

Wantuch Ferenc, Krekk Patrik

## SZONDÁZÁSI ADATOKON ALAPULÓ SZÉLNYÍRÁS FŐBB SAJÁTOSSÁGAI A LISZT FERENC NEMZETKÖZI REPÜLŐTÉREN

*Kutatásunk fő vizsgálata a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtérre kigyűjtött rádiószondás mérésekre vonatkozik, még rendelkezésünkre állt a HungaroControl Zrt. által működtetett SODAR/RASS azon néhány mérési adatai, amikor alacsonyszintű jet jelenléte feltételezhető, melynek egyik kísérő jelensége lehet a szélnyírás. A magas légköri megfigyelésekből számított maximális szélnyírás értékeket 2012 és 2016 között végeztük el. A számításhoz C nyelvű programot írtunk, melynek segítségével az öt éves rádiószondás mérésekből álló adatbázisunkban reprezentálva, a maximális szélnyírási értékek és a hozzájuk tartozó azon rétegmagasság kezdete és vége szerepelt, ahol a szélnyírási értékek a legnagyobbak voltak a vizsgált magasságig. A vizsgálatunk befejezése után képet kaptunk a szélnyírás sajátosságairól, azaz mely magassági tartományban fordul elő a leggyakrabban, az erősségének intenzitásáról és éves menetének alakulásáról.*

**Kulcsszavak:** rádiószonda, szondázási adatok, szélnyírás, alacsonyszintű jet, szinoptikus klimatológiai leírás

### BEVEZETÉS

Alapvetően az mondható el, hogy a szélnyírás előrejelzése igen nehéz. Az előrejelzést nagy mértékbe nehezíti a területi és időbeli kiterjedésének kaotikussága, hiszen a korábbi kutatásokból, mérésekből az mondható el, hogy maga a jelenség kiterjedése kicsi, rövid ideig tartó mezo- vagy mikroléptékű folyamat [1]. A repülésmeteorológiában a veszélyes paraméterek közé tartozik. A hasonló témájú kutatások eredményeiből kiderült, hogy a nyíróerő nagysága hatással van a légi járművek fel- és leszállásaira, hiszen a hirtelen megváltozott szélirány és sebesség miatt megváltoznak az emelőerők és a repülőgép mozgási iránya is [3]. Vizsgálatunk fontosságát és maga a jelenség megismerését erősítette, hogy a légi járművek fokozottan érzékenyek a szél hatására, főképpen a magassággal történő sebesség és irány hirtelen megváltozására. Valamint a folyamatosan elterjedő hobbi vagy későbbiekben robbanásszerű kereskedelmi és ipari felhasználású drónok megjelenése is igényelni fogja a pontosabb meteorológiai paraméterek előrejelzését.

### A SZÉLNYÍRÁS ÁLTALÁNOS JELLEMZÉSE

Tulajdonképpen a szélnyírás mindig jelen van a légkörben, ez vizuálisan is tapasztalható, mikor a különböző magassági szinteken lévő felhők alapjainak mozgási irányai eltérnek egymástól. Szélnyírásról akkor beszélünk, ha a szél sebessége és/vagy iránya hirtelen megváltozik a magassággal [4].

A szélnyírás kialakulása sok folyamat révén is ki alakulhat, mint például alacsonyszintű jet, front, erős hőmérsékleti inverzió, de a leggyakoribb előfordulása a konvektív viharok esetében jellemző.

## Szélnyírás csoportosítása

Ha a szélnyírást akarjuk csoportosítani, akkor alapvetően háromféle szélnyírást tudunk megkülönböztetni:

- függőleges szélnyírás: a szélvektorok magassággal történő megváltozása;
- vízszintes szélnyírás: a szélvektorok vízszintes irányú megváltozása
- le- és feláramlási szélnyírás: amikor a szélvektor függőleges komponensében történik változás

A légi járművekre gyakorolt megközelítésből is lehet osztályozni a szélnyírást, ez esetben így néz ki:

- szembeszél-szélnyírás: ekkor a jármű levegőhöz viszonyított sebessége nő, így emelkedni fog;
- hátszél-szélnyírás: ekkor a jármű levegőhöz viszonyított sebessége csökken, így süllyedni fog;
- oldalszélnyírás: ilyenkor a gép az oldal iránytól függően jobbra vagy balra fog sodródni
- le- és feláramlási: ekkor emelkedik vagy süllyed, attól függően, hogy az áramlásban lévő nyírás milyen irányú [1].

## Szélnyírás nagyságának csoportosítása

Az általunk kapott értékeket a WMO, valamint az ICAO által előírt erősségi határok szerint csoportosítottuk. Ezen belül is a méterenkénti változás alapján.

