

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM  
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

**Tuba Zoltán őrnagy**

**Analógiás elven alapuló korszerű  
látástávolság előrejelző eljárások  
kidolgozása és értékelése a katonai  
repülés meteorológiai támogatásához**

című doktori (PhD) értekezésének szerzői ismertetője

**Témavezető: dr. habil. Bottyán Zsolt őrnagy, PhD**

**BUDAPEST, 2019.**

## A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A fizikai környezetnek és ezen belül az időjárásnak a katonai műveletekre gyakorolt hatását már az ókorban is megfigyelték. Az akkori katonai vezetők számára komoly műveleti előnyt jelenthetett már csak annak pontos ismerete is, hogy az aktuális légköri állapot vagy az egyes légköri jelenségek milyen hatással bírnak a fizikai környezet más dimenzióira vagy a műveletben résztvevő élőerőre, technikai eszközökre. Tudták, hogy ez az információ befolyással bír a parancsnok döntéseire, azaz mai szavakkal megfogalmazva: fontos szerepe van a döntéshozatali folyamatban. Nyilvánvalóan abban a korban ez az információ inkább vizuális megfigyelések eredményeit és az időjárásról alkotott általános tudás felhasználását jelentette, mintsem konkrét mérési és előrejelzési adatokat. Mindezek ellenére ezen információk figyelembe vétele biztosan nem járt hátránnyal az akkori döntéshozó számára. A modern meteorológiai előrejelzések megjelenésével ez az előny még hatványozottabban jelentkezik, ha az említett hatásokat a légkör egy jövőbeni állapotára is összegezni tudjuk. Ez lehetővé teszi, hogy a megfelelő meteorológiai információkat ne csak a műveletek végrehajtásának, hanem tervezésének fázisában is felhasználhassuk. Könnyű belátni, hogy a hasonló erővel, feltételekkel rendelkező szembenálló felek közül az kerekedik felül, amelyik a döntéshozatali folyamatába hatékonyabban építi be a pontosabb észlelési, előrejelzési adatokat és jobban alkalmazkodik a fizikai környezet által szabott korlátokhoz. Ez fokozottan igaz napjainkban, amikor részletes mérési mezők, távérzékelési adatok és megalapozott meteorológiai előrejelzési

információk állnak rendelkezésre, és fokozottan igaz, amikor az időjárásra rendkívül érzékeny repülő technika alkalmazásáról kell döntenie a parancsnoknak. Ráadásul a repülések meteorológiai támogatása során a felhasználói oldal számára tipikusan olyan meteorológiai paraméterek (pl.: *látástávolság*, felhőalap magasság) értékei jelentik a korlátozó tényezőket, amelyek a hagyományos numerikus előrejelző modellek kimeneteiben csak származtatott mennyiségekként jelennek meg.

Ez a sokrétű bizonytalanság és az említett folyamatok időjárási méretskálákon elfoglalt helye azt eredményezi, hogy a repülőtéri előrejelzők számára az egyik legnagyobb kihívásként jelentkezik az olyan általános repülésmeteorológiai paraméterek előrejelzése, mint például a látástávolság.

A fenti kettősséget figyelembe véve arra a következtetésre juthatunk, hogy a meteorológiai támogató rendszer előrejelző elemeinek fejlesztésével, azaz korszerű prognosztikai eljárások kidolgozásával és alkalmazásával a katonai repülés műveleti hatékonysága és általában a repülésbiztonság szintje fokozható. Ennek azonban elengedhetetlen feltétele, hogy az alkalmazandó új eljárások olyan meteorológiai paraméterekhez kapcsolódjanak, amelyek relevanciája a műveletek szempontjából megkérdőjelezhetetlen.

