

Dr. Bottyán Zsolt

AZ EUMETSAT EUMETCAST METEOROLÓGIAI MŰHOLDAS RENDSZERÉNEK FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGE AZ OPERATÍV ELŐREJELZÉSBEN, A KATONAI REPÜLŐTEREKEN

BEVEZETÉS

A 86. SZHB, az 59 SZDRB és a PBRT alárendeltségében tevékenykedő és a katonai repülőtereken települő meteorológiai csoportok alapvető feladata a repülések meteorológiai biztosítása, melynek során a levegő fizikai állapotának észlelését, folyamatos nyomon követését és rövid távú előrejelzési feladatok végrehajtását kell koordinálniuk. Az előrejelzési feladat lényegében egy három óránként jelentkező, átfedéssel, nowcasting jellegű prognózis előállítás, mely 9 óra időtartamra az alapvető repülésmeteorológiai paraméterek várható értékeinek meghatározását és adott távirati szabvány (TAF) szerinti kódolását jelenti.

A fent említett prognózis elkészítéséhez elengedhetetlenül szükséges egy megbízható (részletes) analízis, melynek elkészítéséhez szükséges a földi és aerológiai mérések mellett a távérzékelési adatok felhasználása is. Ezek elsősorban a meteorológiai műholdak által szolgáltatott és a belőlük készített – elsősorban képi megjelenítésű – produktumok.

Napjainkban a katonai repülőterek – több forrásból is - rendelkeznek ugyan közel valós idejű (20 percenként frissülő) műholdas képekkel, de ezek csak igen szerény szegmensét jelentik a hozzáférhető műholdas produktumoknak! Jelenleg csak az MSG-2 (Meteosat Second Generation 2 geostacionárius műhold) VIS0.6, a WV6.2, az IR10.8 és az ún. természetes színű nappali kompozit (Natural Color RGB Composite) képekhez van hozzáférésük a meteorológiai csoportoknak.

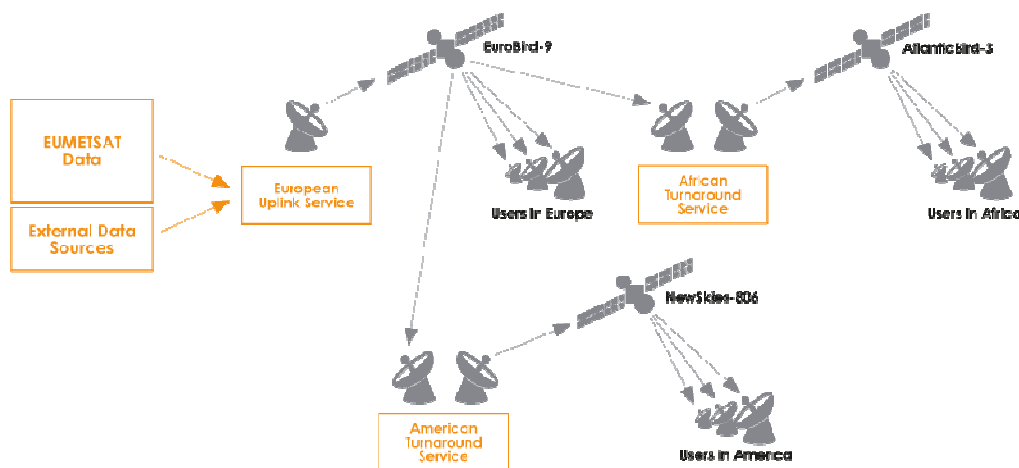
Munkánkban bemutatjuk az EUMETCast rendszeren keresztül elérhető és felhasználható geoszinkron műholdas szegmenseket és végül egy esettanulmányon keresztül megmutatjuk ezek hasznosságát is.