A szélnyírás nagysága	
m/sec/30 m	m/sec/1 m
0–2	0–0,067
2–4	0,068–0,138
4–6	0,139–0,206
>6	>0,206

1. ábra Szélnyírás nagyságának csoportosítása [2]

## Mértékegysége

Gyakorlatban a mértékegységét nehéz értelmezni és a személyzetnek is nehezen értelmezhető. A mértékegységét  $\text{ms}^{-1}/\text{m}$ -ben szokták megadni, viszont ennek egyszerűsített formájával is lehet találkozni, mikor egyszerűsítik  $\text{s}^{-1}$ -re, de nem szokták célszerűnek tartani használatát [1].

## Előrejelzésének fontossága

Mint minden veszélyes meteorológia paraméternek, köztük a szélnyírásnak is nagyon fontos az előrejelzése. Mivel egy igen nehezen előre jelezhető paraméterről beszélünk, így bármilyen információ fontos lehet róla. Másrészt, ha megnézzük a repülőbaleseteket, akkor láthatjuk, hogy nagy része le, illetve felszálláskor történt. Valamint a napjainkban elterjedő drónok használata is egyre gyakoribb. A drónok méretét nézve találkozhatunk, igen nagyméretű és súlyú típusúakkal is, melyek lezuhanása szintén nagy veszélyt jelenthetnek. Így a drónt használó személyek számára is fontos lehet e veszélyes időjárási paraméterre vonatkozó információk. Kutatásunk további részeiben ismertetjük részletesebb eredményeink, de előjáróban annyit, hogy a legnagyobb szélnyírási értékek a néhány száz méteres tartományban történtek, és az előzőekben említett le- és felszállások, valamint a drónok tekintetében is, igen meghatározó ez a magassági tartomány.

## FELHASZNÁLT ADATOK

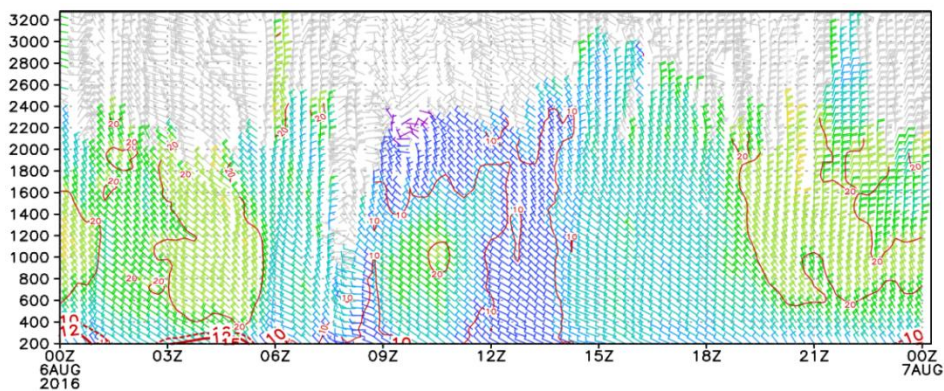
### Rádiószondás adatok

Kutatásunk főképpen a rádiószondák által mért adatokra alapul, melyeket a Wyomingi Egyetemen publikusan közzétett pezsztentlőrinci (állomás száma: 12843) méréseket használtuk fel.

Számításunkban mind a 00 UTC és a 12 UTC időpontokban felengedett szondázási adatokat felhasználtuk 2012 és 2016 között.

### SODAR/RASS adatok

A HungaroControl Zrt. által hozzájutottunk olyan napi összefoglaló adatokhoz (lásd 2. ábra), ahol jelentkezett Low-Level-Jet hajlam, melynek hatására alacsony szinten lévő szélnyírás feltelezhető.



2. ábra SODAR/RASS napi összefoglalója 2016. augusztus 6-án

### A szondázási adatokból felhasznált paraméterek ismertetése a létrejött adatbázisban

Számunkra az amerikai Wyomingi Egyetem által közzétett szondázási adatokból a különböző magasságokban uralkodó szélesebség és annak iránya volt a fontos, valamint a magasságok közötti különbség, azaz a rétegvastagság. Tehát az általunk készített program ezen felhasznált paraméterekből számította a maximum szélnyírást a vizsgált magasságig. Esetünkben a vizsgálati magasság 4000 méterig történt, de a magasságot külső paraméterként adtuk meg, mely bármikor változtatható. A program lefutása után a következőképpen nézett ki adatbázisunk:

*Budapest 2016 január 14 12Z 0.03 599 634 35*

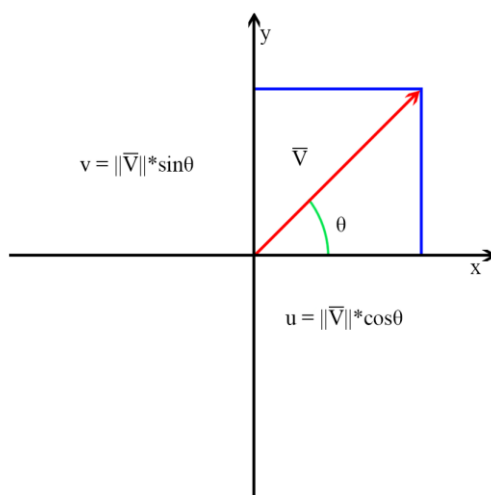
- állomásnév: Budapest;
- év: 2016;
- hónap: január;
- nap: 14;
- idő: 12Z;
- maximum szélnyírás: 0,03;
- kezdete: 599 méter;
- vége: 634 méter;
- rétegvastagság: 35 méter.