Ezen gondolatmenet eredményeként döntöttem úgy, hogy az értekezésemben a látástávolság előrejelzésének problémakörével, mint a modern repülésmeteorológia egyik legnagyobb kihívásával kívánok foglalkozni, hiszen a légiközlekedés területén a meteorológiai vonatkozású korlátozó határértékek közül az egyik legtöbb a látástávolsághoz kapcsolódik. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kidolgozásra és alkalmazásra kerülő prognosztikai eljárások sikere ezen a szűk szakmai területen

kecsegtet a legnagyobb pozitív hatással. Döntésemet a fentiek mellett az operatív előrejelzőként eltöltött évtizedes gyakorlat tapasztalatai is megkönnyítették. A repülésmeteorológiai prognózisok készítésekor ugyanis számos alkalommal szembesültem a látástávolság előrejelzésének nehézségeivel. Az előrejelzések hibáit a saját belső indíttatásomon túl a repülési feladatokban érintett állomány is minden alkalommal igyekezett feltárni, ami így teljesen kizárta annak lehetőségét, hogy a kérdéses prognózisok legalább szubjektív verifikáció nélkül maradjanak. Mindez egyértelművé tette az előrejelzések folyamatos és minden részletre kiterjedő ellenőrzésének, verifikációjának szükségességét is, ami az operatív gyakorlati megfontolások mellett az új prognosztikai eljárások validációjához is elengedhetetlenül hozzátartozik. Ennek megfelelően az alkalmazásra kerülő modern eljárások hatékonyságának bizonyításához használt módszertani megközelítések is az értekezésemben megfogalmazott tudományos probléma szerves részét képezik.

## **KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK**

A fentiekben megfogalmazott tudományos probléma alapján értekezésem kutatási célkitűzéseit az alábbiakban határoztam meg:

1. A kutatási területemhez kötődő szakirodalmi vonatkozások felkutatása, áttekintése. A megfogalmazott tudományos probléma megoldását lehetővé tevő, hatékony látástávolság előrejelző módszer kiválasztása.
2. A kiválasztott modern előrejelző módszer hazai környezetben való adaptálása, kialakítása, valamint potenciális fejlesztése.
3. Saját verifikációs módszertan kidolgozása az előrejelző eljárások hatékonyságának bizonyítására és összehasonlító elemzésére.

4. Összetett verifikáció végrehajtása, a módszerek részletes összehasonlító elemzése, alkalmazhatóságuk igazolása a független ellenőrzés alapján.
5. Kutatási hipotéziseim igazolása vagy elvetése, majd összefoglaló következtetések és ajánlások megfogalmazása.

### **KUTATÁSI HIPOTÉZISEK MEGFOGALMAZÁSA**

Tekintettel a megfogalmazott tudományos problémára és kutatási célkitűzéseimre, értekezésemben az alábbi hipotéziseket kívánom igazolni:

1. Feltételezem, hogy az Analytic Hierarchy Process módszer segítségével meghatározott súlyok alkalmazása az analóg előrejelzés során növeli a látástávolság előrejelzés teljesítményét.
2. Úgy vélem, hogy a hibrid előrejelzések teljesítménye a numerikus előrejelzés növekvő súlya ellenére sem mutat szignifikáns visszaesést az analóg előrejelzéshez képest az abszolút kategória eltérést figyelembe vevő súlyozás miatt.
3. Feltételezésem szerint ultrarövid időtávon mind az analóg, mind pedig a hibrid látástávolság előrejelzések gyakorlati alkalmazása magas hozzáadott értéket jelentene a katonai repülések meteorológiai támogatása során.
4. Feltételezem, hogy az analóg és a hibrid látástávolság előrejelzések alkalmazhatósága értelmezési tartományukban független a kategória határ megválasztásától.
5. Úgy vélem, hogy a csökkent látástávolság, mint veszélyforrás pontosabb előrejelzése hozzájárul az ehhez kapcsolódó biztonsági kockázat mérsékléséhez és így a repülések biztonságos végrehajtásához.

