

A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE



2020 JÖVŐFORMÁLÓ TUDOMÁNY

Repülésmeteorológiához kapcsolódó kutatások és fejlesztések a HungaroControlnál

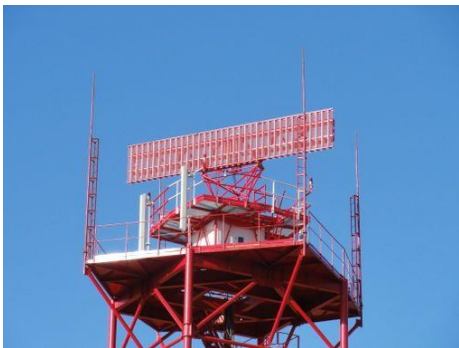
KARDOS PÉTER, BÁNYÁSZ IMRE

HUNGAROCNTROL

2020. NOVEMBER

Áttekintés

S-módú radar-adatok meteorológiai felhasználása



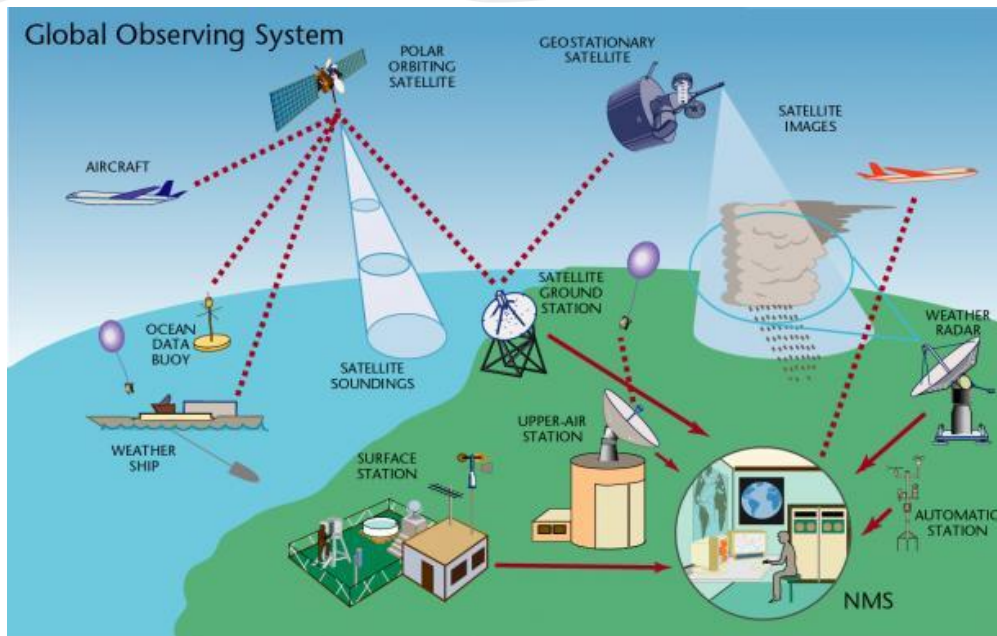
Turbulenciajelző rendszer



Konvektív előrejelzés



Milyen adatok érkeztek eddig?



WWW



AMДАР, T-AMДАР $\sim 10^4$ /nap

(Tropospheric) Aircraft Meteorological Data Relay

A WMO kezdeményezésére indul mérési program, amely világszerte gyűjti a polgári repülés járműveitől az adatokat. Fedélzeti gyűjtés, VHF (ACARS, vagy műholdas (ASDAR) közvetítéssel küldik. (WMO-No 958).

