

Wantuch Ferenc, Gáspár Nikolett

A MAGYARORSZÁGI REPÜLŐTEREKEN ELŐFORDULÓ VESZÉLYES IDŐJÁRÁSI JELENSÉGEK SZINOPTIKUS KLIMATOLÓGIAI ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Megközelítőleg minden ötödik repülőbalesetben vagy repülési eseményben szerepet játszik az időjárás. Ahhoz, hogy meg tudjuk becsülni azt, hogy az időjárás mennyire veszélyezteti a repülések biztonságos végrehajtását, szükség van arra, hogy klimatológiai szempontból feltérképezzük a különböző földrajzi elhelyezkedésű repülőterek sajátosságait. Magyarországi repülőtereken vizsgáltuk meg, repülésre veszélyes időjárási elemek előfordulását. Dolgozatunkban a fél óránként kiadott METAR táviratokat dolgoztunk fel. Defináltuk a repülésre veszélyes jelenségeket. Vizsgáltuk az egyes időjárási elemek együttes megjelenését, épp úgy, mint évszakos gyakoriságát. Ahhoz, hogy az előforduló veszélyeket megfelelően tudjuk értelmezni, pontozást vezettünk be. A pontozás tekintettel van a kapott jelenség veszélyességének mértékére is. Együttes előfordulás esetén a veszélyességi pontszámok összeadódnak. A dolgozatban közölt szinoptikus klimatológiai feldolgozások alapjául szolgálhatnak egy időjárási kockázatbecslési módszer kialakításának.

Kulcsszavak: szinoptikus klimatológia, METAR távirat, veszélyes jelenségek, kockázatbecslés

BEVEZETÉS

A repülést, a repülés biztonságos végrehajtását, több meteorológiai elem alapvetően befolyásolja. A kis léptékű, időben és térben gyorsan változó időjárási jelenségek ismerete különösen fontos, hiszen ezek jelentik a legnagyobb veszélyt a repülésre [1]. A repülésre veszélyes időjárási jelenségek közé tartozik többek között az alacsony felhőalap, rossz látási viszonyok, az erős szél és szélleökés.

A célunk az volt, hogy a repülésre veszélyes időjárási jelenségeket egy részben szubjektív – általunk létrehozott pontozási rendszerrel jellemezzük, amely lehetővé teszi, hogy képet kapjunk az egyes repülőterek „veszélyességéről”, illetve az egyes repülésre veszélyes időjárási jelenségek előfordulásának gyakoriságáról a hazai repülőtereken (Budapest, Szolnok, Pápa, Kecskemét).

A kialakított pontozás által lehetőség nyílik szinoptikus klimatológiai vizsgálatokra, valamint az egyes repülőterek szinoptikus klimatológiai összehasonlítására.

FELHASZNÁLT ADATOK, PONTOZÁSI RENDSZER

Vizsgálatunkhoz a Repülésmeteorológiai Klíma Adatbázisban [2] szereplő budapesti, szolnoki, pápai és kecskeméti reptérre kiadott METAR táviratokat használtuk fel. Az adatbázis lehetővé teszi valamennyi METAR táviratban szereplő paraméter lekérését napi, havi, éves bontásban és összevont formában is.

A táviratokban szereplő időjárási paramétereket (felhőzet, látástávolság, szél, széllekés) a 2006–2016-os időszakra gyűjtöttük ki napi bontásban és egy általunk fejlesztett programmal pontoztunk.

A METAR táviratok pontozásához, a pontszámok kiszámításához egy C- nyelvű feldolgozó programot írtunk [3]. A program a kialakított pontozási rendszerben szereplő kritériumok alapján pontozta a táviratban szereplő, kiválasztott elemeket, majd a kapott pontokat fájlba gyűjtötte.

Ezt követően a vizsgált 4 repülőtér mindegyikére létrehoztunk egy adatbázist, amely tartalmazza a 2006–2016-os időszak kiválasztott elemeinek pontszámát napi bontásban. A napi pontszámokból Microsoft Excel táblázatkezelő segítségével a vizsgált elemekre havi értékeket számítottunk.

