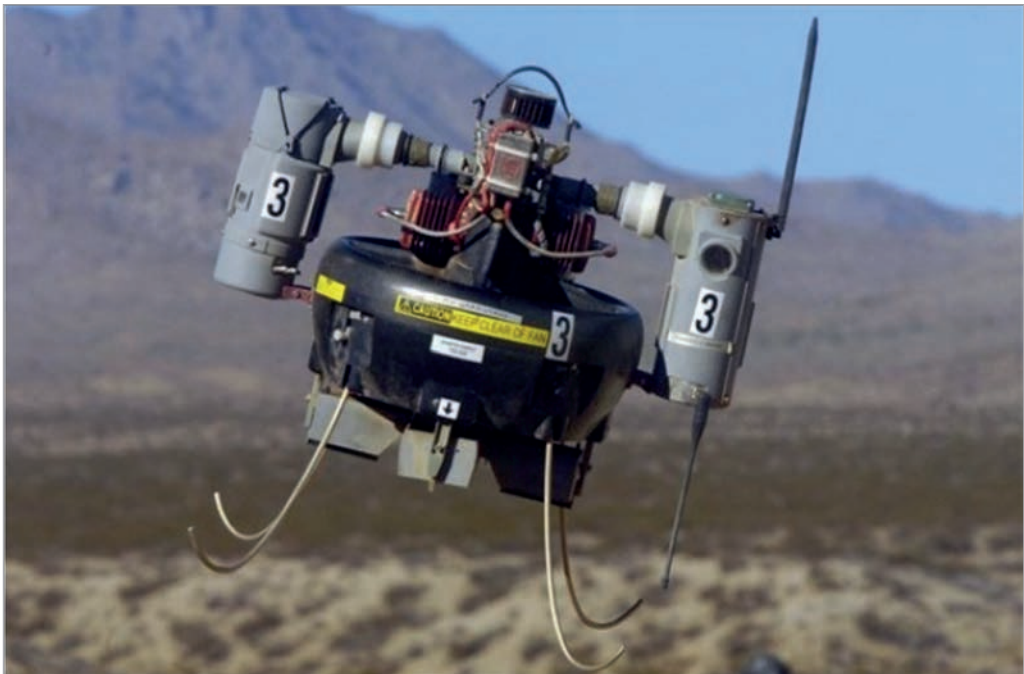
- mezőgazdaságban a nagy kiterjedésű földterületek felmérése, speciális szenzorok segítségével információgyűjtés a növények fejlődéséről, a talajvíz tartalmáról és a 9. ábrán láthatóan a termények permetezése. Kínában a drónokat fertőtlenítőszeres permetezésére is bevetették a Covid-19-járvány terjedésének megakadályozása érdekében;
- kőolaj-, gáz- és elektromos vezetékek ellenőrzése, vizsgálata és felügyelete;
- kereskedelmi tevékenységek során kisebb csomagok szállítása, filmkészítés, fotózás és egyre elterjedtebb a hobbicélokra történő alkalmazása.
- A drónok alkalmazhatósági területét nagymértékben befolyásolja az eszköz mérete, repülési tulajdonságai és felszereltsége. A méretei alapján megkülönböztetünk nagyon kicsi, azaz UAV Micro vagy Nano drónokat, amelyeket elsősorban katonai, rendvédelmi és nemzetbiztonsági feladatok ellátására, kémkedésre és információgyűjtésre alkalmaznak. A szintén nagyon kicsi kategóriába tartozó Mini UAV-kategóriát koncertfelvételek, filmfelvételek készítésére, alapszintű terepi felmérésre és rendfenntartásra használják. A következő méretbeli kategória a kis UAV-k csoportja, amelyeknél az egyik tengely mérete minimum 50 cm, de nem haladja meg a 2 m-t. Ezen drónok legtöbb esetben állványról vagy kézből indíthatók, és képesek komolyabb távérzékelési eszközök hordozására. A közepes UAV-k kategóriájába tartoznak az 5–10 m szárnyfesztsávolságú (merev szárny esetén) és 100–200 kg tömegű eszközök. Alkalmazási területük igen széles spektrumú, egyaránt képesek katonai és polgári feladatok ellátására is, mint a felderítés, csapásmérés, logisztikai tevékenységek, távérzékelés és meteorológiai mérések. Végül, de nem utolsósorban a nagy UAV-k csoportjába minden olyan drón besorolható, amely az előzők-

ből kimaradt. Elsősorban katonai alkalmazásban használják őket, legismertebbek a Predator A, B és a Global Hawk típusok. Az 1. táblázatban látható az US Army szerinti UAV-osztályozás.

1. táblázat: A US Army szerinti UAV-osztályozás

	Class I UAV	Class II UAV	Class III UAV	Class IV UAV
Szint	szakasz	század	zászlóalj	dandár
Tömeg	2–5 kg	50–75 kg	150–250 kg	>1500 kg
Repülési idő	50 perc	2 óra	6 óra	24 óra
Hatósugár	8 km	16 km	40 km	75 km

Forrás: Palik Mátyás: Pilóta nélküli légi jármű-rendszerek légi felderítésre történő alkalmazásának lehetőségei a légierő haderőnem repülőcsapatai katonai műveleteiben. PhD-értékezés, Budapest, 2007. 20.