## KUTATÁSI MÓDSZEREK

Értekezésem összeállításához szükséges tudományos kutatómunkám során az alábbi kutatási módszereket alkalmaztam:

- A szakirodalmi kutatás módszerét alkalmazva – a kutatásomhoz szükséges mértékben – megvizsgáltam és értékeltem a feltételes klimatológiai vizsgálatok alkalmazott módszertanát, elméleti hátterét. Vizsgáltam továbbá a látástávolság előrejelzésével kapcsolatos kutatások és kísérletek eredményeit, különös tekintettel az analógiás módszerek metodikájára. Széleskörűen áttekintettem az Analytic Hierarchy Process eljárás matematikai hátterét részletező szakcikkeket, valamint a módszer gyakorlati alkalmazását bemutató szakirodalmi vonatkozásokat. Alaposan tanulmányoztam a meteorológiai szakterület verifikációs eljárásaihoz kapcsolódó szakcikkeket, különös tekintettel a különböző típusú repülésmeteorológiai produktumok összehasonlító ellenőrzésére.
- A feltárt szakirodalmi ismeretanyagra alapozva az analízis–szintézis módszerét alkalmazva összefüggéseket állapítottam meg a különböző meteorológiai paraméterek feltételes klimatológiai gyakoriságai között, majd a feltárt összefüggéseket felhasználtam az analóg előrejelzések fejlesztésénél használt súlyok meghatározása során. Szintén az elemző vizsgálataimra alapozva választottam ki a verifikációs időszak kijelölése előtt az esettanulmányok lefolytatására alkalmas időjárási szituációkat, melyekkel előrevetítettem az alkalmazott eljárások jövőbeli hatékonyságát.
- Matematikai módszerek alkalmazásával modelleztem az előrejelzési folyamatot. Majd hosszabb időszakra vonatkozó szimuláció

segítségével előállítottam a tézisek igazolásához szükséges verifikációs adathalmazt.

- A verifikációs eljárások eredményeinek összehasonlító elemzésére alapozva az indukció módszerét alkalmazva igazoltam hipotézisem megalapozottságát.
- Mind hallgatóként, mind pedig előadóként részt vettem repülésmeteorológiai előrejelzések témakörét érintő hazai és nemzetközi konferenciákon, illetve előadásokon. Kutatómunkám során felhasználtam az azokon szerzett tapasztalatokat.
- A kutatásom során a hazai és nemzetközi konferenciákon, szakmai előadásokon és személyes megkereséseket követően is konzultáltam a témában jártas szakemberekkel. Véleményeiket, tanácsaikat, saját meglátásaimmal ötvözve folyamatosan finomhangoltam kutatási irányaimat, javítottam az esetleges hibás elképzeléseket.

## **AZ ELVÉGZETT VIZSGÁLATOK ÖSSZEFOGLALÓ LEÍRÁSA ÉS ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEI**

### **I. A KATONAI REPÜLSZMETEOROLÓGIAI TÁMOGATÁS RENDSZERE**

Ebben a fejezetben a katonai repülésmeteorológiai támogatás rendszerét mutattam be részletesen. A vázolt szabályozói háttér összetettsége és a szabályozói háttér meteorológiai szakmai valamint katonai elemeinek szoros összefonódása megkérdőjelezhetetlenné teszi a meteorológiai támogató tevékenység szerepét a katonai repülések biztosításában. A meteorológiai támogatás valós végrehajtása többszintű, jól felépített szervezeti struktúrára épül, ami képes modern, újszerű előrejelzési eljárások gyakorlati adaptálására.

A támogatás alapelveinek szisztematikus megtartásával a meteorológiai támogatás a felhasználói igényekhez és a műveletek szükségleteihez igazodva látja el releváns információkkal a döntéshozókat a döntéshozatali folyamat megfelelő szakaszaiban. Ahogyan korábban is megfogalmaztam: a döntéshozatali folyamat során a cél annak a cselekvési változatnak a kiválasztása, amely a kívánt végállapothoz legközelebb segíti a döntés meghozatalában érdekelt felet. Ennek érdekében a döntéshozatali folyamat bemeneti információinak minél pontosabbá tétele és ebből adódóan a lehetséges bizonytalanságok csökkentése a döntéshozó elemi érdeke.