Reguláris	Speciális
PIREP (UA)	PIREP (UUA)
AIREP (AIR REPORT)	SPECIAL AIR REPORT (ARS)
AIR REPORT Már csak digitális csatornán	ARS Digitális vagy rádiós kommunikáción keresztül

ADS-C

SSR MODE-S

$\sim 10^6$ /nap

~ 1 /nap

HungaroControl

MODE-S adatok típusai

BDS 4.0 Aircraft intention

Purpose: To provide the effectiveness of additional tactical information to surveillance

Notes:

1) The data is from the source

2) Selected course heading parameter is

SWITCH	Course head	Airspeed Mach
--------	-------------	---------------

BDS 4.4 Meteorological

Purpose: To provide meteorological data by ground systems

The decimal value follows:

0	= Intensity
1	= IN
2	= GS
3	= D
4	= V
5-15	= Un

Notes:

1) ARINC 429 of 128. When is not used an

2) The interpretation of the

TURBULENCE is as shown in the

pressure is not a requirement of

EHS adatok

(Enhanced surveillance)

Felderítési elsődleges és másodlagos adatok:

- Irányszög (felderítési irányszög)
- Távolság
- Azimut magasság
- Repülési (barometrikus magasság)
- Légijármű azonosító
- Track angle (mozgási irányszög)
- Heading (mágneses irányszög)
- Sebességi adatok (IAS, TAS)
- Mach szám
- Dőlési szög
- Függőleges sebesség
- Beállított magasság
- ...

60-80.000/óra

BDS bit no.	Data	Description	ARINC bit no.
1	Mode	Mode	30&31
2	Distance	Distance	28
3	Heading	Heading	27
4	Altitude	SELECTED ALTITUDE	26
5	Rate	Label 102	25
6	Altitude	Altitude	24
7	Rate	Rate	23
8	Altitude	Altitude	22
9	Rate	Rate	21
10	Altitude	Altitude	20
11	Rate	Rate	19
12	Altitude	Altitude	18
13	Rate	Rate	17
14	Altitude	Altitude	30&31
15	Rate	Rate	29
16	Altitude	Altitude	28
17	Rate	Rate	27
18	Altitude	SELECTED ALTITUDE	26
19	Rate	Label 104	25
20	Altitude	Altitude	24
21	Rate	Rate	23
22	Altitude	Altitude	22
23	Rate	Rate	21
24	Altitude	Altitude	20
25	Rate	Rate	19
26	Altitude	Altitude	30&31
27	Rate	Rate	29
28	Altitude	Altitude	28
29	Rate	Rate	27
30	Altitude	Altitude	26
31	Rate	Rate	25
32	Altitude	Altitude	24
33	Rate	Rate	23
34	Altitude	Altitude	22
35	Rate	Rate	21
36	Altitude	Altitude	30&31
37	Rate	Rate	27
38	Altitude	Altitude	26
39	Rate	Rate	25
40	Altitude	Altitude	24
41	Rate	Rate	23
42	Altitude	Altitude	22
43	Rate	Rate	21
44	Altitude	Altitude	30&31
45	Rate	Rate	29
46	Altitude	Altitude	28
47	Rate	Rate	27
48	Altitude	Altitude	26
49	Rate	Rate	25
50	Altitude	Altitude	24
51	Rate	Rate	23
52	Altitude	Altitude	22
53	Rate	Rate	21
54	Altitude	Altitude	30&31
55	Rate	Rate	29
56	Altitude	Altitude	28

MRAR adatok

(Meteorological Routine Actual Report)
Kifejezetten meteorológiai adatgyűjtés a fedélzeti számítógépről az EHS adatokon felül