## A SZÁMÍTÁS ISMERTETÉSE

A nyírás kiszámítására a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet által publikált alacsony szintű szélnyírás kézikönyvében két számítási módszert mutat be, melyeket ennek alapján szeretnénk röviden ismertetni [4]. A programunk megírása során a komponensekből meghatározott nyíróerő számítási módszert használtuk fel.

### Komponensekből

Ennél a módszernél a szelet matematikailag egy vektornak vehetjük, melyet felbontunk **u** és **v** komponensekre. (lásd 3. ábra)



3. ábra Szélvektor u és v komponensekre való bontása

Ahogy a 3. ábrán is látható az u komponens párhuzamos az x tengellyel a v komponens pedig az y tengellyel. Komponens vektorokat akkor tudjuk megadni, ha van szélsébségünk és szélirányunk. Így ezt a következőképpen tudjuk kiszámolni:

$$u = ws * \cos(\theta) \quad (1) [4]$$

$$v = ws * \sin(\theta) \quad (2) [4]$$

Ahol théta ( $\theta$ ) a szél iránya, a ws pedig a szélsébségét jelenti.

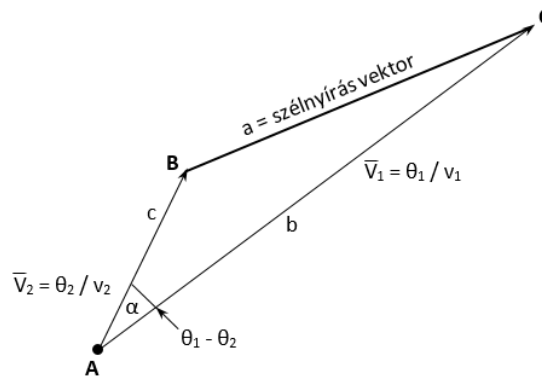
Tehát vesszük mindkét magassági pont szélvektorának kelet/nyugat és észak/dél komponenseit, majd ezután vesszük a magassági pontok kelet/nyugat és észak/dél komponenseinek vektor különbségeit. A kapott két vektor különbségből tudjuk megadni a különbség nagyságát a következőképpen:

$$V_2 - V_1 = \sqrt{(x_1)^2 + (x_2)^2} \quad (3) [4]$$

Ahol "x<sub>1</sub>" a kelet/nyugat komponensek vektor különbsége "x<sub>2</sub>" pedig az észak/déli komponensek különbsége. A komponensek +/- előjelei a következőképpen értelmezhetőek a meteorológiában; ha az u értéke pozitív, akkor a szél nyugatról fúj, ha pedig értéke negatív, akkor keletről és ugyan ez elmondható a v komponensről is, ha v értéke pozitív, akkor dél irányból, ha negatív, akkor északi irányból fúj.

## Trigonometria által

A trigonometriai egyenlet, az ábránk esetében, a következő:



4. ábra Szélnyírás vektor kiszámítása [4]

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \times \cos \alpha} \quad (4) [4]$$

Ahol az "a" a vektorkülönbség nagysága, azaz a nyíróerő, "b" az egyik magassági pontban ismert szélvektor nagysága, "c" a másik pont ismert szélvektor, "α" pedig a két ismert vektor által bezárt szög. Ahhoz, hogy a két vektor nagyságát ki tudjuk számítani, ismernünk kell a két magassági pontban lévő szélesebességet és annak irányát. Az ismert szöveget pedig a két magassági pontban lévő szögek különbsége adja meg.

## EREDMÉNYEK

Eredményeinkből kimatatható, hogy a legtöbb szélnyírás a gyenge és a mérsékelt kategóriába estek. Az nagyon erős szélnyírások kizárólag az alsó légrétegben fordultak elő. Kimutathatóvá vált, hogy az erős és a nagyon erős nyírások a minél kisebb rétegvastagságban a legnagyobbak. A szélnyírások átlagos erőssége a gyenge kategória alsó határának felel meg. Többnyire a legnagyobb szélnyírások pedig a 00 UTC rádiószondás méréseknél jelentek meg.