Az értekezésemben bemutatásra kerülő látástávolság előrejelző eljárás nem sérti a korábban vázolt alapelveket, illetve nem igényli a katonai repülések meteorológiai támogatását végző szervezeti struktúra legkisebb mértékű átalakítását sem. Mind a repülőtéren, mind pedig a központi támogató elemek munkafolyamataiba egyszerűen integrálható.

## II. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben vizsgált témakörök tudományos kutatási eredményeit áttekintő jelleggel, a főbb eredmények és a fejlődés tudománytörténeti lépéseinek bemutatásával igyekeztem szemléltetni. Ennek érdekében először a látástávolság előrejelzésének problémakörét magának a látástávolságnak, mint meteorológiai változónak a fizikai értelmezésével közelítettem meg. Itt rámutattam a fizikai háttér összetettségére, ami még napjainkban is fontos akadályozó szerepet játszik a látástávolságot befolyásoló fizikai és kémiai folyamatok pontos modellezésében. Ezzel párhuzamosan tisztáztam a látástávolsághoz kötődő fogalmakat és kifejezéseket, amelyek a meteorológiai támogatást szabályozó dokumentumokban is megjelennek.



A látástávolság előrejelzésével kapcsolatos szakirodalmi vonatkozásokat a repülésmeteorológia hőskorától kezdődően kronológiai sorrendben tekintetem át. Az itt megadott leírásoknak nem volt célja a teljesség igénye, sokkal inkább a főbb eredmények és a fejlődés tudománytörténeti lépéseinek bemutatására törekedtem. Megállapítottam, hogy a látástávolság előrejelzése már a repülésmeteorológiai tudományos kutatások kezdetétől központi szerepet kapott. Ennek ellenére az alkalmazott eljárások csak nagyon lassú fejlődésen mentek keresztül, egy-egy meghatározóbb előrelépéshez gyakran évtizedes távlatokra volt szükség. Ráadásul a mai modern eljárások és előrejelző megoldások mellett sem lehetünk tökéletesen elégedettek a szakterület vívmányaival. Annyi azonban nagy biztonsággal megállapítható, hogy napjaink leghatékonyabb látástávolság előrejelző eljárásai kivétel nélkül statisztikai alapú módszertanra épülnek. Ez a tény fontos szerepet játszott az értekezésemben kifejtett módszertani megközelítés kiválasztása és fejlesztési irányainak kijelölése során egyaránt.

Az fejezet befejező részében a repülésre veszélyes egyéb paraméterekkel kapcsolatos szakirodalmi vonatkozásokat is bemutattam áttekintő jelleggel, aminek a bemutatás mellett az is volt a célja, hogy a fuzzy logikán alapuló analógiás előrejelzések egyéb meteorológiai változókra való alkalmazhatóságának kérdését is megvizsgálja. Ennek eredményeként arra jutottam, hogy a felhőalap magasság mellett a szélökés előrejelzés esetén lehet realitása az analógiás módszer alkalmazásának, tekintettel arra, hogy ezeknek a paramétereknek az esetében a lokális befolyásoló tényezők szerepe kiemelkedően magas.