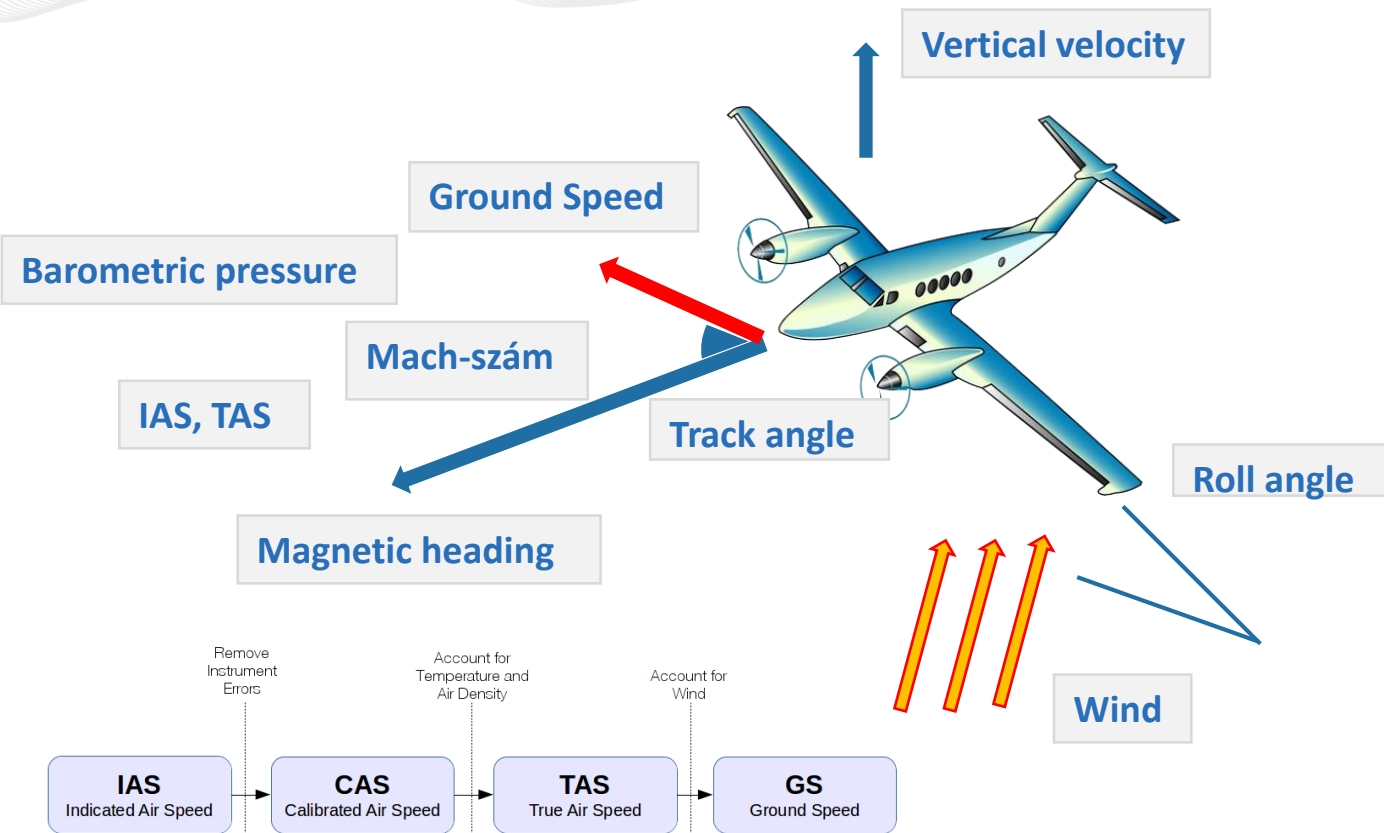
- Szélirány
- Szélsébség
- Hőmérséklet (statikus)
- Légnedvesség
- Turbulencia