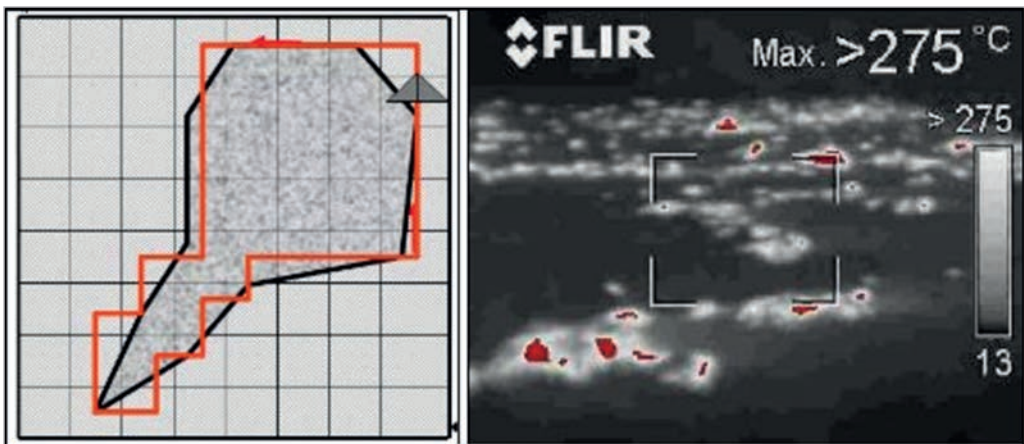
10. ábra: A T-Hawk UAV belép a Fukusima-veszélyzónába

Forrás: T-Hawk UAV enters Fukushima danger zone, returns with video. (2011)

„Csoportosítási szempont lehet a felépítés (merev szárnyas, forgószárnyas, hibrid) a meghajtás típusa (dugattyús, gázturbinás, elektromos) az irányítás (távirányítású, program

vezérelt, kombinált) vagy az indítás és visszatérés módja, vagy éppen a rendeltetés.”²⁰ A drónokra telepített szenzorok és különböző kamerák segítségével emberi életet menthetünk, gondoljunk csak a *légi sugárfelderítési feladatra*, amely során nem pilóták által vezetett légi járművel történik a sugárfelmérés, hanem drónokra felszerelt detektorok segítségével. Jó példa erre a 2011. március 11-én bekövetkezett fukusimai atomerőmű balesete, amely során a Tokyo Electric Power által alkalmazott, 10. ábrán látható T-Hawk típusú sugárfelderítő drón a szenzorai segítségével lényeges információkat közvetített a védekezésben részt vevő szakemberek számára.

„A tűzoltási feladatok ellátásának egyik legjelentősebb szegmense, hogy a beavatkozási és döntéshozói parancsnoki állomány rendelkezzen megfelelő információkkal a kialakult káreseménnyel kapcsolatban (tűz kiterjedése, vonulási iránya, esetlegesen veszélyeztetett emberi élet vagy infrastrukturális javak). Ezeket az információkat megkaphatjuk egy kamerával felszerelt pilóta nélküli repülő eszköztől is.”²¹ A 11. ábrán látható a tűz utáni UAV repülésének tervezése és forró pontok hőkamerával történő felfedezése. A drónok alkalmazása ezekben a feladatokban jelentős időmegtakarítást eredményez, hiszen a kárhelyszín parancsnoka valós idejű információkat kap, amelyek alapján a védekezéshez és elhárításhoz szükséges döntések megalapozásában kap segítséget. Fontos tényező továbbá, hogy a tüzeseteket követő területek átvizsgálása és a megbújó paraszak felkutatása sokkal hatékonyabb és gyorsabb egy hőkamerával felszerelt drón segítségével, mint a végrehajtó személyi állomány közreműködésével.



11. ábra: A tűz utáni UAV repüléstervezése és a forró pontok hőkamerával történő felfedése

Forrás: Restás Ágoston: A tűz utáni UAV repülés tervezése és a forró pontok hőkamerával történő felfedése. In Palik Máttyás: *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. 262.

²⁰ Németh András: UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II. *Hadmérnök*, 13. (2018), 3. 76.

²¹ Kiss Béla: Pilóta nélküli repülőgépek alkalmazhatósága katasztrófavédelmi feladatok ellátása során. *Szolgálati Tudományos Közlemények*, 16. (2012), november, klsz. 521.

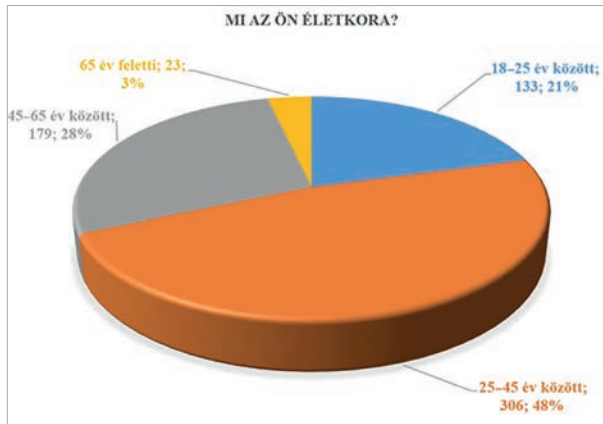
A rendvédelmi feladatok ellátásában szintén nagy segítséget jelentenek a drónok. Ezek közül kiemelnénk a határvédelmi alkalmazásukat, amely során fontos információforrásként szolgálhatnak az illegális határátlépő migráns csoportok felkutatásában és lekövetésében. Egy határvédelmi drónközpont kialakítása lehetőséget nyújtana a személyi állomány egy részének a kiváltására folyamatos drónjárőrözés bevezetésével. További segítséget jelent a bűnmegelőzési munkában a veszélyeztetett területek felett járőröző drón, amely tevékenységgel csökkenthető az elkövetések kockázata, míg a bekövetkezett bűncselekmények esetében a felderítésben nyújtanak hathatós támogatást (terrorcselekmény elkövetésének felderítése). Zéró emisszió és minimális zajkibocsátás mellett a drónok alkalmasak titkos információgyűjtő tevékenységek elvégzésére és célobjektumok lekövetésére egyaránt. „A drónokra szerelhető kiegészítők is jelentős mértékben segíthetik nemcsak a rendvédelmi, hanem más állami szervek tevékenységét is. A digitalizáció, az 5G technológia és a mesterséges intelligencia a jövőben új kapukat fognak megnyitni, és jelentősen meg fogják változtatni nemcsak e szervek munkáját, hanem az emberek mindennapi életét is.”²² Számos kutatás folyik napjainkban a drónok Covid-19 elleni védekezésben történő alkalmazásával kapcsolatban. Óriási segítséget jelentene, ha olyan drónrajok járőrözhetnének a közterületeken, amelyek képesek lennének a megfelelő felszereltségük révén detektálni és kiszűrni a magas testhőmérséklettel rendelkező egyéneket, egyben érdemes megvizsgálni a Covid-19-teszteredmények gyors és biztonságos drónok általi szállításának lehetőségét is.