### III. A REPÜLÉSMETEOROLÓGIA REPÜLÉSBIZTONSÁGI ASPEKTUSAI

A meteorológiai szakterületnek és azon belül több más paraméterrel egyetemben a látásávsólságnak kiemelt szerepe van a repülések során. Ezt nem csak a szakirodalmi vonatkozások megállapításai és az analitikus úton származtatott elméleti megfontolások, hanem az időjárású okokkal összefüggésbe hozható repülő események szomorú statisztikái is igazolják. Ezek közül talán az utóbbi a legkegyetlenebb ösztönzője azoknak a repülésbiztonsági ajánlásoknak, amelyek az EASA és az ICAO stratégiai céljaival összhangban olyan kutatás-fejlesztési vagy gyakorlati megvalósítási projekteket, programokat hívnak életre, amelyek a repülésbiztonság magasabb szintjének elérését kívánják közvetett úton megvalósítani. Nem nehéz észrevenni, hogy a repülésmeteorológiai kutatások, fejlesztések oldalán megjelenő célok, a repülésbiztonsági szakterületen már csak az ott kitűzött célok megvalósításának eszközeiként öltenek testet. Ez az egymásra épülő rendszer a folyamatos visszacsatolásokkal kiegészülve teszi lehetővé, hogy az egyre pontosabb előrejelzések ténylegesen hozzájáruljanak a repülésbiztonság magasabb szintjének biztosításához.

Azt azonban a prognosztikai produktumokat alkalmazó felhasználói közösségeknek kell megérteni, hogy a meteorológiai előrejelzések tartalmát a gyakorlatban hogyan kapcsolják össze a kezelendő kockázatokkal és használják fel a célok elérése érdekében. Az egyértelműség fenntartásáért célszerű az előrejelzéseket nem biztos állításokként, hanem a bizonytalanságot csökkentő eszközökként kezelni. Ez módszertanában is közelebb áll a repülésbiztonság területén

alkalmazott kockázatkezelő eljárásokhoz és könnyebben érthetővé teszi a meteorológiai információ szerepét a biztonságirányítási rendszerek működtetése során.

Deduktív érveléssel megállapítottam, hogy a veszélyforrások pontosabb előrejelzése, azaz például a hatékonyabb, jobb verifikációs eredményekkel rendelkező előrejelző eljárások alkalmazása, megteremti a kockázatok sikeres kezelésének lehetőségét.

#### IV. ANALÓGIÁS ÉS HIBRID MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A HORIZONTÁLIS LÁTÁSTÁVOLSÁG ELŐREJELZÉSÉBEN

Ebben a fejezetben bemutattam a katonai repülés meteorológiai támogatásához kialakított látástávolság előrejelző eljárások konstrukciós hátterét, a módszer kifejlesztése és alkalmazása során felhasznált eljárások módszertani leírását. Ezek során a szakirodalmi vonatkozásokat is figyelembe véve részletesen kitértem az analógiás elven alapuló prognosztikai eljárás működésére, alaposan kifejtve az AHP módszer felhasználásának részletkérdéseit is. A numerikus és analóg előrejelzések párosításával bevezettem a hibrid előrejelzéseket, amelyek az előbbi eljárások lineáris kombinációjaként állnak elő.

Végül kitértem a felhasznált adatok kérdésére is, melynek során tisztáztam, hogy a tisztán analóg előrejelzések kizárólag METAR táviratokat igényelnek bemeneti adatokként, ami egyben azt is jelenti, hogy amennyiben historikus adatbázis rendelkezésre áll, akkor az előrejelző módszer szinte átalakítás nélkül alkalmazható. Ebből következik, hogy műveleti környezetben is könnyen adaptálható a fenti adatok elérhetősége esetén, ami az általában adathiányos műveleti területeken nagy értékkel bír.

## V. A LÁTÁSTÁVOLSÁG ELŐREJELZŐ MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ VERIFIKÁCIÓJA

Ez a fejezet két nagyobb alfejezetre tagolódott. Ezek közül az elsőben magát az alkalmazott verifikációs módszert és a felhasznált adatokat, míg a másodikban a módszertan alkalmazásával előálló verifikációs eredményeket mutattam be.

A verifikációs eljárások alapos szakirodalmi áttekintése után a vizsgált előrejelzések ellenőrzésére a kategorikus előrejelzések verifikációja esetén alkalmazható eljárást választottam ki. Ebben nagy súllyal az is szerepet játszott, hogy a repülési eljárások alkalmazása során is gyakran dinamikusan változó, különböző szempontokat követő határértékek figyelembe vételére van szükség a látástávolság vonatkozásában. A választott módszer a verifikációs alapelvek megtartása mellett tudta biztosítani a kiértékelés teljes értékű végrehajtását. Kizárólag a TAF táviratok verifikációja esetén nem volt ez biztosított, így azok esetében az előrejelzések kategorikus kiértékelését lehetővé tévő, önálló verifikációs módszertan került kidolgozásra. Ennek a TAF verifikációs eljárásnak az operatív használatba vétele folyamatban van az MH GEOSZ Meteorológiai Támogató Osztályán a teljes katonai repülésmeteorológiai támogatás kiértékelése érdekében.

