

MŰSZAKI TUDOMÁNY AZ ÉSZAK-KELET MAGYARORSZÁGI RÉGIÓBAN 2021 KÖRNYEZET- ÉS
FÖLDTUDOMÁNYOK, MŰSZAKI HIDROLÓGIA ÉS REPÜLÉSTUDOMÁNY SZEKCIÓK
KONFERENCIA KIADVÁNYA
INNOVATÍV MEGOLDÁSOK A DRÓN REPÜLÉSEK METEOROLÓGIAI
TÁMOGATÁSÁBAN

INNOVATIVE SOLUTIONS IN METEOROLOGICAL SUPPORT OF DRONE
FLIGHTS

BOTTYÁN Zsolt¹, TUBA Zoltán², VRÁNICS Dávid Ferenc³

¹Ph.D., vezető kutató-fejlesztő munkatárs,
zsolt.bottyán@mouldtech.hu
MouldTech Systems

²Ph.D., kutató-fejlesztő munkatárs,
zoltan.tuba@mouldtech.hu
MouldTech Systems

³kutató-fejlesztő munkatárs,
david.ferenc.vranics@mouldtech.hu
MouldTech Systems

Kivonat: A nemzetközi és hazai drón repülések száma az elkövetkező néhány évben robbanásszerűen növekedni fog. A szóban forgó repülések biztonságos végrehajtásának alapfeltétele egy olyan - széles körben és korszerű eszközökön elérhető - időjárás-alapú döntés támogatást biztosító rendszer, amely képes követni a drón felhasználók igényeit és igazodik a vonatkozó jogszabályi környezet szabta elvárásokhoz. Cikkünkben a fenti döntéstámogató rendszerrel kapcsolatos K+F+I tevékenységünket mutatjuk be röviden.

Kulcsszavak: időjárás, drón repülés, döntéstámogatás, precíziós meteorológia

Abstract: The number of national and international drone flights will exponentially grow in the next few years. The safe execution of these kind of flights strongly depends on a widely available, multi-platform weather-based decision support system which is tailored to the different needs of drone users and harmonized to the relevant legal background. In our paper we briefly present our research, development, innovation activities related to the forementioned decision support system.

Keywords: weather, drone flights, decision support, precision meteorology

1. BEVEZETÉS

A globális COVID járvány következményeként a hagyományos légi személyszállítás és a hozzá kapcsolódó gazdasági szektor még mindig válságban van és a korábbi iparági előrejelzések közül is a negatív forgatókönyvek látszanak megvalósulni [1]. Ezzel szemben a drónokhoz kapcsolódó iparági szegmens a járványról szinte tudomást sem véve, a korábbi évek tendenciáihoz hasonló, markáns növekedést mutat. Ráadásul az iparági elemzések és a különböző mértékadó szervezetek előrejelzései is további jelentős bővülést prognosztizálnak [2].

Várhatóan a pilóta nélküli repülőeszközök egyre nagyobb száma és az egy eszközre jutó átlagos repülési idő növekedése is arra ösztönzi a jogalkotókat és jogalkalmazókat, hogy a jogszabályi környezet finomhangolásával és a meglévő szabályok betartatásával olyan, egyre inkább a hagyományos repüléshez hasonló működési környezetet biztosítsanak a drónos repülések számára is, ami a repülések biztonságos végrehajtása mellett az iparági fejlődést továbbra is támogatja. Tekintetbe véve, hogy mind a hagyományos, mind pedig a pilóta nélküli repülőek számára ugyanaz a légkör áll rendelkezésre, nincs is más út, mint a különböző működési szabályok folyamatos összehangolásával elérni, hogy irányított, szabályozott

keretek között azonos légtérben is végre lehessen hajtani ezeket a repüléseket. Éppen ezért folynak globálisan az ún. UTM (Unmanned Traffic Management) rendszerek kialakításának munkálatai, melyek implementálása égetően szükséges a drón technológia biztonságos és versenyképes alkalmazásához [3].