A koronavírus megjelenése és terjedése kapcsán a 2020. év olyan eljárások és módszerek kidolgozását és bevezetését követelte meg a Föld lakosságától, amire az elmúlt évtizedekben meglehetősen kevés példa volt. A publikációban leírtunk több módszert a fertőzés elkerülésére, visszaszorítására, valamint bemutattunk a vírussal összefüggő, egy adott indikátor detektálásának lehetőségét. Megmutattuk, hogy a megemelkedett testhőmérsékletet milyen kézi és milyen automata mérőeszközökkel lehetséges felismerni, majd ezt továbbfejlesztve milyen autonóm rendszereket lehet létrehozni, működtetni.

Ezen kérdéskörrel kapcsolatos ismeretek és a témához fűződő emberi érzések felkutatására készítettünk egy kérdőívet, amelyben cáfolatot vagy egyes esetekben megerősítést kaptunk a módszerek helyességét és biztonságos használatát illetően. A reprezentatív adatfelvétel során a vizsgálathoz kvantitatív kutatási módszert használtunk.

A mintavételben részt vevő populáció (641 fő) azonos valószínűséggel történő kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy mind életkorban, mind pedig iskolai végzettségben a lehető legszélesebb körben tudjunk valóságos válaszokat kapni az egyéneket érintő kérdésekről. Az imént említett alapelvek mellett az értékelés során számunkra meglepő volt az előre nem tervezett nemek arányának alakulása (nő/férfi: 55%/45%), ami azt mutatja, hogy a kérdéskör nemtől független, mindenkit egyformán érint és érdekel, és a két nemet tekintve szinte megegyező részvételi aktivitást eredményezett. Ennek megfelelően a válaszadók legnagyobb része, a 48%-a 25–45 év közötti populációból ered, de 18–25 éves kor között is 21%, míg a másik véglet, a 65 év felettiak is 4%-os részvételi aránnyal vettek részt a felmérésben, ahogyan ez a szóródás a 12. ábrán megfigyelhető.

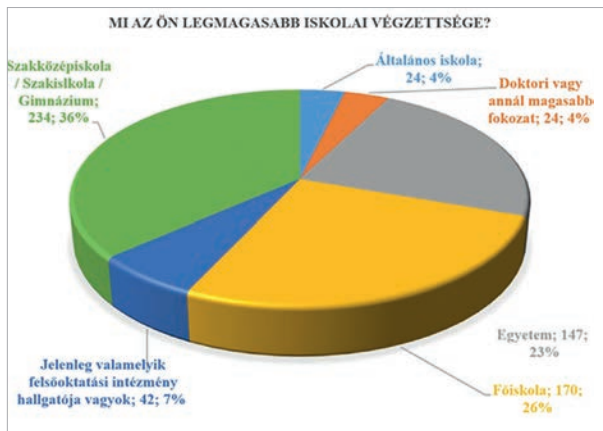
²² Nyitrai (2020) i. m. 95.



12. ábra: A kérdőívben megkérdezettek életkori eloszlása

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az iskolai végzettségek eloszlását a 13. ábrán mutatjuk be, ahol jól látható, hogy a legnagyobb létszámot a szakközépiskola, szakiskola, gimnázium (azaz középfokú végzettség) adta, összesen 36%-ot. Itt is egyenletes eloszlásról beszélhetünk, ugyanis a két szélső-értéket formáló besorolás (általános iskola, valamint a doktori vagy annál magasabb végzettség) is 4–4%-os értéket produkált.

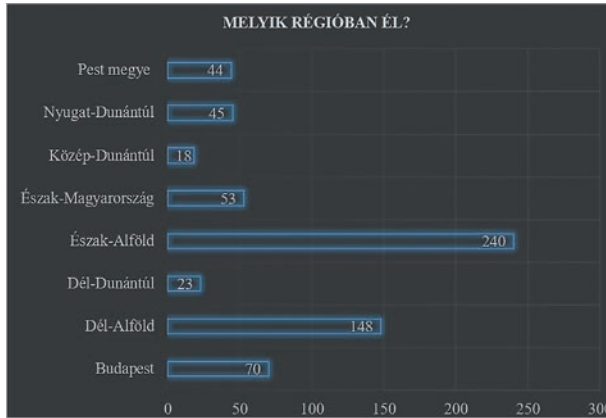


13. ábra: Iskolai végzettségek aránya a kérdőívben megkérdezettek között

Forrás: a szerzők

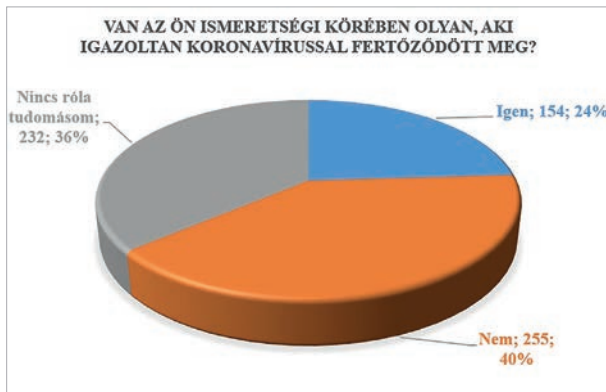
Amennyiben a kérdőívet kitöltők földrajzi elhelyezkedését figyeljük meg a 14. ábrán, akkor láthatjuk, hogy az ország minden területéről képviselték magukat. Ez betudható az internetes kérdőívkitöltés lehetőségének, így bátrabban és nagyobb bizonyossággal megszólítható mindenki a lakhelyétől függetlenül. Igaz, az észak-alföldi kimagasló részvétel nagy valószínűséggel a személyes ismeretségnek és akár a mindennapi kapcsolatnak

is betudható eredmény, ami nem befolyásolja feltétlenül a kérdésekre adott válaszok értékét, a témakörben szerzett ismereteket és hozzáállásokat.