A verifikációs eredményeket bemutató részben több alkalommal is rámutattam a teljeskörű, részletes verifikáció fontosságára. Az eredmények alapján egyértelművé tettem, hogy az AHP módszerrel meghatározott súlyok jelentősen javítottak az analógiás előrejelzés teljesítményén.

A TAF táviratok eredményeivel történő összehasonlítás alapján megállapítottam, hogy az analóg és a hibrid előrejelzések lényegesen jobb verifikációs eredményei miatt ezen előrejelzések alkalmazása magas hozzáadott értékkel bírna a repülésmeteorológiai támogatás végrehajtása során. Ráadásul az eredmények azt a feltételezést is alátámasztották, miszerint alkalmazásuk független a kategória határ megválasztásától.

A hibrid előrejelzések időben stabil eredményeire alapozva az is kijelenthető, hogy a hibrid előrejelzések teljesítménye a numerikus előrejelzés növekvő súlya ellenére sem mutat szignifikáns visszaesést az analóg előrejelzéshez képest az abszolút kategória eltérést figyelembe vevő súlyozás miatt.

## ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Átfogó, részletes szakirodalmi kutatást hajtottam végre a látástávolság előrejelzésének kérdéskörében, melynek eredményeként egy olyan magyar nyelvű, összefoglaló munkát dolgoztam ki, ami a látástávolság előrejelzésével kapcsolatos tudományos kutatások jó elméleti kiindulási alapja lehet.
2. Elfogulatlan módszertant képviselő, átfogó verifikációs eljárások segítségével bebizonyítottam az AHP súlyok alkalmazásának hasznosságát az analógiás előrejelzések esetében.
3. Olyan összetett TAF verifikációs módszertant dolgoztam ki, ami lehetővé teszi a kitűzött ellenőrzési alapelvek megtartása mellett a különböző típusú előrejelzések összehasonlító verifikációját. Ennek segítségével megmutattam, hogy az analóg és hibrid előrejelzések verifikációs eredményei ultra-rövid időtávon meghaladják a repülőtéri előrejelzések teljesítményét függetlenül a választott kategória határtól.
4. A verifikációs eredmények alapján igazoltam, hogy a hibrid előrejelzések, a numerikus előrejelzések kezdeti ( $t+0000$ ) beválásának figyelembe vételével, az analóg modell teljesítményének szintjére kerülnek.
5. Deduktív megközelítéseket alkalmazva megállapítottam, hogy az alacsony látástávolság, mint veszélyforrás pontosabb előrejelzésével az ehhez kapcsolódó repülésbiztonsági kockázat mérsékelhető, hozzájárulva ezzel a repülések biztonságosabb végrehajtásához.

## AJÁNLÁSOK

Javaslom az értekezésemben bemutatott verifikációs módszertan operatív alkalmazását az MH repülésmeteorológiai előrejelzéseinek előírás szerinti verifikációs kötelezettségének teljesítése során.

Javaslom a kidolgozott előrejelző módszerek operatív alkalmazását a katonai repülések meteorológiai biztosítása során a repülésbiztonsági kockázatok csökkentése és a műveleti hatékonyság növelése érdekében. Javaslom, hogy a hibrid előrejelzések alkalmazásba vétele esetén az összeállításukhoz szükséges numerikus modell adatok előállítását az MH külső segítség és produktum igénybevétele nélkül önállóan végezze, biztosítva ezzel a nem katonai szervezetektől való függőségének csökkentését.