Pontozás

Az alapszél esetében a 25 csomós vagy annál erősebb szelet pontoztuk, ez alapján a 25 és 35 csomó közti szélerősség 1 pontot, míg a 35 csomónál erősebb szél 2 pontot kapott. A széllekés pontozása az alapszélhez hasonló, azonban itt a 25–35 csomó erősségű széllekés 3 pontot, míg a 35 csomónál erősebb lökések esetében 4 pontot adtunk.

A látástávolság pontozásánál az 1500 méternél alacsonyabb értékeket, a felhőzet pontozásánál az OVC, BKN mennyiségnél az 1500 ft alatti felhőalapokat vettük figyelembe. A tornyos gomolyfelhő (TCU) és a zivatarfelhőt (CB) szintén pontoztuk.

A METAR táviratokban szereplő, repülésre veszélyes időjárási elemek pontozása az 1. táblázatban látható. A pontozás azonban csak részben szubjektív hiszen az 1. táblázatban közölt kategóriák a nemzetközi repülésmeteorológia szabályzóiban szerepelnek.

	kategória	pontszám
szélerősség	25–35 KT	1
	35 KT <	2
széllekés	25–35 KT	3
	35 KT <	4
látástávolság	1500 m >	1
	800 m >	2
	600 m >	3
	350 m >	4
felhőalap (BKN, OVC)	1500 ft >	1
	500 ft >	2
	200 ft >	3
	100 ft >	4
felhőzet (TCU, Cb)	TCU	1
	Cb	2