Ezek a várható változások és a drónos szolgáltatási iparágban fokozódó verseny törvényszerűen vezetnek a pilóta nélküli repüléseket támogató szolgáltatások felértékelődéséhez. Ez természetszerűleg magával hozza azt is, hogy a támogató tevékenységek minőségének biztosításával szemben is komoly elvárások fogalmazódnak meg.

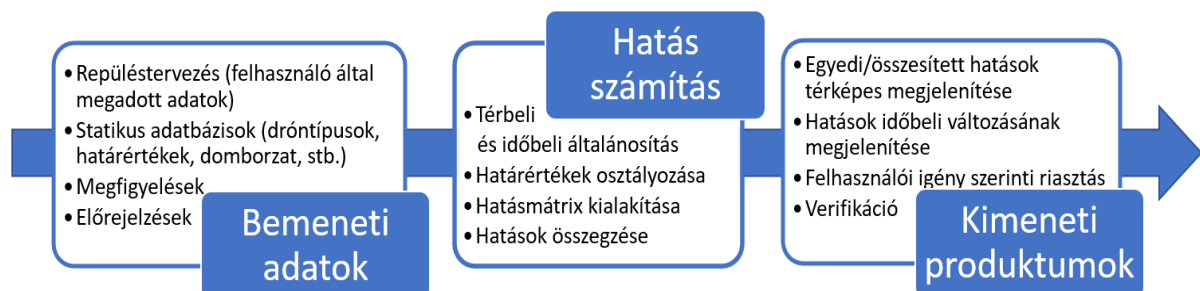
Cikkünkben a drónos repülések meteorológiai támogatásának kérdéskörét járjuk körül, reflektálva az fentiekben megfogalmazott kihívásokra.

2. A DRÓNOS REPÜLÉSEK PRECÍZIÓS METEOROLÓGIAI TÁMOGATÁSA

A környezetünk meteorológiai jellemzői, jelenségei értéktől, intenzitásától függően eltérő hatást gyakorolnak az emberi szervezetre és úgy általában bármilyen emberi tevékenységre. Sok esetben igaz azonban, hogy a környezeti változók kedvező vagy kedvezőtlen mivolta csupán egy adott érzékenységgel rendelkező személy vagy adott korlátokkal bíró eszköz vagy tevékenység nézőpontjából értelmezhető. Nincs ez másként a drónok, drónos műveletek esetében sem. A gyártói útmutatókban rögzített üzemeltetési határértékek, a végrehajtott feladat korlátai vagy akár az ésszerű önmérséklet szabta határok figyelembevétele elengedhetetlen a műveleti hatékonyság növeléséhez. Az időjárással összefüggésben felmerülő kockázatok mérséklése érdekében a felhasználónak tehát precíziós meteorológiai támogatásra van szüksége, ami tulajdonképpen nem más, mint az alkalmazott eszköz (esetünkben a drón) időjárási korlátait, a felhasználói igényeket és a tervezett feladat sajátosságait maximálisan figyelembe vevő, a művelet biztonságos és hatékony végrehajtására fókuszáló nagy hozzáadott értékű és pontosságú meteorológiai támogató tevékenység. Maga a támogató folyamat a feladat végrehajtásának időbeliségéhez igazodik, amit a következő rövid alfejezetekben tekintünk át.

2.1. Repüléstervezés

A precíziós meteorológiai támogatás nélkülözhetetlen része a repülési feladat tervezése, hiszen a művelet végrehajtására gyakorolt hatások pontos meghatározása nem lehetséges az alkalmazott repülőeszköz és a tervezett feladat időjárási korlátainak ismerete nélkül. Az említett határértékeken túl a felhasználó itt adhatja meg a végrehajtás térbeli és időbeli adatait, a támogatás során elvárt értesítési gyakoriságot és olyan a hatások kiszámítását pontosító többletinformációkat, mint például a végrehajtás helyének érdességi jellemzése.