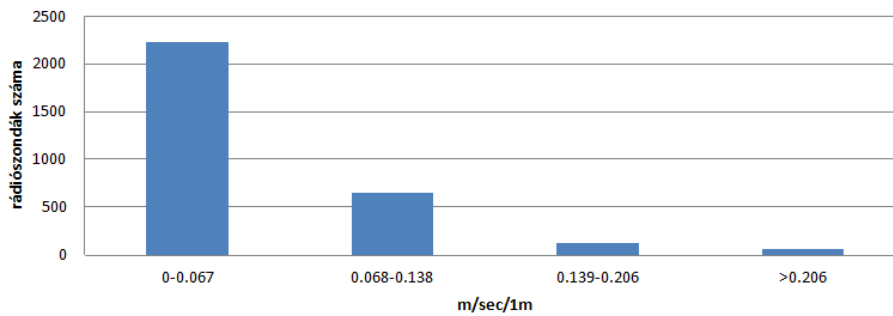
### A kiszámított szélnyírási értékek alakulása 2012 és 2016 között

Célunk az volt, hogy minél többet megtudjunk az általunk vizsgált több mint 3000 magas légköri mérésből számított maximális szélnyírási értékekről. A következő ábra világosan mutatja, hogy a vizsgált szélnyírások döntő hányada az elfogadott és Bodolai (1983) által is felhasznált csoportosítás szerint történt.

Megjegyzésként annyit, hogy a legnagyobb szélnyírási érték alatt, azt az értéket értjük, amely a vizsgált 4000 méteres tartományban a legmagasabb volt.

Teljes mértékben elmondható az 5. ábráról, hogy a vizsgált magas légköri mérésekből számított szélnyírások döntő hányada a gyenge és a mérsékelt kategóriában található, alig fordult elő erős vagy nagyon erős nyírás érték.

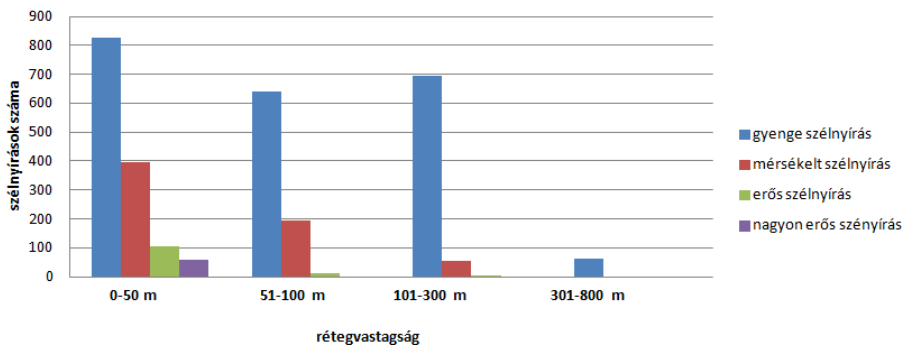
### A szélnyírás nagyságának alakulása felszállások szerint



5. ábra Szélnyírás nagyságának előfordulása számszerűsítve

Hasonlóan ehhez a kontextushoz vizsgáltuk, hogy az eltérő nagyságú szélnyírások értékeit, hogyan befolyásolja a rétegvastagság változása. Számunkra az erős és a nagyon erős kategóriájuk változása volt valamelyest érdekes, hiszen látni fogjuk, hogy minél kisebb a rétegvastagság, annál gyakoribb az erős és nagyon erős nyírások száma (lásd 6. ábra).

### A szélnyírás értékének előfordulása a különböző rétegvastagság függvényében

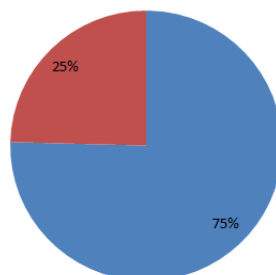


6. ábra Szélnyírás értékének előfordulása a különböző rétegvastagságok szerint

A 6. ábrán kirajzolódik, hogy az előfordult gyenge (kék) és mérsékelt (piros) nyírási értékek szinte minden rétegvastagságban előfordulnak. Ugyanez már nem mondható el a következő két kategóriáról. Az erős (zöld) szélnyírások előfordulása szinte az 50 m-nél kisebb rétegvastagságban fordul elő, a nagyon erősek (lila) pedig kizárólag jóval 50 m-nél kisebb rétegvastagságban.

### Előfordult erős és nagyon erős szélnyírások rétegvastagság szerint

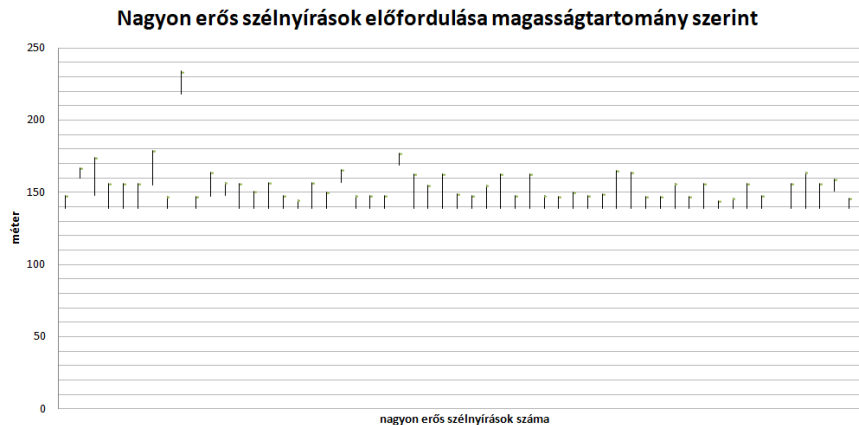
■ 30 méternél kisebb ■ 30 méternél nagyobb