1. táblázat A repülésre veszélyes időjárási elemek pontozási rendszere

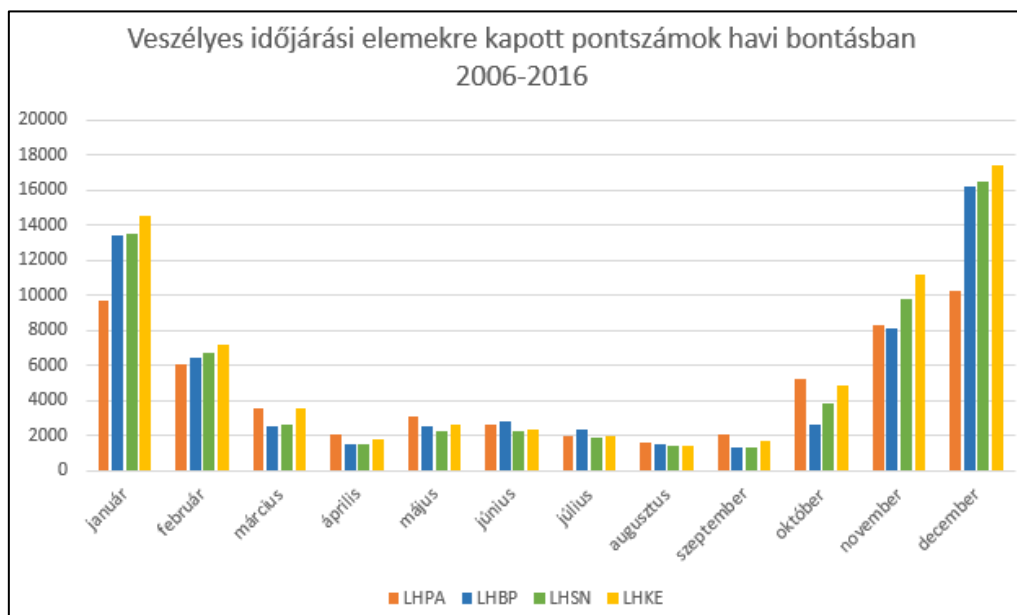
EREDMÉNYEK

Egy vizsgált repülőtéren, egy vizsgált veszélyes időjárási elem esetében, csaknem kétszázezer félóra adatait kellett pontoznunk a vizsgált 11 év során. Mivel a pontozási táblában jelenleg öt veszélyes időjárási jelenség szerepel, ezért állomásonként csaknem 1 millió kiértékelést kellett elvégeznünk. Mivel négy repülőterre végeztük a vizsgálatot ezért négymillió időjárás-jelentést kellett pontoznunk különböző elemek szerint az 1. táblázat alapján. Ahhoz, hogy ezt a munkát viszonylag gyorsan el tudjuk végezni a már említett C nyelvű célprogramot fejlesztettünk ki a számítások felgyorsítása végett. A veszélyes időjárási elemek előfordulási gyakoriságának kiértékelésén túl azt is elvárhatjuk az ismertetett feldolgozástól, hogy az előrejelző szakemberek figyelmét felhívja arra, hogy különböző földrajzi elhelyezkedésű [4] repülőtereken az év különböző szakaszaiban, melyik időjárási elemre kell fokozottan figyelni.

Ha valamennyi veszélyes időjárási elemre kapott pontszámot összeadjuk és a vizsgált 11 évre havi bontásban ábrázoljuk az eredményt, akkor azt kapjuk, hogy összességben látszólag nincs nagy különbség a repülőterek között. A legveszélyesebbek a téli hónapok, míg a nyári időszak a pontszámok alapján kevésbé veszélyesnek tekinthető. Ez azzal magyarázható, hogy a téli időszakban előforduló ködös helyzetek hosszabb ideig tartanak, mint egy-egy nyári zivatar. A legmagasabb veszélyességi pontszámot tükröző félórák pontszámai a következők voltak:

→ Budapest 8, Pápa 11, Kecskemét és Szolnok 10 pont.

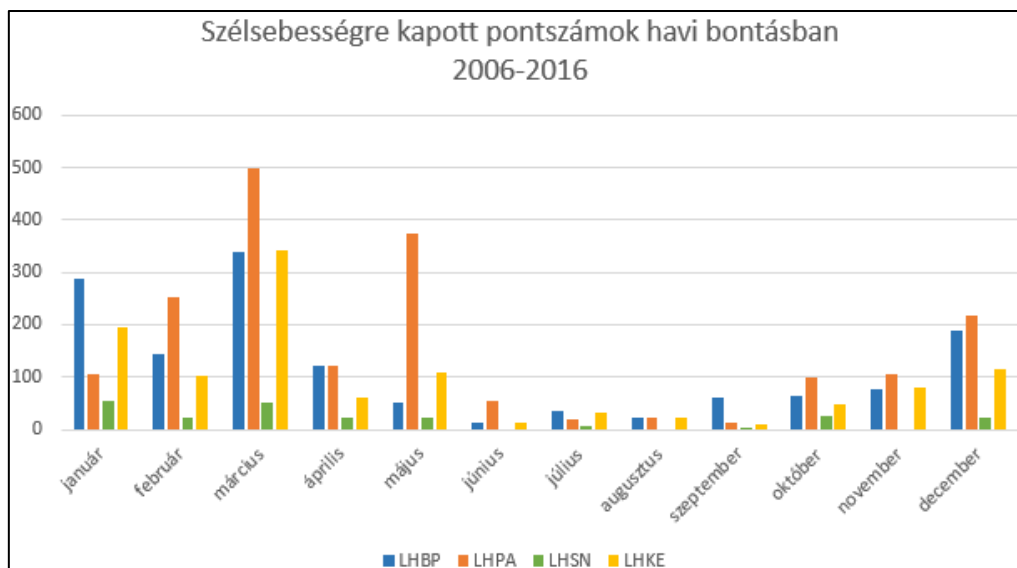
A legmagasabb értéket produkáló pápai félórák a nevezetes 2013.03.14 intenzív havazás és hófúvásakor keletkeztek, hiszen ekkor erős szél volt, jelentős széllekedésekkel, rossz volt a látástávolság és nagy mennyiségű igen alacsony felhőzet is előfordult. A szóban forgó időpontban az egész ország közlekedése lebénult.