Javaslom, hogy értekezésem tudományos eredményeit és következtetéseit építsék be a meteorológus tisztek szakmai felkészítésének tematikájába.

## TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

### LEKTORÁLT FOLYÓIRATBAN MEGJELENT CIKKEK

1. **Tuba Zoltán**, Wantuch Ferenc, Bottyán Zsolt, Hadobács Katalin, Jámbor Krisztián: Repülésmeteorológiai klíma adatok felhasználásának lehetséges aspektusai pilóta nélküli repülőeszközök (uav-k) meteorológiai támogatásában. SZOLNOKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK 16: pp. 192-197. (2012)
2. Bottyán Zsolt, Wantuch Ferenc, **Tuba Zoltán**, Hadobács Katalin, Jámbor Krisztián: Repülésmeteorológiai klíma adatbázis kialakítása az UAV-k komplex meteorológiai támogató rendszeréhez. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 24:(3) pp. 11-18. (2012)
3. **Tuba Zoltán**, Bottyán Zsolt, Wantuch Ferenc, Vidnyánszky Zoltán, Hadobács Katalin: Javaslat katonai műveletek tervezésének meteorológiai támogatási modelljére. HADMÉRNÖK 8:(3) pp. 294-304. (2013)
4. Hadobács Katalin, **Tuba Zoltán**, Wantuch Ferenc, Bottyán Zsolt, Vidnyánszky Zoltán: A pilóta nélküli légi járművek meteorológiai támogató rendszerének kialakítása és alkalmazhatóságának bemutatása esettanulmányokon keresztül. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 25:(2) pp. 405-421. (2013)
5. **Tuba Zoltán**: Pilótanélküli repülőeszközök (UAV-k) és a látástávolság egyes kérdései. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 26:(2) pp. 94-105. (2014)
6. **Tuba Zoltán**: Merevszárnyú repülőgépek felületi jegesedésének alternatív csökkentési módszerei. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 1: pp. 46-58. (2014)
7. **Tuba Zoltán**: A repülésmeteorológia biztonságtechnikai vonatkozásai. HONVÉDSÉGI SZEMLE: A MAGYAR HONVÉDSÉG KÖZPONTI FOLYÓIRATA (2008-) 143: pp. 90-96. (2015)
8. **Tuba Zoltán**, Bottyán Zsolt: Analógiás elven alapuló repülésmeteorológiai előrejelzések és a makroszinoptikus időjárási szituációk kapcsolatának vizsgálata. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 27:(2) pp. 162-168. (2015)



9. **Tuba Zoltán**, Kardos Péter, Szabó Péter: AMDAR adatok lehetséges felhasználása a repülésmeteorológiai előrejelzésben. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 28:(2) pp. 165-178. (2016)
10. **Tuba Zoltán**, Bottyán Zsolt: Analóg és hibrid módszerek alkalmazása a horizontális látástávolság előrejelzésében. REPÜLÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK 29:(2) pp. 211-224. (2017)

#### IDEGEN NYELVŰ KIADVÁNYBAN MEGJELENT CIKKEK

1. **Tuba Z**, Vidnyánszky Z, Bottyán Z, Wantuch F, Hadobács K: Application of Analytic Hierarchy Process in fuzzy logic-based meteorological support system of unmanned aerial vehicles ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY SCIENCE (AARMS) 12:(2) pp. 221-228. (2013)
2. Bottyán Z, Gyöngyösi A Z, Wantuch F, **Tuba Z**, Kurunczi R, Kardos P, Istenes Z, Weidinger T, Hadobács K, Szabó Z, Balczó M, Varga Á, Bíróné Kircsi A, Horváth Gy: Measuring and Modeling of Hazardous Weather Phenomena to Aviation Using the Hungarian Unmanned Meteorological Aircraft System (HUMAS) IDŐJÁRÁS / QUARTERLY JOURNAL OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE 119 (3) pp. 307-335. (2015)
3. **Tuba Z**, Bottyán Z: Fuzzy Logic-Based Analogue Forecasting and Hybrid Modeling of Horizontal Visibility METEOROLOGY AND ATMOSPHERIC PHYSICS 130:(2) pp. 265-277. (2018)