14. ábra: Az országon belüli földrajzi elhelyezkedés a kérdőívben megkérdezettek között
 Forrás: a szerzők szerkesztése

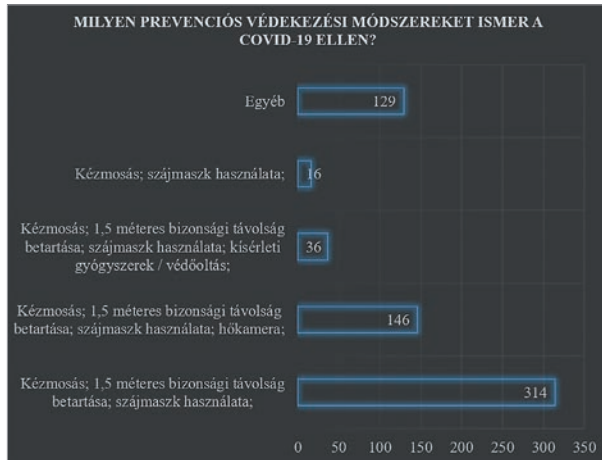
A következő kérdésfeltevéssel azt szeretnénk volna megtudni, hogy ebben a vírusos helyzetben mennyire figyelünk a környezetünkre, a környezetünkben előforduló megbetegedésekre. A válaszok alapján kijelenthető, ami a 15. ábrán látható (ami abszolút pillanatfüggő megoszlást mutat, ugyanis 2020 novemberében már gyakorlatilag mindenki tud közeli környezetében érintettről), hogy a fertőzésükkel tisztában lévők nem titkolják a megbetegedésüket a környezetük előtt, ám a másik két válasz teljes bizonyossággal történő kiértékelése további kérdéseket indokolna.



15. ábra: A fertőzöttekről tudomást szerzők
 Forrás: a szerzők szerkesztése

A 16. ábrán látható védekezési módszerekkel kapcsolatban megfogalmazott kérdés a leginkább kézenfekvő, és a válaszok azt az eloszlást produkálták, amely az elmúlt hónapok hosszas és kitartó kommunikációjának köszönhető, amely mindenhová eljutott, ahol

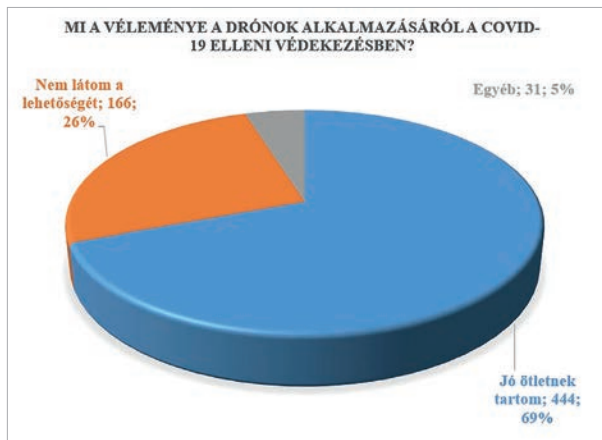
televízió és rádió van. A „bűvös hármas” (kézmosás, biztonsági távolság, szájmaszk) tudati szinten mindenkinél jelen van, ám annak valódi használata és betartása nem képezte részét a kérdőívnek. Érdekes továbbá, hogy a gyógyszerek és a védőoltás milyen kis számban fordul elő a válaszok között, aminek oka ugyancsak a kommunikációra vezethető vissza, ugyanúgy, mint a hőkamera (testhőmérséklet-mérés) ismerete is.



16. ábra: A prevenció lehetőségei

Forrás: a szerzők szerkesztése

A következő kérdéskör már a tanulmány lényegi kérdéseire irányítja a figyelmet, miszerint milyen módon, milyen körülmények között lehetne előnyösen felhasználni a pilóta nélküli légi járműveket ebben a pandémiás helyzetben.

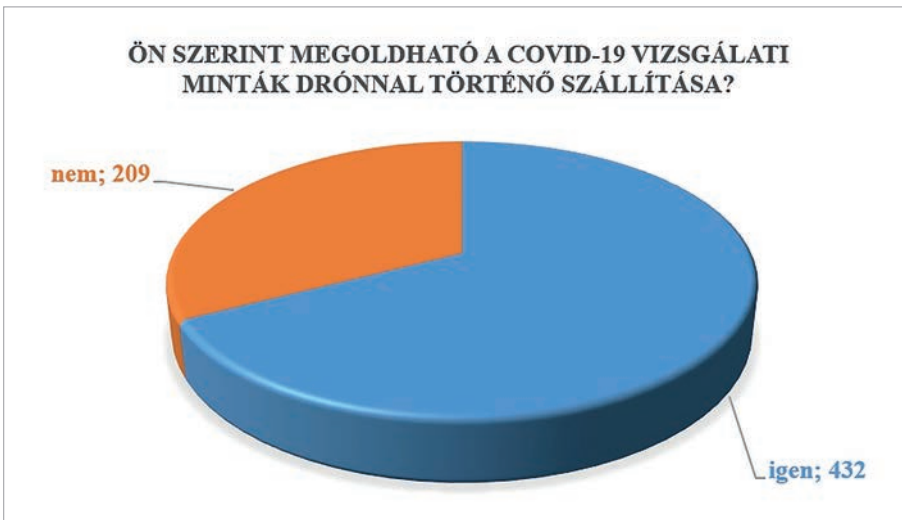


17. ábra: A drónok alkalmazása a Covid-19 elleni védekezésben

Forrás: a szerzők szerkesztése

A 17. ábrából kiderül, hogy a megkérdezett lakosság elsöprő hányada (69%) jó ötletnek tartja, ha ezeket a légi eszközöket hasznosítanánk a hatékonyság növelésére és a fertőzés időszakának mielőbbi lezárására. A szkeptikus 26%-nak valószínűsíthetően magával a drónnal mint eszközzel lehetett negatív élménye, ezért véli úgy, hogy erre sem jók ezek a „játékok”. A tartózkodó 5% pedig véleményünk szerint nem tud sem pozitív, sem pedig negatív élményt, de még egy híradást sem társítani a drón kifejezéshez, ezért nem foglalt állást ebben a kérdésben.