1. ábra. A repülés tervezés helye és szerepe a szolgáltatási folyamatban

A repüléstervezés során megadott információk kizárólag a külső és saját forrásból

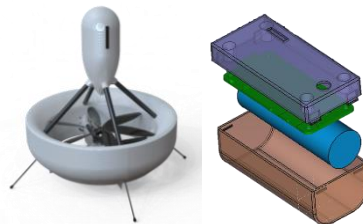
folyamatosan érkező mérési adatokkal és a rendszeres előrejelzési outputokkal együtt alkalmasak a vonatkozó hatások kalkulációjához, azaz a vizsgált időjárási paraméterek számával megegyező dimenziójú hatásmátrix vagy egy táblázatos időbeli értékelés előállításához.

2.2. Meteorológiai mérések

Napjaink technológiája lehetővé teszi, hogy a planetáris határréteg szondázását akár pilóta nélküli légi járművekre illesztett mérőeszközökkel végezzük. Hasonlóan a kötött ballonos mérésekhez, a drón egy vertikális profilt repülve meteorológiai adatokat továbbít a földi vevő állomásnak, amely az interneten át összeköttetésben áll a központi kiszolgáló infrastruktúrával, ahol a mért adatok asszimilációra kerülnek [4].

Célunk egy fent vázolt módon működő állomásból kiépített mérőhálózat megvalósítása és üzemeltetése, amely megfelelő lefedettséggel és ütemezett (közel) autonóm repülésekkel felbecsülhetetlen értékű új adatokat szolgáltat a repülés támogató rendszer számára. A rendszeres szondázási feladatok állandó igénybevételt jelentenek a drónok számára, így piacon elérhető multikopter platformokon túl egy saját, vertikális repülésekre optimalizált pilóta nélküli légi jármű megvalósítása és annak érintés nélküli, automatizált földi kiszolgálása (töltése, klimatizálása stb.) is cél. Az adatgyűjtés és -továbbítás egy Raspberry Pi Zero alapokra kifejlesztett szenzorcsomaggal történik, ami különböző konfigurációkban különálló dobozban vagy a drón burkolatán belül kerül elhelyezésre.

A 2. ábrán látható a ránézésre nem konvencionális formájú drón, illetve a külön felszerelhető adatgyűjtő és -továbbító „doboz” egy prototípusának számítógéppel generált képe.



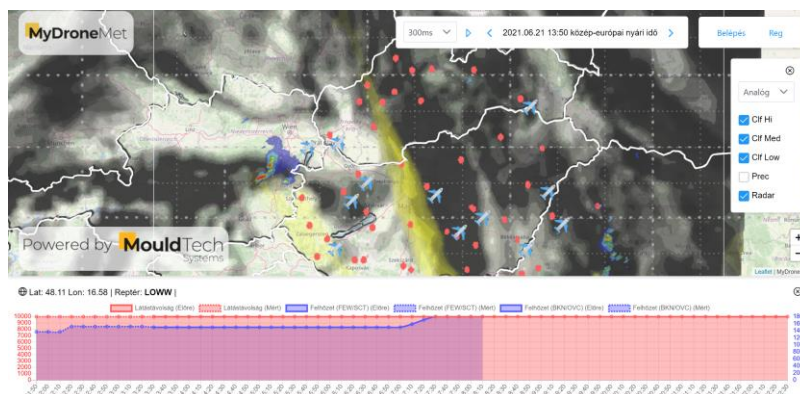
2. ábra. A „Horus” drón és a mérőeszköz számítógépes grafikája (nem valós méretarány)