7. ábra Előfordult erős és nagyon erős szélnyírások százalékos gyakorisága rétegvastagság szerint

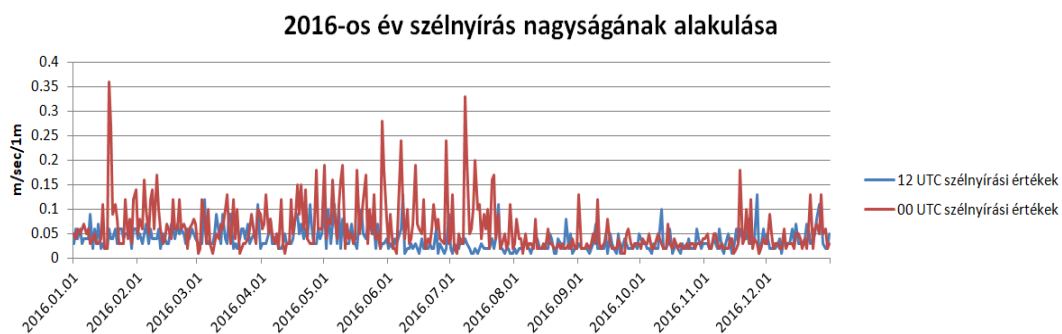
Tovább szűkítve a rétegvastagságot 30 m-re, akkor a kördiagram (7. ábra) alapján láthatjuk, hogy az erős és nagyon erős értékek 75% ebben a vastagsági tartományba esik bele. A 30 m-es rétegvastagság választását az indokolta, hogy az ICAO közléseiben ez a kritikus vastagságot említik. Így a légi járművekre ebben a vastagsági intervallumban történő változás jelenti a legnagyobb veszélyt [1]. A kördiagram megerősíti azt, hogy valóban az erős és nagyon erős szélnyírások is inkább a 30 m-nél kevesebb rétegvastagságban alakulnak ki.

Megvizsgáltuk a nagyon erős szélnyírások előfordulásának a helyét a magasság függvényében, melyből kiderült, hogy egy-két eset kivételével szinte csak az alsó pár száz méteres rétegben fordultak elő (lásd 9. ábra).



Előző ábrákon láthattuk, hogy az erős szélnyírások 30 m-es vastagságon belül történnek, melyet a 9. ábra is megerősíti.

Mivel számításainkat a 00 UTC és a 12 UTC időpontban is elvégeztük, így rálátást kaptunk arról, hogy a szélnyírás éves menete miképpen alakul és mennyiben tér el egymástól a két időpontban kiszámolt értékek alakulása.



8. ábra 2016-os 00 UTC (piros) és 12 UTC (kék) szélnyírások nagyságának alakulása



9. ábra 2015-ös év 00 UTC (piros) és 12 UTC (kék) szélnyírások nagyságának alakulása

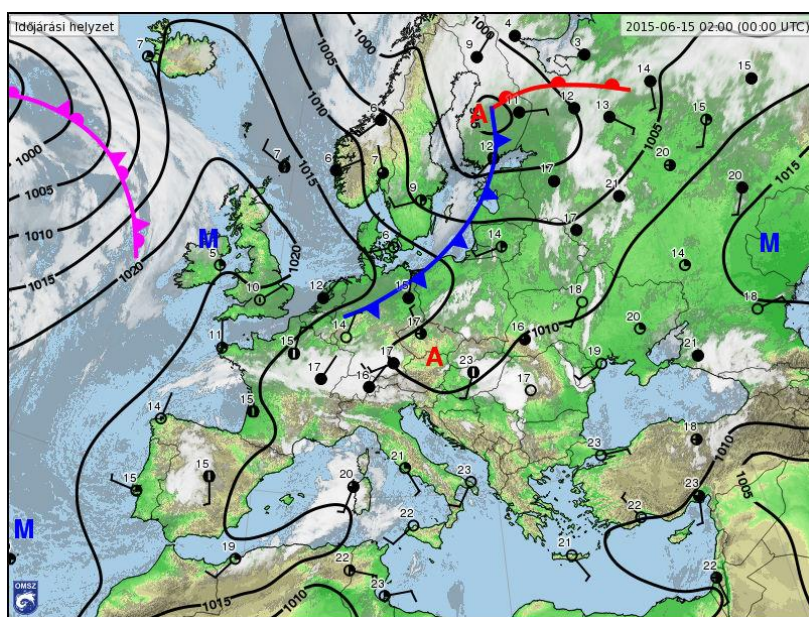
Mindkét évnek a menetéről azt lehet mondani, hogy a 00 UTC szondázási adatokból számított nyírási erősségek értékei az esetek többségében gyakrabban fordul elő a 12 UTC adataival szemben. Mind két évben, mint ahogy az előző ábrákon is látszik (8. és 9. ábra), hogy az év nagy részében a gyenge és a mérésékelte kategória között mozog.