Az előző kérdésre adott válaszokat a 18. ábra maximálisan alátámasztja, miszerint a drónokkal történő szállítás „csupán” azok szerint képzelhető el és hajtható végre, akik magának a légi eszköznek a használatát is jó ötletnek tartották, ám ez sem kevés a maga 67%-ával. Itt további érdekesség, hogy a válaszadók 2%-a, akik az előző kérdésben pártolták ennek az eszköznek a használatát, milyen ellenérveket fogalmaznának meg, ami szerint nem opció a légi szállítás.



18. ábra: A vizsgálati anyag drónokkal történő szállítása

Forrás: a szerzők szerkesztése

A drónok jelenléte egy-egy szabadtéri rendezvényen a mai napig megosztó szituáció. Azt, hogy ki mitől fél, jelentősen befolyásolja, hogy mennyire tájékozott ebben a kérdésben, és mennyire befolyásolható a média által. Ezt támasztja alá a 19. ábrán látott grafikon is, miszerint nem a pilóta nélküli eszközzel végzett feladat végrehajthatósága a probléma oka, hanem már az, ami néhány kérdéssel korábban felmerült, miszerint nem tartja jó ötletnek a légi jármű használatát.



19. ábra: Hőkamerás drón a rendezvények biztosításában

Forrás: a szerzők szerkesztése

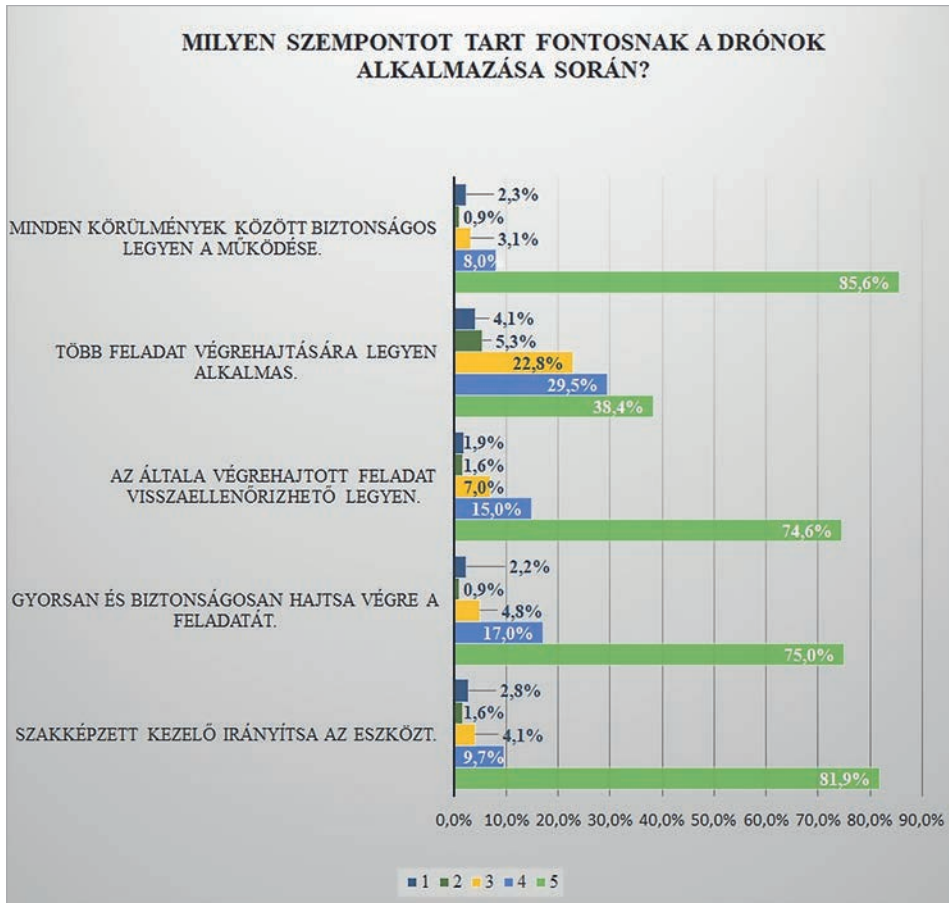
Az utolsó kérdés során a válaszadók meghatározhatták azokat az elveket, amelyek véleményük szerint minden pilóta nélküli légi eszköz használata során fontosak és elengedhetetlenek. Hasznos válaszok születtek, ugyanis azok is adtak választ a feltett kérdésre, és osztályozták, fontossági sorrendbe állították a lehetőségeket, akik amúgy nem tartják jó ötletnek, sőt ellenérzést táplálnak az eszköz vagy annak használata iránt. Így született meg a 20. ábrán látható diagram, amely sok érdekes és fontos következtetésnek, ezzel sok, a jövőt meghatározó tézisnek nyújt segítséget.

Magasan az egyik legmeghatározóbb a drón biztonságát firtató válasz, amely szerint „minden körülmények között biztonságos legyen a működése”. Ez lehet a táptalaja a szkeptikus tábor véleményének, miszerint nem tartják biztonságosan üzemelő eszközöknek a drónokat. A miértre ebben a kérdőívben nincs válasz, ám jelen esetben szintén a kommunikációt érezzük meghatározó jelentőségűnek még akkor is, ha maga az eszköz működése a biztonság követelményeit teljesíti, ám való igaz, hogy ott van mögötte az ember. A *homo sapiens* etikus, felkészült, szabálykövető viselkedése egy nehezebben befolyásolható, szabályozható tényező. Ehhez széles körű összefogás szükséges a tervezők, felhasználók és jogalkotók közreműködésével.

A másik sarkalatos kérdéskör a szakképzett kezelő irányítása, amely alapvető igény mindenki részéről, hiszen autót sem vezetünk megfelelő képzés és gyakorlat hiányában. Annak a keretét kell pontosan meghatározni, hogy ki képezhessen, taníthasson ehhez szükséges tananyagot, mert ennek egységes keretek között történő művelése is jelentősen befolyásolja a biztonság témakörét.