1. ábra A veszélyes időjárási elemekre kapott pontszámok havi bontásban

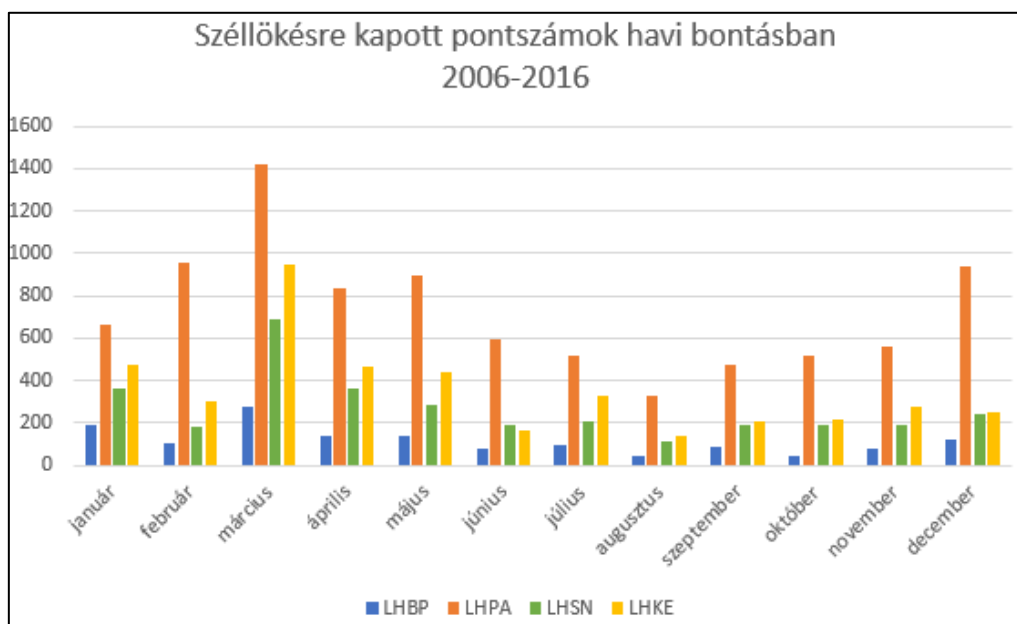
Az 1. ábra azonban kissé félrevezető, hiszen a veszélyes időjárási elemekre kapott pontszámok összetétele repülőterenként nagyon is különböző. Ez tükrözi repülőterenként a veszélyes időjárási elemek eltérő megjelenését.

Ha a szélsébséget vizsgáljuk, szembeűnő, hogy a Pápai repűlőteren az év nagy részében a domináns veszélyes időjárásí elem a szél (2. ábra). A szellőkések esetén ez a hatás még jobban kidomborodik, mint később látni fogjuk (3. ábra).



2. ábra A szélsébségre kapott pontszámok havi bontásban

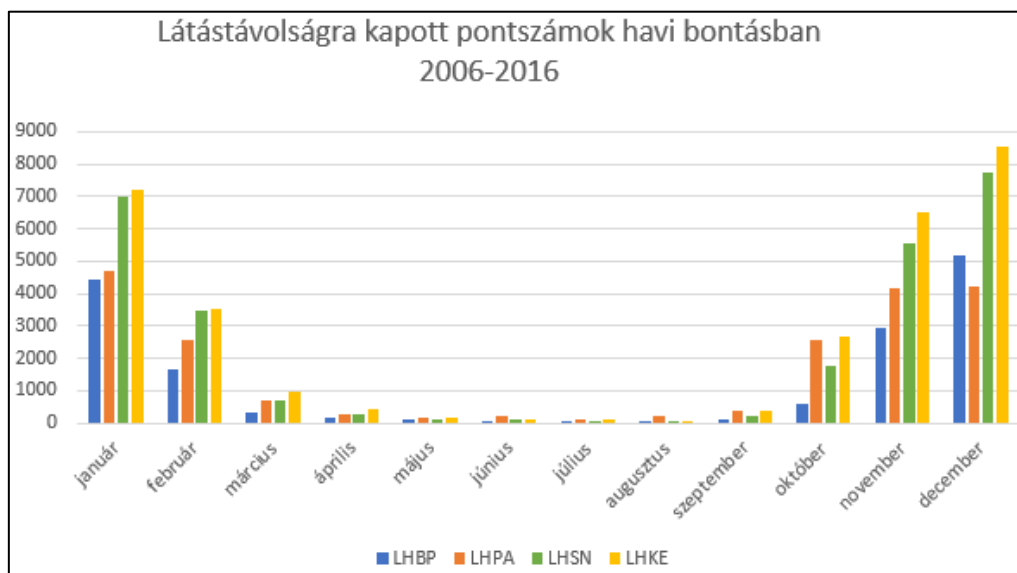
Ha valamennyi repűlőteret egyűttesen vizsgáljuk akkor a szélsébségre kapott pontszámok tekintetében tavaszi maximum rajzolódik ki, amely az év ezen időszakában fűjő „bűjti” szeleknek köszönhető (2. ábra). Az év többi részében 25 csomónál erősebb szelek kevesebb alkalommal fordulnak elő a vizsgált repűlőtereken. A kapott pontszámok alapján a legszelesebb repűlőter a pápai, míg a legkevesébs szeles repűlőter a szolnoki.