## ESETTANULMÁNY

### 2015.06.15 00 UTC

Tekintsük meg a 2015-ös év menetét (9. ábra). Látható néhány kiugróan magas érték a program számításából adódóan. Látjuk, hogy a maximum érték 2015. június 15-én 00 UTC-kor történt, melynek értéke 0,72 m/sec/1m.

### Szinoptikus helyzet



10. ábra Időjárási helyzet Európában, 2015.06.15 00 UTC [5]

### Időjárási helyzet Európában

A skandináv-félsziget időjárását meghatározza az örvénylő ciklon Finnország felett, valamint a kontinens középső területeinek egészét. A térség nagy részén borult az időjárás, több helyen csapadék a jellemző, illetve záporok, zivatarok alakulnak ki. A hőmérséklet a június közepén megszokottak közelében Finnországban 13, 18 fok között, Stockholm környékén 20 fok körül, míg Németország északi felén 15 és 20 fok között alakul. A ciklon előoldalán Görögországtól egészen Szentpétervárig meleg, nedves szállítószalag húzódik, így Európa keleti felén nyárian meleg az idő, ugyanakkor délutánonként az erőteljesebb nappali gomolyfelhő-képződésből mind több helyen alakul ki konvektív csapadék. A Kárpát-medence fölött hidegfront vonul át kedd estig, valamint megszűnik a hőség keleten és több helyen várható zápor és zivatar [5].

### Magyarország időjárása

A gomolyfelhőzet ellenére sok napsütés várható vasárnap, és északkeleten szórványosan alakulhatnak ki záporok, zivatarok is. Másutt csak néhol fordult elő gyenge zápor, egy-egy zivatar.

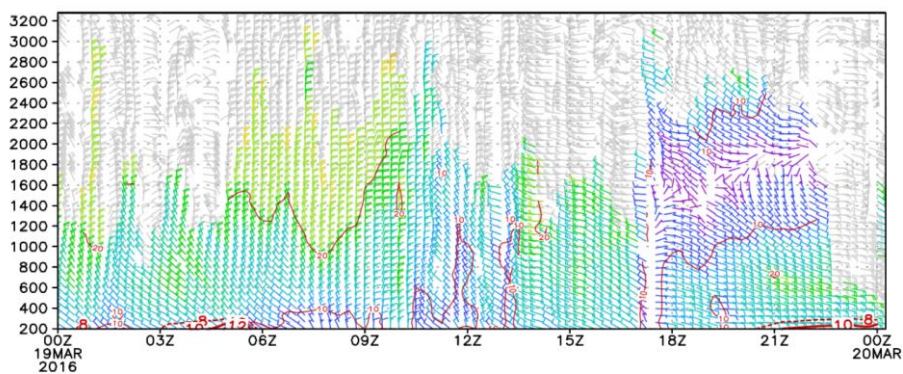


A hőmérséklet csúcserőke 29 és 35 fok között változott. Éjszaka délnyugat felől több hullámban zivatarrendszerek vonultak északkelet felé [5].

Tehát a labilis rétegződés és a konvektív folyamatoknál tapasztalható szélnyírás feltételezhető, mely ebben az esetben igen magas értéket produkált. Sajnos a SODAR/RASS adatokkal nem tudtuk összehasonlítani a szonda mérését, mert ezek az adatok 2015.december 1-től állnak rendelkezésre. A szonda felszállásból kivehető a szélerősödés, hiszen 13 csomós szélerősödés történt alig 10 méteren belül.

### 2016.03.19 00 UTC

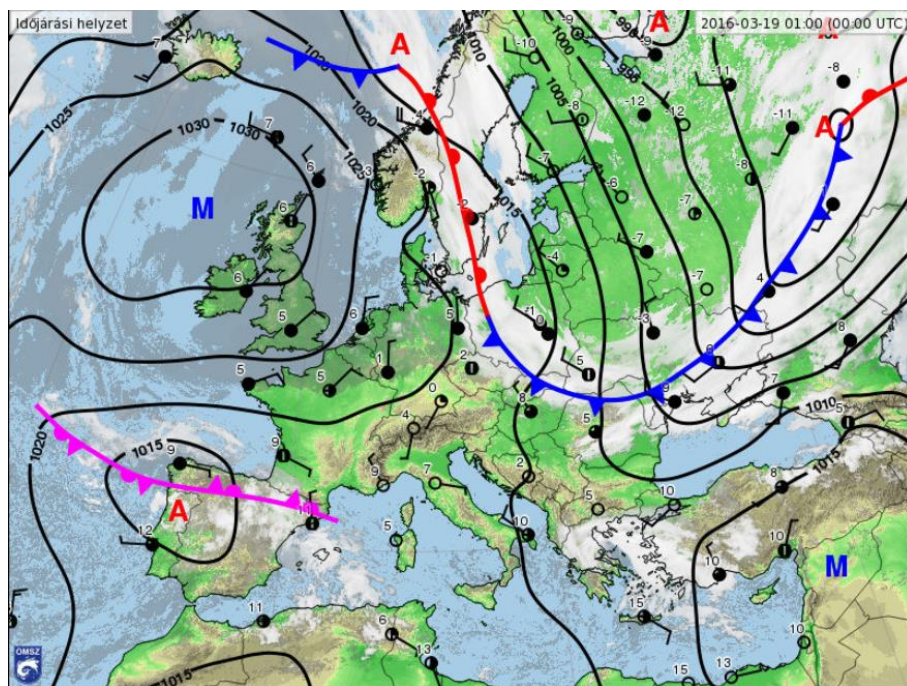
A következő esett a SODAR/RASS mérési eredményei miatt lett megvizsgálva. Az 11. ábra alapján feltételezhető az alacsony szintű jet hajlam.