A következő meghatározó elemek a gyors, biztonságos és ellenőrizhető feladat-végrehajtásról szólnak. Ezen szempontok között talán leginkább elgondolkodtató az ellenőrizhetőség kérdése, ami valószínűleg a félelemmel függ össze. A válaszadók nagy része úgy gondolja, hogy információ- és adatvédelmi szempontból nagyon fontos az, hogy ellenőrizhető legyen az útvonal, a repülési paraméterek, a szállított csomag összetétele vagy akár a végrehajtott feladat típusa is. Ez jelentős technikai fejlesztéseket, valamint

nem kevés szabályalkotást és jogharmonizációt igényel ahhoz, hogy egyszer minden ember nyugodtan figyelhesse az égen felette átrepülő drónokat, elfogadva azt, hogy ez is az életünk szükséges része.



20. ábra: A drón alkalmazására vonatkozó meghatározó fontosságú elvek

Forrás: a szerzők szerkesztése

A kutatás megállapításait az alábbiakban lehet összefoglalni:

Az emberek tisztában vannak az egyéni védekezés lehetőségével és formáival, ám az alap-, mindenáron betartandó előírásokon kívül alacsony azok száma, akik szélesebb körben tájékozottak az előremutató, hatékony megoldásokat tekintve.

A második hipotézis teljes mértékű megerősítéséhez vagy cáfolatához, miszerint „mindenki teljes mértékben ismeri a közvetlen környezetét, tisztában van a fertőzés tényével az ismerősök között”, újabb kérdésekre lett volna/lenne szükség, ugyanis jelenleg annyit lehet megállapítani, hogy a fertőzött egyének nem titkolják a megbetegedésüket a környezetük előtt (tisztában voltunk azzal a kérdőív összeállításakor, hogy a személyes – különösen érzékeny – egészségügyi adatok védelme az elsődleges. Azt senkitől

nem lehet megkövetelni, hogy publikussá tegye, többek között ezért készült anonim módon a kérdőív).

A lakosság jelentős része ismeri, jó ötletnek tartja a pilóta nélküli légi jármű mint a védekezésbe bevethető technikai eszköz lehetőségét.

A drónok robbanásszerű elterjedése ellenére még mindig ellenérzés és bizonyos szituációkban félelem mutatkozik az emberekben, ami megfelelő kommunikációval, magas szintű felhasználóképzéssel, szakszerű, körültekintő üzemeltetéssel jelentős mértékben csökkenthető lenne, és akár az eszköz szélesebb körű használata mellé állíthatná a szkeptikusokat, mint ahogyan például a fényképezőgép lakossági körben történő elterjedését követően lezajlott.

Ha már nincs más lehetőség, és az UAV-eket szükséges használni egy adott védekezési feladatban a Covid ellen, akkor a biztonság, a szakképzett kezelő általi irányítás, a gyorsaság és az ellenőrizhetőség a legfontosabb szempontok. Ezek teljesítésével a válaszadók megnyugodhatnak, és a jövőben (talán) képesek elfogadni ezen pilóta nélküli légi járművek hasznos és hatékony közreműködését a mindennapjainkban.

Konklúzió

A technika terén elért jelentős fejlődés eredményének köszönhetően a drónok mint speciális repülő eszközök megjelenése, elterjedése jelentősen átalakítja az egészségügyi védekezés és megelőzés szabályait, de talán ezzel párhuzamosan a rohamosan fejlődő „technikai organizmusok” fejlesztése is újabb szegmensekkel, újabb szenzorokkal, újabb eljárásokkal és az általuk megoldható feladatokkal bővíti.

Ha csupán a pilóta nélküli légi jármű elnevezést és a hozzá társított gondolati képeket idézzük fel, akkor is tisztán látható, hogy a fejlődés „rohamos”. Amennyiben a felhasználási területeket is megpróbáljuk tételesen felsorolni, akkor is helyállónak mutatkozna a „rohamos” jelző a fejlődést, a modernizációt és az innovációt tekintve.²³

Mindemellett a pilóta nélküli légi jármű-rendszerek robbanásszerű fejlődésének köszönhetően a működésük egyre inkább az „önálló döntések, az autonóm módon történő gondolkodás” irányába tolódik el, nemcsak a repülési pályájuk megválasztása, de mindennapi alkalmazásuk terén is. A válaszok helyett egy újabb kérdést szükséges megfogalmazni, mégpedig azt, hogy meddig kaphatnak a robotok autonómiát, milyen feltételei vannak azok használatának. Erre jelenleg (és véleményünk szerint az elkövetkező néhány évben) egzakt feleletet adni lehetetlen, sőt felelőtlenség is lenne. Az biztos, hogy az ember ki fog használni minden előnyt, kényelmi szolgáltatást, információs látókörbővülést, amit a robotizált berendezések az egyén számára lehetővé tesznek. Ilyen lehet például, ha a feladat végrehajtása során – autonómiát biztosítva az UAV részére – egy operátor, egyidejűleg több légi eszköz manővereit koordinálja, mivel a „felnőtté vált, önálló” eszközünk „nem igényli” a folyamatos felügyeletet.²⁴

²³ Major Gábor: Etikus-e a drónok használata? *Honvédségi Szemle*, 144. (2016), 2. 102.

²⁴ Major Gábor: Does an autonomous drone return home at all time? *Repüléstudományi Közlemények*, 30. (2018), 2. 282.