3. ábra A szellőkésre kapott pontszámok havi bontásban

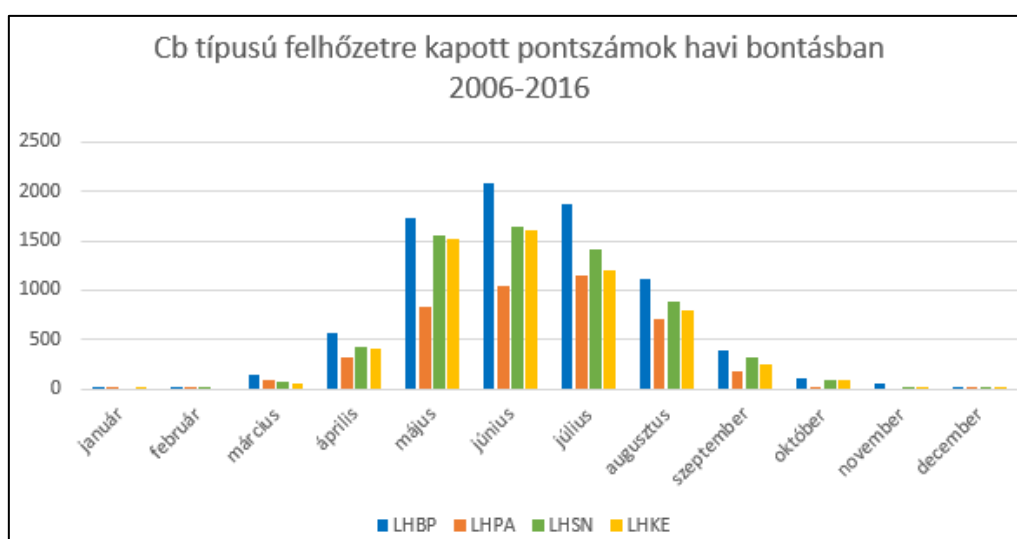
A 2. ábrán a szellőkésekre kapott pontszámok láthatók havi bontásban. A diagramon kirajzolódik, hogy minden hónapban a pápai repűlőter kapta a legmagasabb pontszámot. A vizsgált repűlőtereket nézve, láthatjuk, hogy a tavaszi időszak kedvez a szellőkések kialakulásának,

ekkor a pápai repülőtérre kapott pontszám közel kétszerese a többi repülőtér pontszámának. A jelentős eltérés és azzal magyarázható, hogy a Pápai repülőtér található az ország legszelesebb Kisalföldi részéhez legközelebb [4]. Budapest a szállókésre kapott pontszámok tekintetében a négy repülőtér között az utolsó, azaz megállapíthatjuk, hogy a szél a főváros tekintetében hordozza a legkisebb kockázatot.