1-2000/óra

BDS bit no.	Data	Description	ARINC bit no.
1	Mode	Mode	30&31
2	Distance	Distance	28
3	Heading	Heading	27
4	Altitude	SELECTED ALTITUDE	26
5	Rate	Label 102	25
6	Altitude	Altitude	24
7	Rate	Rate	23
8	Altitude	Altitude	22
9	Rate	Rate	21
10	Altitude	Altitude	20
11	Rate	Rate	19
12	Altitude	Altitude	18
13	Rate	Rate	17
14	Altitude	Altitude	30&31
15	Rate	Rate	29
16	Altitude	Altitude	28
17	Rate	Rate	27
18	Altitude	SELECTED ALTITUDE	26
19	Rate	Label 104	25
20	Altitude	Altitude	24
21	Rate	Rate	23
22	Altitude	Altitude	22
23	Rate	Rate	21
24	Altitude	Altitude	20
25	Rate	Rate	19
26	Altitude	Altitude	30&31
27	Rate	Rate	29
28	Altitude	Altitude	28
29	Rate	Rate	27
30	Altitude	Altitude	26
31	Rate	Rate	25
32	Altitude	Altitude	24
33	Rate	Rate	23
34	Altitude	Altitude	22
35	Rate	Rate	21
36	Altitude	Altitude	30&31
37	Rate	Rate	29
38	Altitude	Altitude	28
39	Rate	Rate	27
40	Altitude	Altitude	26
41	Rate	Rate	25
42	Altitude	Altitude	24
43	Rate	Rate	23
44	Altitude	Altitude	22
45	Rate	Rate	21
46	Altitude	Altitude	30&31
47	Rate	Rate	29
48	Altitude	Altitude	28
49	Rate	Rate	27
50	Altitude	Altitude	26
51	Rate	Rate	25
52	Altitude	Altitude	24
53	Rate	Rate	23
54	Altitude	Altitude	22
55	Rate	Rate	21
56	Altitude	Altitude	30&31

Lehetséges-e a meteorológiai hasznosításuk?

Hogyan állnak össze az „EHS” adatok?



Szélvektor számítása

A Ground Speed és True Air Speed vektoriális különbsége.

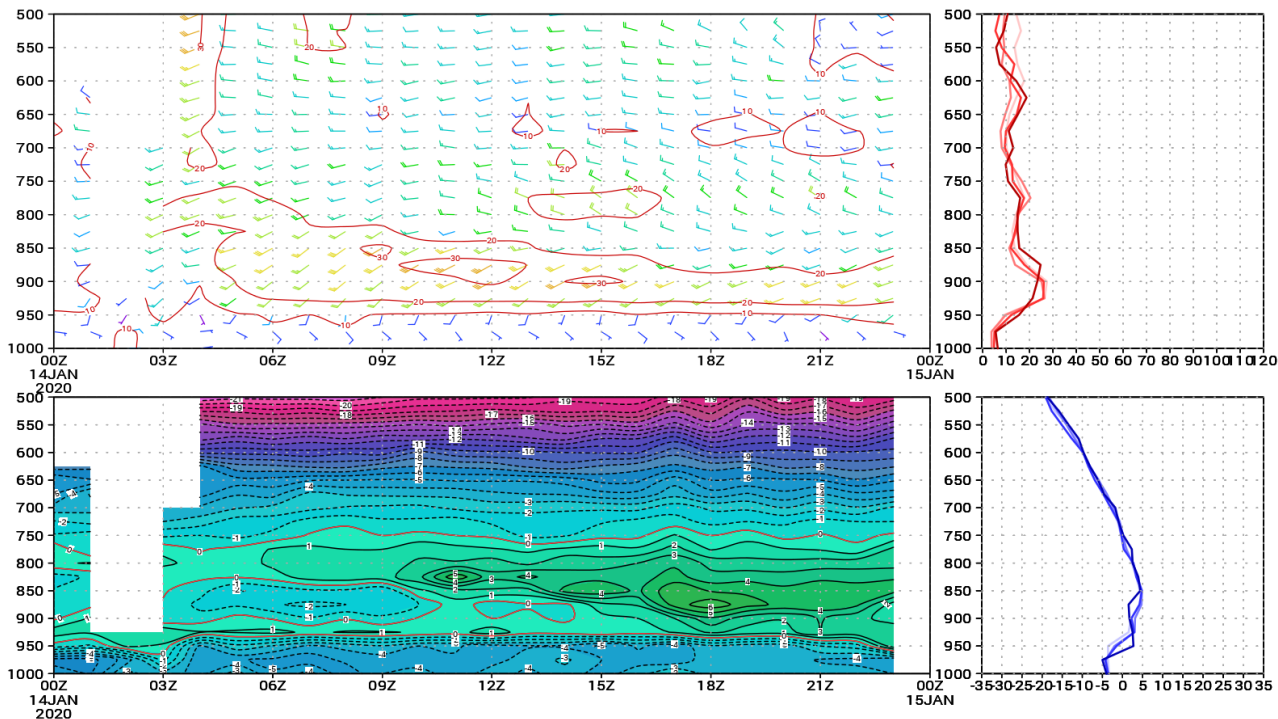
$$\vec{v} = \vec{v}_{GS} - \vec{v}_{TAS}$$