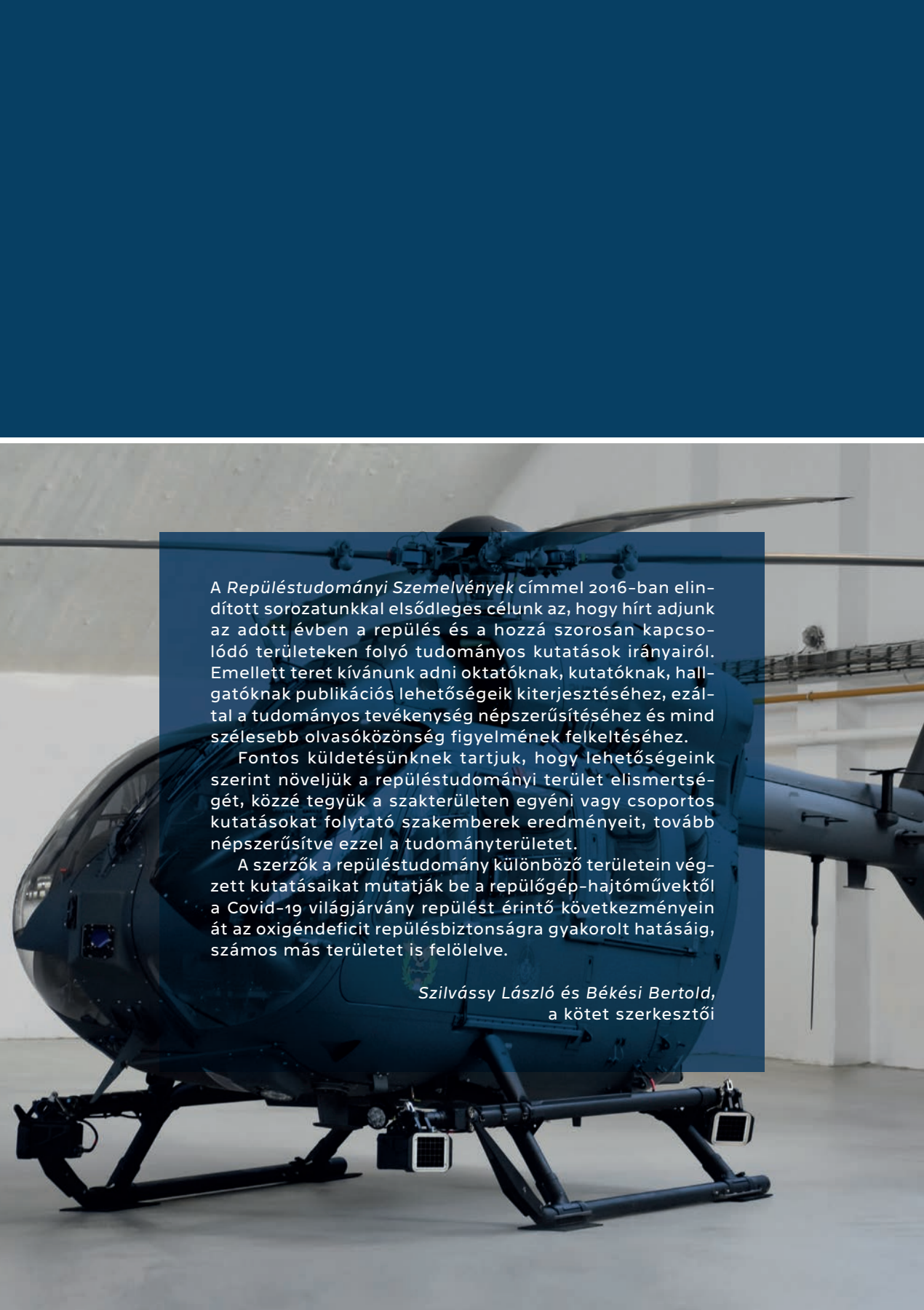
Az előző fejezetben taglalt kérdéseket körüljárva próbáltunk a meglévő, hatékony védekezési módszerek mellett egy olyan előremutató eszközt ajánlani, ami a fertőzés feltérképezésében jelentős szabadságot biztosít a rendkívüli hatékonyságával karöltve. Merjük ezt azért is tenni, mert a megkérdezettek jelentős része jó ötletnek tartja a drónokra telepített hatékony testhőmérséklet-mérést. A pilóta nélküli légi eszköz továbbfejlesztett változata a későbbiekben képes lehet mesterséges intelligenciával, arcfelismerési lehetőséggel programozva azonnali jelzéssel élni a fertőzött egyén felé, hogy mind saját maga, mind pedig a környezete érdekében hagyja el az adott területet, és ellenőriztesse fizikai, egészségügyi állapotát.

Igaz, mindez az integrált képesség újra etikai, adat- és információvédelmi kérdéseket vet föl, de azért kutatunk, hogy ezekre is megoldást találjunk a jövőben.

Felhasznált irodalom

- Békési Bertold: 2. Pilóta nélküli légijárművek jellemzése, osztályozásuk. In Palik Máttyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszo l gálati Egyetem, 2013. 65–109.
- Breitbart, Mya – Forest Rohwer: Here a virus, there a virus, everywhere the same virus? *Trends in Microbiology*, 13. (2005), (6). 278–284. Online: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2005.04.003>
- Canchaya, Carlos – Ghislain Fournous – Sandra Chibani-Chennoufi – Marie-Lise Dillmann – Harald Brüssow: Phage as agents of lateral gene transfer. *Current Opinion in Microbiology*, (2003), 6. 417–424. Online: [https://doi.org/10.1016/S1369-5274\(03\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S1369-5274(03)00086-9)
- Dahua mesterséges intelligenciával ellátott hőkamerás testhőmérséklet-mérő rendszer*. Online: <https://dahuatechnology.hu/dahua-testhomerseklet-mero/>
- Haraszi Ferenc: Hőkamera alkalmazása kontaktkorrózió vizsgálatára. *Műszaki Tudományos Közlemények*, 11. (2019), 77–80. Online: <https://doi.org/10.33895/mtk-2019.11.15>
- InfiRay AT3003F Használatra Kész testhőmérséklet mérő hőkamera állomás – szett*. Online: www.leitz-hungaria.hu/infray-at3003f-hasznalatra-kesz-testhomerseklet-mero-hokamera-allomas-szett
- Isakova-Sivak, Irina – Larisa Rudenko: A promising inactivated whole-virion SARS-CoV-2 vaccine. *The Lancet. Infectious Diseases*, 20. (2020). Online: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30832-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30832-X)
- Járványügyi és szociális intézkedések. *Infojegyzet*, 2020/34. Online: www.parlament.hu/documents/10181/4464848/Infojegyzet_2020_34_V4%2B_jarvanyugyi_es_szocialis_intezkedesek.pdf/0cf23cd6-cd8d-9c46-7a7e-3c0a5d3d7197?t=1589184001441
- Karanténok és pestisjárványok a középkorban (4. rész). Online: https://btk.mta.hu/hirek/1420-karantenok-es-pestisjarvanyok-a-kozepkorban-a-jarvanytorteneti-sorozat-4-resze?fbclid=IwAR-0jZHmGc9q7zQDcm_RfdtEelu-sAuQtBchpswD9PFEA4Sp0E48Fvie2Ijo
- Kiderült, mikor kéri majd a magyarok a védőoltást. *Portfolio*, 2020. Online: www.portfolio.hu/gazdasag/20201006/koronavirus-kiderult-mikor-kerik-majd-a-magyarok-a-vedooltast-451712
- Kiss Béla: Pilóta nélküli repülőgépek alkalmazhatósága katasztrófavédelmi feladatok ellátása során. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 16. (2012), november, klsz. Online: <https://docplayer.hu/2342455-Pilota-nelkuli-legi-jarmuvek-alkalmazhatosaga-ka-tasztrorafedelmi-feladatok-ellatas-a-soran-2.html>