4. ábra: A látástávolságra kapott pontszámok havi bontásban

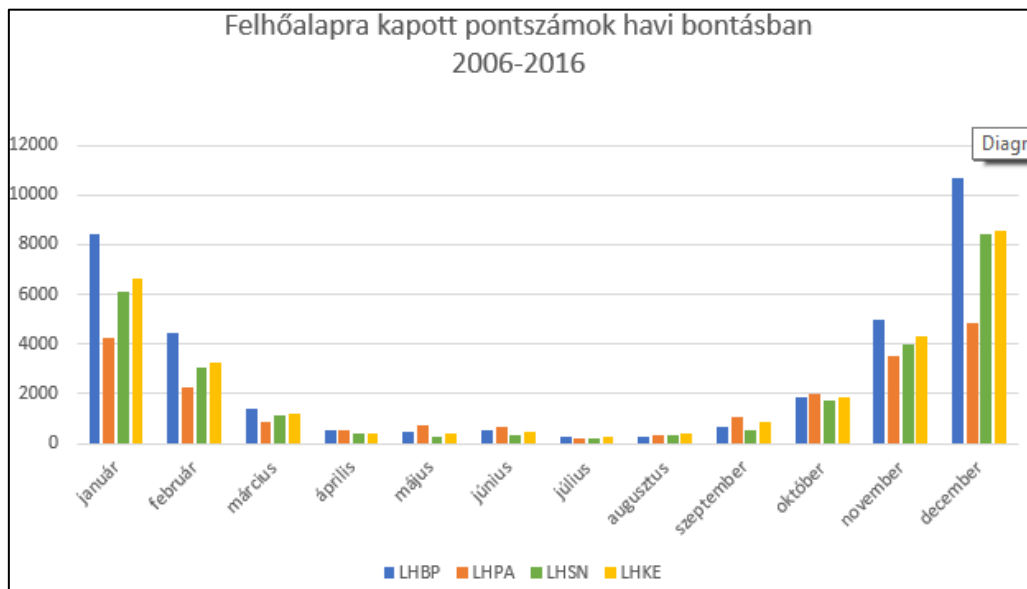
A látástávolságra kapott pontszámok a vizsgált repülőterek mindegyikén a téli időszakban a legmagasabbak, ez a gyakori és hosszú ideig fennálló ködös helyzeteknek köszönhető (3. ábra). A legalacsonyabb látástávolság értékek a két Alföldi repülőtérén – a Szolnokin és a Kecskeméti fordultak elő Pápan az alacsony látástávolság pontszám szintén a gyakori szeles időszakokkal magyarázható hiszen itt valószínűbb az átkeveredés.



5. ábra Zivatarfelhőzetre kapott pontszámok havi bontásban

A Cb típusú felhőzet vélhetően normális eloszlást követ tekintetében egy nyári maximum és egy téli minimum látható (4. ábra). A zivatarokkal és villámokkal foglalkozó irodalomban szintén azt találjuk, hogy június a villámokban leggazdagabb hónap [5]. Érdekes, hogy a

már említett szél tekintetében Budapest Liszt Ferenc repülőtér volt a legkevésbé szeles ugyanakkor a budapesti reptéren észlelték a legtöbb zivatar felhőt. A tartósan fújó szelek és szellőkésések a Pápai repülőtéren nyilvánvalóan túlkompenzálják a zivatarokkal társuló rövid ideig tartó kifutó szeleket a Budapesti repülőtéren. Ha valamennyi repülőteret vizsgáljuk, akkor pápai a legkevésbé zivataros a vizsgált négy repülőtér közül.



6. ábra A felhőalapra kapott pontszámok havi bontásban

A felhőzet vizsgálatánál az OVC és BKN mennyiségű felhőzet felhőalapjait vettük figyelembe. A kiválasztott felhőalap-magasságok 11 éves összpontszámait havi bontásban ábrázoltuk (6. ábra). Az ábrán látható, hogy a felhőzet éven belüli eloszlása U alakot követ. A klimatológiai feldolgozásokban ez az eloszlás a felhőzetre nagyon sok helyen előfordul. A leginkább felhős repülőtér a budapesti.