Hőmérséklet számítása

A Mach-számból indulunk ki, mert hőmérsékletfüggő paraméter.

$$T = \frac{1}{\gamma R} \left(\frac{v_{IAS}}{M} \right)^2$$

LHBP-n elérhető szűrt adatok



GrADS/COLA

2020-02-25-12:42

Pseudo temp

- Óránkénti átlagolás
- Szintenkénti átlagolás
- Területi szűrés
- Kiugró értékek szűrése
 - Zavaró adatok:
 - Katonai gépek
 - Helikopterek
 - Kisgépek

Együtműködés az OMSZ-szel

- Adatasszimilációs kísérletek
- Operatív adatszolgáltatás előkészítése

Turbulenciajelző rendszer



Örvényes áramlásban jelentkeznek

- A szárnykörüli áramlásban bekövetkező gyorsan ingadozó sebességváltozás (+/- irányban)
- Periodikusan megváltozik a felhajtóerő is
- Négyzetes kapcsolat (!)
- Turbulencia: az örvényes áramlás hatása légijárműre

Cél: a turbulencia előrejelzése, vagy jelenlétének detektálása

Turbulencia típus	Honnan nyeri az energiát?	Hol jelentkeznek a légkörben?
Termikes (LLT)	Felszín felmelegedése	Alacsony szinten
Mély konvekciós (TNT)	Felszín melegedése / légköri dinamika	Teljes troposzféra
Orografikus (MWT)	Emelkedési kényszer	Alacsony szinten
Felhőnélküli (CAT)	Légköri dinamika	Felső troposzféra
Sodorörvény	Légijármű	Teljes troposzféra

Alacsony szintű turbulencia (LLT)

- Felszínközeli jelenségekhez köthető
- Termikek
- Súrlódási hatások

Orografikus turbulencia (MWT)

- Hegyi hullámok során kialakuló rotorok

Zivatarhoz kapcsolódó turbulencia (TNT)

- A zivatarfelhő közelében, vagy alatta jelentkező turbulencia

Felhő nélküli, nagy magasságú turbulencia (CAT)