11. ábra 2016. március 19 SODAR/RASS napi összefoglaló

Mivel az alacsony szintű jet kíséző jelensége lehet a szélnyírás, így kíváncsiak voltunk, hogy a feltételezhető szélnyírás milyen erősséggel jelenik meg ebben az esetben.

### Szinoptikus helyzet



12. ábra Időjárási helyzet Európában, 2016.03.19 00 UTC [5]

### Az időjárási helyzet Európában

Magasnyomású képződmény alakítja az időjárást a Brit-szigetektől teljesen az Appennini-félszigetig. Az anticiklon területén az északi tájakon több, délen kevesebb a felhő, így több a nap-sütés és számottevő csapadék szinte sehol nem fordul elő. Valamint Északkelet-Európa fölött több középpontú ciklonrendszer helyezkedik el, ezáltal erősen felhős az ég, arrafelé gyakran erősen felhős az ég, a hozzá tartozó frontok mentén záporok, északabbra hózáporok alakulnak ki. Sekély ciklon található a Pireneusi-félsziget fölött, emiatt ott is sok a felhő, több helyen esik az eső, és az ilyenkor megszokottnál több fokkal hűvösebb van. A legmagasabb nappali hőmérséklet szárazföldünk északi, északkeleti részén többnyire 0, -6, középső tájakon 3, 12 fok között változik. A 47. szélességi körtől délre enyhébb az idő, itt a kora délutáni órákra általában 10 és 18 fok közé melegszik fel a levegő, sőt Gibraltár térségében néhol 20 fokot is mérnek. Vasárnap estig a Kárpát-medence fölé az elvonuló hidegfront mögött átmenetileg enyhébb, kissé szárazabb léghullámok érkeznek [5].

### Magyarország időjárása

Pénteken országszerte napos idő volt, csak délután növekedett meg északkeleten a fátyolfelhőzet. Csapadék sehol sem fordult elő. Megélénkült, helyenként meg is erősödött a nyugati szél. A hőmérséklet csúcsértéke 12 és 16 fok között alakult. Éjszaka főként északon, északkeleten növekedett meg a fátyolfelhőzet, csapadékról nem érkezett jelentés. Hajnalra általában -2 és +6 fok közé hűlt le a levegő. Délelőtt az ország délnyugati harmadában sütött a nap, másutt felhős volt az ég. A hőmérséklet 11 órára 3 és 14 fok közé emelkedett, északkeleten mérték a hidegebbet [5].

A rádiószondák méréseiből készített adatbázisunkban, ebben az esetben a szélnyírás a gyenge kategóriába esett. Ennek okát a rádiószonda mérési sűrűségében találtuk. A következő 13. ábra a szonda méréseit mutatja.

### 12843 Budapest Observations at 00Z 19 Mar 2016

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1000.0	109									
996.0	139	8.4	-0.6	53	3.69	340	4	281.9	292.4	282.5
970.0	359	8.8	-2.2	46	3.37	345	19	284.4	294.2	285.0
925.0	753	6.6	-2.4	53	3.48	350	21	286.1	296.2	286.6
899.0	985	4.7	-4.0	53	3.19	355	27	286.4	295.8	287.0
850.0	1440	1.0	-7.0	55	2.67	340	23	287.2	295.1	287.6
842.0	1515	0.4	-7.3	56	2.63	340	21	287.3	295.2	287.8
780.0	2123	-4.6	-9.8	67	2.33	325	35	288.3	295.3	288.7
774.0	2184	-5.1	-10.1	68	2.30	319	33	288.4	295.4	288.8
770.0	2225	-3.4	-21.7	23	0.88	315	31	290.7	293.6	290.9
768.0	2246	-2.5	-27.5	13	0.52	316	31	291.9	293.6	291.9
762.0	2308	-2.1	-35.1	6	0.26	319	30	292.9	293.8	293.0