- Koonin, Eugene V. – Tatiana G. Senkevich – Valerian V. Dolja: The ancient Virus World and evolution of cells. *Biology Direct*, 1. (2006), 29. Online: <https://doi.org/10.1186/1745-6150-1-29>
- Li, Heng – Shang-Ming Liu – Xiao-Hua Yu – Shi-Lin Tang – Chao-Ke Tang: Coronavirus disease 2019 (COVID-19): current status and future perspectives. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55. (2020), 5. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105951>
- Major Gábor: Ésszerű szabályozás vagy tiltás, avagy mit lehet kezdeni a drónokkal? *Repüléstudományi Közlemények*, 27. (2015), 1. 167–176.
- Major Gábor: Etikuss-e a drónok használata? *Honvédségi Szemle*, 144. (2016), 2. 100–106.
- Major Gábor: Does an autonomous drone return home at all time? *Repüléstudományi Közlemények*, 30. (2018), 2. 275–284.
- Makara Gábor: Új koronavírus – új tudományos eredmények – módosuló ajánlások. 2020. Online: https://mta.hu/tudomany_hirei/uj-koronavirus-uj-tudomanyos-eredmenyek-modosulo-ajanlasok-110668
- Már tesztelik a drónt, ami az utcán is képes kiszűrni a koronavírus-betegeket. *PCFórum.hu*. Online: <https://pcfórum.hu/hirek/22272/mar-tesztelik-a-dront-ami-az-utcan-is-kepes-kiszurni-a-koronavirus-betegeket>
- Nagy Mariann: A mezőgazdaságot is gyökeresen átalakítják a drónok. *Piac & Profit*, 2018. július 18. Online: <https://piacesprofit.hu/infokom/a-mezogazdasagot-is-gyokeresen-atalakitjak-a-dronok/>
- Nem hanta a vírus. *Magyar Idők*, 2018. február 3. Online: www.magyaridok.hu/lugas/nem-hanta-virus-2726722/
- Németh András: UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II. *Hadmérnök*, 13. (2018), 3. 68–86. Online: http://real.mtak.hu/87038/1/183_06_nemeth.pdf
- Nyitrai Endre: A drónok alkalmazásának lehetőségei a rendőrségi feladatok ellátása során. *Rendőrségi Tanulmányok*, (2020), 1. Online: www.bm-tt.hu/rtt/assets/letolt/rt/202001/Nyitrai.pdf
- Palik Mátyás: *Pilóta nélküli légi jármű-rendszerek légi felderítésre történő alkalmazásának lehetőségei a légierő haderőnem repülőcsapatai katonai műveleteiben*. PhD-értekezés, Budapest, 2007.
- Resál Tamás – Rutka Mariann – Szántó Kata – Farkas Klaudia – Molnár Tamás: A gyulladáshoz vezető betegségek kezelése a SARS-COV-2-járvány idején – gyakorlati javaslatok. *Orvosi Hetilap*, 161. (2020), 25. 1022–1027. Online: <https://doi.org/10.1556/650.2020.31871>
- Restás Ágoston: A tűz utáni UAV repülés tervezése és a forró pontok hőkamerával történő felfedése. In Palik Mátyás: *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszerkeleti Egyetem, 2013. 262. Online: www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/UAV_handbook_Secon_edition.pdf
- Szegedi Péter – Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok. In *XIV. Természet-, műszaki és gazdaságtudományok alkalmazása nemzetközi konferencia*. Szombathely, 2015. május 16., Nyugat-magyarországi Egyetem, 2015. 175–182. Online: http://publicatio.nyme.hu/613/1/TTK_14_Nemzetkozi_Konf_Eloadasok_201500516.pdf
- T-Hawk UAV enters Fukushima danger zone, returns with video. (2011) Online: www.engadget.com/2011-04-21-t-hawk-uav-enters-fukushima-danger-zone-returns-with-video.html
- Unmanned Aerial Vehicle/Unmanned Aerial System/Unmanned Aircraft. ICAO Circular 328. 1–38. Online: www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf



A *Repüléstudományi Szemelvények* címmel 2016-ban elindított sorozatunkkal elsődleges célunk az, hogy hírt adjunk az adott évben a repülés és a hozzá szorosan kapcsolódó területeken folyó tudományos kutatások irányairól. Emellett teret kívánunk adni oktatóknak, kutatóknak, hallgatóknak publikációs lehetőségeik kiterjesztéséhez, ezáltal a tudományos tevékenység népszerűsítéséhez és mind szélesebb olvasóközönség figyelmének felkeltéséhez.

Fontos küldetésünknek tartjuk, hogy lehetőségeink szerint növeljük a repüléstudományi terület elismertségét, közzé tegyük a szakterületen egyéni vagy csoportos kutatásokat folytató szakemberek eredményeit, tovább népszerűsítve ezzel a tudományterületet.

A szerzők a repüléstudomány különböző területein végzett kutatásaikat mutatják be a repülőgép-hajtóművektől a Covid-19 világjárvány repülést érintő következményein át az oxigéndeficit repülésbiztonságra gyakorolt hatásáig, számos más területet is felölelve.

Szilvássy László és Békési Bertold,
a kötet szerkesztői