- Futóáramláshoz köthető



Turbulenciajelző rendszer

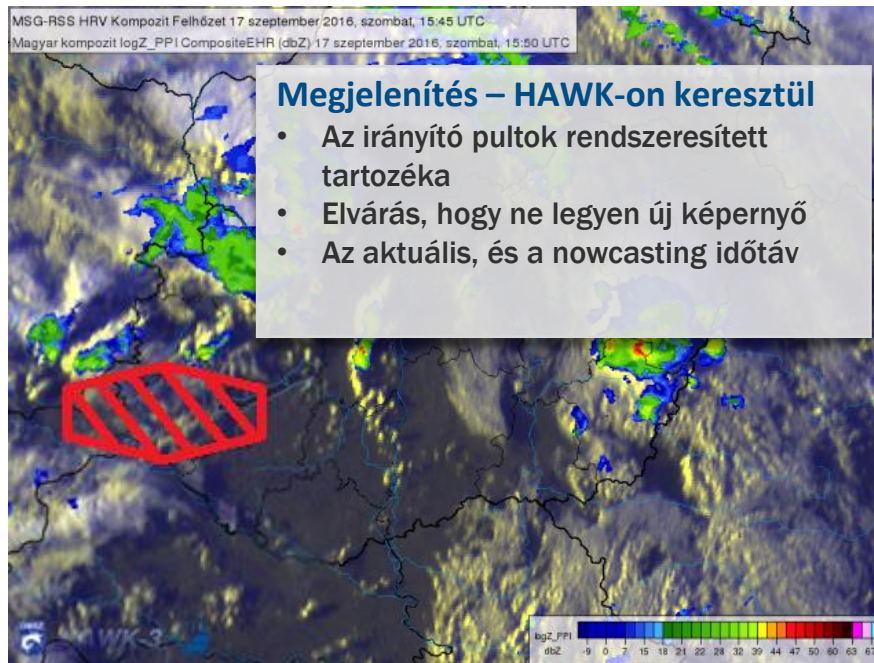
Turbulencia index számítása

- Rácsponi numerikus modell adatokból indul ki
- A WAFC által is használt Ellrod TI1 indexet alkalmazza (*Ellrod and Knapp, 1992*), amely a CAT -re lett kifejlesztve

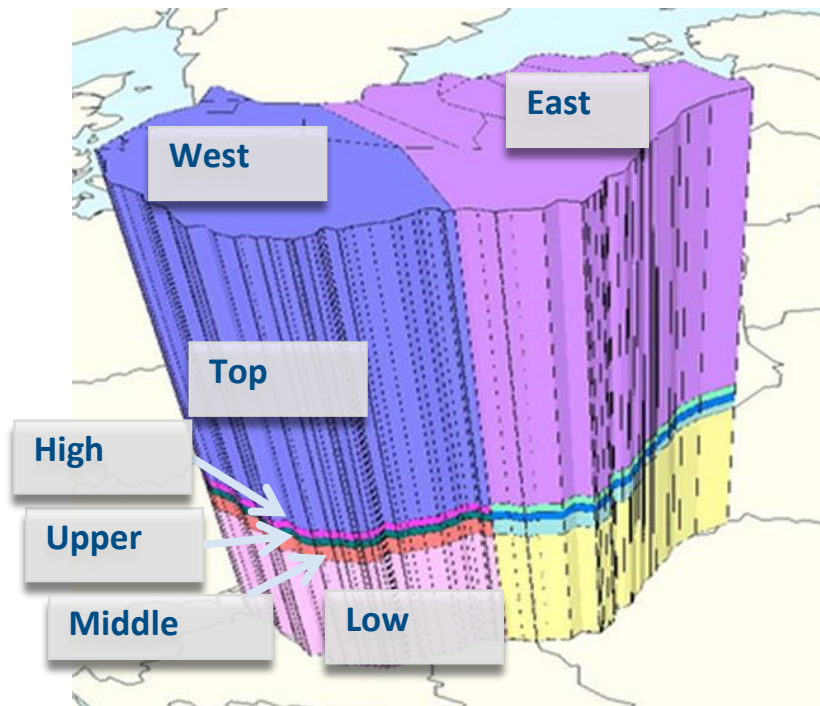
- $TI1 = VWS \times Def$

- $VWS = \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2}$

- $Def = \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2}$



Konvektív időjárási tájékoztató



Légiforgalmi irányítási szektorok

- Területi vágás – Kelet, Nyugat
- Magassági vágás

Kritikus elem: a kapacitás tervezése

- Forgalmi előrejelzések
- Időjárási előrejelzések

Konvektív időjárési tájékoztató



Konvektív időjárési tájékoztató

Érvényes: 2020-10-03 18:00:00 UTC-től 2020-10-04 06:00:00 UTC-ig

WEST szektor												
21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	0	0	0	0	0	0	0	0				
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
EAST szektor												
21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	0	0	0	0	0	0	0	0				
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Idő	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
WEST TOP	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	
WEST HIGH	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	
WEST UPPER	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	
WEST MIDDLE	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	
WEST LOW	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	
Idő	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
EAST TOP								1	1	1	1	1	1
EAST HIGH								1	1	1	1	1	1
EAST UPPER								1	1	1	1	1	1
EAST MIDDLE								1	1	1	1	1	1
EAST LOW								1	1	1	1	1	1
Idő	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
TMA						1	1	1	2	3	3	2	1

A zivatarok területi lefedettsége: **1** 0-20% **2** 20%-40% **3** 40% felett

Készült: 2020-10-03 18:25 Adta:

A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE



*KÖSZÖNÖM
A FIGYELMET!*

mta.hu