13. ábra Szonda mérési adatai, 2016. március 19 00 UTC [6]

Tehát mind két mérési eszközből kirajzolódik a markáns szélesség változás. Viszont annak oka, hogy a szélnyírás a gyenge kategóriába esett, az a rádiószonda mérési sűrűségében keresendő, hiszen látjuk a 13. ábrán, hogy az első adatunk 139 m-ről a második pedig 359 m-ről jött, miközben a SODAR/RASS adataiból látható, hogy a 20 csomós sebesség már alacsonyabb vastagságon bekövetkezett. Viszont, ha tényleg csak a szonda adataival számolunk, ahol a 220 méteres rétegvastagsággal számolva valóban a gyenge kategóriát kapjuk meg. Ezért a

SODAR/RASS méréseivel kiegészítve az adatokat, szintén számoltunk egy szélnyírás erősséget és a nyírás erőssége a mérsékelt kategóriába esett. Így ebben az esetben is látható, hogy mennyire befolyásolja a rétegvastagság a nyíró erő nagyságát.

## KONKLÚZIÓ

Összességében a vizsgálatunkból elmondható, hogy a szélnyírás fontosabb tulajdonságait összefoglaltuk. Ismertettük a szélnyírás főbb sajátosságait. Kiderült, hogy a legerősebb nyírások az alsó néhány százméteres tartományban fordulnak elő, mely erősíti pontosabb előrejelzésének fontosságát. Láthattunk, hogy minél kisebb rétegvastagságon belül történik markáns változás, annál nagyobb az erős és nagyon erős szélnyírások előfordulási valószínűsége. 2012 és 2016 között történő mérési eredményeinkből láthatóvá vált, hogy döntő részben a gyenge szélnyírások előfordulása a leggyakoribb. Eredményeinkkel szeretnénk támogatni szélnyírás pontosabb előrejelzésének fontosságát, és repülésmeteorológiai szempontból is fontosnak tartjuk kapott eredményeinket.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SÁNDOR Valéria, WANTUCH Ferenc: Repülésmeteorológia, Budapest, 2005, pp 154-155, pp 160.
- [2] BODOLAI István: A planetáris Határreteg főbb sajátosságai. Országos Meteorológiai Szolgálat kisebb kiadványai 52. szám, Budapest, 1983.
- [3] International Civil Aviation Organization (ICAO): Manual on LowLevel Wind Shear, 2005 url: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/2194.pdf>
- [4] George Mason University, Virginia Weather and Climate Data Development Web Site, url: <http://colaweb.gmu.edu/dev/clim301/lectures/wind/wind-uv>
- [5] Országos Meteorológiai Szolgálat, Napijelentés kiadvány, url: [http://www.met.hu/idojaras/aktualis\\_idojaras/napijelentes/](http://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/)
- [6] University of Wyoming, Department of Atmospheric Science, url: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

---

### **MAIN CHARACTERISTICS OF WINDSHEAR BASED ON ATMOSPHERIC SOUNDINGS DATA AT LISZT FERENC INTERNATIONAL AIRPORT**

*The main point of our research concerns the measurement details of the radiosonde found in Liszt Ferenc National Airport, Budapest. We also had some data from SODAR/RASS (operated by HungaroControl Zrt.), that assume the presence of low-level-jet, to which windshear can be a concomitant phenomenon. Between 2012 and 2016 we calculated the maximal amount of windshear with the help of our observation regarding high atmosphere. To this calculation we created a C-language program in which we produced a database of 5 years' radiosonde measurements. It contains the maximal amount of windshear with the belonging layer height from the starting point to the end, where the windshear was the highest till the height we examined. After finishing the study we got a description of the windshear; in which height range it occurs the most often, how strong it is and when it appears during the year.*

**Keywords:** radiosonde, sounding data, low-level jet, synoptical climatological description

---

Krekk Patrik egyetemi hallgató Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszék krekk.patrik@gmail.com orcid.org/0000-0002-1878-5745	Krekk Patrik Student National University of Debrecen Faculty of Meteorology krekk.patrik@gmail.com orcid.org/0000-0002-1878-5745
Dr. Wantuch Ferenc (PhD) meteorológus Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Közlekedési Hatósági Ügyekért Felelős Helyettes Államtitkárság Légiforgalmi és Repülőtéri Hatósági Főosztály wantuch.ferenc@nfm.gov.hu orcid.org/0000-0002-7375-3527	Dr. Wantuch Ferenc (PhD) meteorologist Ministry of National Development Deputy State Secretariat for Transport wantuch.ferenc@nfm.gov.hu orcid.org/0000-0002-7375-3527

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

A kutatás a fenti projekt „AVIATION\_ENVIRON” nevű kiemelt kutatási területén valósult meg.



[http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018\\_1/2018-1-03-0462\\_Krekk\\_Patrik-Wantuch\\_Ferenc.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2018_1/2018-1-03-0462_Krekk_Patrik-Wantuch_Ferenc.pdf)