ÖSSZEGZÉS

Az általunk létrehozott pontozási rendszerrel pontoztuk a METAR táviratokban szereplő, kiválasztott időjárási elemeket. A kapott félóránkénti pontszámból napi, majd havi adatokat számítottunk, ezeket a bemutatott formában ábrázoltuk. A számított adatok lehetővé tették a repülőterek veszélyességének vizsgálatát, illetve a repülőterek szinoptikus klimatológiai összehasonlítását. A kapott eredmények azt mutatják, hogy ha a repülésre veszélyes időjárási elemek pontszámát összevont formában nézzük, a repülőterek között nem rajzolódnak ki jelentős eltérések. Abban az esetben, ha az időjárási elemeket külön vizsgáljuk, az egyes elemek pontszáma alapján különbségeket figyelhetünk meg a repülőterek között.

A zivatar felhők vizsgálata megközelítőleg jól tükrözi a zivatarokat, de vannak olyan időjárási jelenségek, amelyek veszélyesek az időjárásra és még nem kerültek bele a vizsgálatunkba. Ilyen jelenség például légijárművek jegesedése, amely jelenség ónos és fagyott csapadék esetén biztosan előfordul, ezért a veszélyes elemek listáját a jövőben ki fogjuk ezekkel a jelenségekkel egészíteni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Hadobács Katalin: Repülésre veszélyes időjárási helyzetek rekonstrukciójának alkalmazási lehetőségei - Felületi jegesedés becslése és a hozzá tartozó szimulációs környezet kialakítása. Diplomamunka ELTE TTK, 2011
- [2] Bottyán Zsolt, Wantuch Ferenc, Tuba Zoltán, Hadobács Katalin, JÁMBOR Krisztián: Repülésmeteorológiai Klíma Adatbázis Kialakítása az UAV-k komplex meteorológiai támogató rendszeréhez.
- [3] Michaelj. young: Visual C++ 6 mesteri szinten. I. és II kötet. ISBN9630364638 Kiskapu kiadó.
- [4] Vissy Károly: Magyarország Éghajlati Atlasza
- [5] Szonda Sándor, Wantuch Ferenc: A SAFIR villámfigyelő rendszer által Magyarországon 1999-2003 között regisztrált adatok területi és időbeli eloszlása.

SYNOPTIC CLIMATOLOGICAL COMPARISON OF HAZARDOUS WEATHER PHENOMENONS AT HUNGARIAN AIRPORTS

Weather plays a role approximately in every fifth airplane accident or incident. In order to be able to estimate how vulnerable the weather is to the safe execution of the flights, it is necessary to examine climatologically the specificities of the different geographically located airports. The occurrence of dangerous weather elements were investigated at the Hungarian airports. Half-hourly METAR telegrams were evaluated. The dangerous weather phenomena were defined. The coexistence of each weather element as well as its seasonal frequency was investigated. To be able to interpret the dangerous weather factors involved, a scoring method was introduced. Scoring also takes into account the degree of danger of the phenomenon. In case of joint occurrence, hazard scores are added. The synoptic climatological data published in the thesis can serve as a basis for the development of a weather risk assessment method.

keywords: *synoptic climatology, METAR telegrams, dangerous weather elements, risk assessment*

Gáspár Nikolett
egyetemi hallgató
Debreceni Egyetem
Meteorológiai Tanszék
gaspar.nikolett0910@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4339-3302

Dr. Wantuch Ferenc, PhD
meteorológus
Nemzeti Közlekedési Hatóság
Állami Légügyi Főosztály
wantuch.ferenc@nkh.gov.hu
orcid.org/0000-0001-7618-1336

Gáspár Nikolett
Student
National University of Debrecen
Faculty of Meteorology
gaspar.nikolett0910@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4339-3302

Dr. Wantuch Ferenc, PhD
Meteorologist
National Transport authority
State Aviation Department
wantuch.ferenc@nkh.gov.hu
orcid.org/0000-0001-7618-1336

A GINOP 2.3.2-15-2016-00007 „A légiközlekedés-biztonsághoz kapcsolódó interdiszciplináris tudományos potenciál növelése és integrálása a nemzetközi kutatás-fejlesztési hálózatba a Nemzeti Közszerológati Egyetemen – VOLARE” című projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A kutatás a fenti projekt „UAS ENVIRON” nevű kiemelt kutatási területén valósult meg.



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_2/2018-2-04-0451_Wantuch_Ferenc-Gaspar_Nikolett.pdf