2.3. Meteorológiai előrejelzések

A megbízható, pontos előrejelzések a precíziós meteorológiai támogatás egyik legfontosabb pillérét jelentik. Szerepük a műveletek korai tervezésének fázisától a közvetlen végrehajtást segítő ultra-rövidtávú, ún. nowcasting előrejelzésekkel egészen a tényleges végrehajtás időszakáig terjed. Ezek az előrejelzések két merőben eltérő, de hasonló célt szolgáló platformra épülnek: egyrészt egy korlátos tartományú numerikus modell utófeldolgozott kimeneteként [4], másrészt pedig egy analógiás elven működő modell lokális output-jaként [5] állnak elő 10 perces időbeli felbontással. A numerikus modell domainenként változó térbeli felbontással három különböző modell tartományra naponta négyszer készít előrejelzéseket. A modellfuttatásokat repülésmeteorológiai támogatásra optimalizált parametrizációval [4] végezzük, majd az így kapott eredményekből a meteorológiai támogatást segítő további származtatott mennyiségeket állítunk elő különböző utófeldolgozó eljárásokkal.

A pontos előrejelzési eredmények biztosítása azonban csak szükséges, de nem elégséges feltétele a precíziós meteorológiai támogatásnak. A felhasználóknak ugyanis nem az egyes meteorológiai állapotjelzők pillanatnyi és pontbeli értékére van szüksége, hanem egy

térben és időben releváns, a fentiekben már tárgyalt korlátokat figyelembe vevő összegzett eredményre, aminek segítségével a tervezett feladat végrehajtásáról gyorsan és hatékonyan döntést tud hozni. Ezt a fontos feladatot esetünkben a már említett, automatizált utófeldolgozó eljárás végzi a statikus adatbázisok, a felhasználói és az előrejelzési adatok alapján.



2. ábra. A numerikus modell előrejelzési felülete, alul a kiválasztott repülőtérre vonatkozó analógiás látástávolság és felhőalap előrejelzéssel.

3. BEFEJEZÉS

A bevezetésben is idézett tanulmányok előrejelzéseit figyelembe véve, a légi teher- vagy személyszállítás fokozott térnyerésével várhatóan egyre több olyan „nem halasztható” drónos művelet fog megjelenni, amelyek biztonságos végrehajtása a megfelelő minőségű támogató tevékenységek nélkül elképzelhetetlen. Ez tovább fogja erősíteni a pilóta nélküli repüléshez kapcsolódó (repülés)biztonsági kockázatok kezelésének fontosságát, ami a mérnöki megoldások mellett a repülés fizikai környezete pillanatnyi és előrejelzett állapotának minél pontosabb, valóságközelibb leírását és a drónpilóták igényeihez igazított döntéstámogató megoldások szolgáltatását igényli.

A tanulmány elkészítését a KTI_KVIG_7-1_2021 azonosító számú, „Speciális drón rendszeren alapuló komplex jármű-meteorológiai támogatás kidolgozása az autonóm közlekedés számára” c. projekt támogatta.

4. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **THOMSON, R., HADER, M., LIPOWSKY, H.:** *Latest update: The coronavirus pushes the airline and aerospace industry into the era of "new normal"* <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/How-the-Covid-19-crisis-is-expected-to-impact-the-aerospace-industry.html> (Letöltve: 2021.05.21)
- [2] **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION:** *Aerospace Forecast Fiscal Years 2021–2041, Unmanned Aircraft System* https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/Unmanned_Aircraft_Systems.pdf (Letöltve: 2021.05.21)
- [3] **BAURANOV, A. and RAKAS, J.:** *Designing airspace for urban air mobility: A review of concepts and approaches*, Progress in Aerospace Sciences, 125, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2021.100726>.

- [4] **BOTTYÁN, Z. et al.:** *Measuring and modeling of hazardous weather phenomena to aviation using the Hungarian Unmanned Meteorological Aircraft System (HUMAS)*, *Időjárás*, 119, 307-335, 2015.
- [5] **TUBA, Z., BOTTYÁN, Z.:** *Fuzzy logic-based analogue forecasting and hybrid modelling of horizontal visibility*, *Meteorology and Atmospheric Physics*, 130, 265-277, 2018., DOI 10.1007/s00703-017-0513-1