#### KONFERENCIA KIADVÁNYBAN MEGJELENT ELŐADÁS

1. Complex weather support system for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) mission planning and execution In: Proceedings of Annual meeting of European Meteorological Society. Konferencia helye, ideje: Reading, Egyesült Királyság, 2013.09.09-2013.09.13. Reading: p. 1.
2. Application of Analogue Ensemble in Horizontal Visibility Forecasting In: Proceedings of Annual meeting of European Meteorological Society. EMS Annual Meeting Abstracts Vol. 14, EMS2017-208 Konferencia helye, ideje: Dublin, Írország 2017.09.04-07.

## DOKTORJELÖLT SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA

### Személyi adatok:

Név: Tuba Zoltán őrnagy  
Születési idő: 1978. szeptember 28.  
E-mail cím: tuba.zoltan@hm.gov.hu  
tubazoltan.met@gmail.com



---

### Munkahely/beosztások:

- 2017- **főtiszt, meteorológiai szakértő**, Honvédelmi Minisztérium, Állami Légügyi Főosztály, Repülésfelügyeleti Osztály
- 2014-2016 **meteorológus főtit**, MH Geoinformációs Szolgálat, Meteorológiai Támogató Osztály
- 2007-2014 **csoportparancsnok**, MH 86. Szolnok Helikopter Bázis, Biztosító Alegységek, Hadművelési Központ, Meteorológiai Csoport
- 2004-2007 **meteorológus tiszt, megbízott csoportparancsnok**, MH 86. Szolnok Helikopter Ezred, Hadművelési Központ, Meteorológiai Csoport
- 2003-2004 **meteorológus tiszt**, MH 87. Bakony Harcihelikopter Ezred

### Tanulmányok:

- 2012-2015 Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, **Katonai Műszaki Doktori Iskola**
- 1997-2003 Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, **Meteorológus szak**
- 1993-1997 Bercsényi Miklós Gimnázium, Győr

### Tagságok:

- 2019- Magyar Meteorológiai Társaság, Repülésmeteorológiai Szakosztály, titkár
- 1998- Magyar Meteorológiai Társaság

### **Szakmai tanfolyamok:**

- 2018 Oversight of Provision of MET Information, Institute of Air Navigation, Luxemburg
- 2016 Térinformatikai tanfolyamok (kezdő, középfaladó, haladó)
- 2011 NATO METOC Orientation Course, NATO School, Oberammergau, Németország
- 2007 Weather Officer Course, Biloxi, Mississippi, USA

### **Egyéb szakmai tevékenység:**

- 2016- a GINOP-2.3.2-15-2016-00007 pályázat „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos kutatási potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen (VOLARE)” megbízott kutatója
- 2012-2013 a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 pályázat „Pilóta nélküli repülőeszközök komplex meteorológiai támogatási rendszerének kidolgozása” (UAV\_MET) megbízott kutatója
- 2010 Meteorológiai asszisztensi tanfolyam, tájékoztatási modul, oktatási tevékenység
- 2010 ELTE TTK Földtudományi alapszak, szakdolgozati témavezetés
- 2009 Meteorológiai asszisztensi tanfolyam, távérzékelési modul, oktatási tevékenység
- 2009-2014 az első meteorológus beosztásukba készülő tisztek szakmai, gyakorlati képzésében, felkészítésében való részvétel
- 2004-2014 a repülő-hajózó állomány meteorológia tárgyú képzésében és vizsgáztatásában való részvétel

### **Nyelvismeret:**

Angol STANAG 3.3.3.3, katonai szaknyelvi felsőfok C, Orosz alapfok C

### **Egyéb:**

Számítógépes ismeretek (ECDL 7 modul), programozási ismeretek (Visual Basic for Applications, C), B kategóriás jogosítvány