AZ EUMETSAT EUMETCAST MŰHOLDAS RENDSZERE

Az EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) az európai meteorológiai műholdas adatszolgáltatás központja, székhelye Darmstadt, Németország. Az EUMETSAT üzemelteti a meteorológiai műholdakat, a kiszolgálásukhoz és az adatfeldolgozáshoz

szükséges infrastruktúrát is. Magyarország 2008 ősze óta teljes jogú tagja az EUMETSAT szervezetének, így azóta, a hazai felhasználók is jóval könnyebben juthatnak hozzá a meteorológiai műholdas produktumokhoz.

Az EUMETSAT a meteorológiai műsorszórást többféle módon teszi lehetővé, melyek közül munkánkban a EURO-BIRD-9A telekommunikációs műhold segítségével történő adattovábbítást és vételt ismertetjük, amit EUMETCast rendszernek neveznek (1. ábra).



1. ábra. Az EUMETSAT EUMETCast műholdas műsorszórási rendszere. Forrás:

(http://www.eumetsat.int/Home/Main/What_We_Do/EUMETCast/System_Description/index.htm?l=en)

Az EUMETSAT által üzemeltetett műholdak adatait a darmstadti központban (és a poláris holdak adatainak vételét megvalósító regionális központokban) veszik közvetlenül és itt rögtön fel is dolgozzák azokat, illetve speciális további produktumokat állítanak elő a műholdak mérései alapján. Az így kapott adatokat a már említett telekommunikációs műholdra sugározzák fel, majd onnan egy egyszerű (digitális műholdas adások vételére alkalmas) berendezéssel – EUMETSAT licenz birtokában – bárki veheti is (1. ábra)!

Természetesen a műholdas vevőrendszer igényel némi hardver és szoftver erőforrást, de a kiépítés és üzemeltetési költség viszonylag csekély, így könnyen installálható bárhol, de dolgozatunkban erre a kérdésre nem térünk ki részletesebben. A vételhez szükséges licenz megszerzéséhez az EUMETSAT-hoz kell fordulni közvetlenül, a honlapjukon meglévő regisztrációs adatlap kitöltésével.

A ZMNE BJKMK RLI Repülésirányító és repülő-hajózó tanszékének Repülésmeteorológiai Laboratóriumában (AWL, Aviation Weather Lab.) egy hónapja működik egy digitális EUMETCast műholdvevő rendszer, mellyel mind a geostacionárius, mind pedig a poláris műholdak produktumait képesek vagyunk venni és feldolgozni (2. ábra).



2. ábra. A ZMNE, BJKMK, RLI Repülésirányító és Repülő-hajózó tanszék EUMETCast műholdas vevőjének vevőantennája és képfeldolgozó rendszere

A vevőállomás által vett adatfile-okat egy szoftver segítségével konvertáljuk képpé és készítünk a különböző csatornákon vett képekből összetett, ún. RGB kompozit produktumokat, melyek valamely időjárási paraméter vagy jelenség kiemelt megjelenítésére szolgálnak.

AZ EUMETCAST MŰHOLDAS MŰSORSZÓRÁS GEOSTACIONÁRIUS PRODUKTUMAIRÓL ÁLTALÁBAN

Az MSG-2 geostacionárius műhold 12 csatornáján készített felvételek

Az MSG-2 geostacionárius meteorológiai műhold legfontosabb berendezése a SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager) fedélzeti érzékelő, mely 12 csatornán képes letapogatni a földi rendszert. A csatornakiosztást az *I. táblázatban* láthatjuk. A csatornák közül 3 a látható, 9 pedig az infravörös tartományba esik. A műhold, a számára látható félgömbről 15 percenként készít minden csatornán felvételeket és ezeket a darmstadti központba sugározza. Az egyes csatornák önállóan is fontos információkat hordoznak a légkör állapotára vonatkozóan, melyeket röviden szintén az *I. táblázatban* foglaltuk össze. Fontos, hogy a 3 látható tartományban készült képek csak nappal, míg a többi éjjel-nappal elérhető. [1]

Nyilvánvaló, hogy a „nyers” – csak az egyes csatornák információit külön-külön hordozó – műholdképek alkalmazása a repülésmeteorológiai előrejelzésben korlátozott, hiszen számos olyan légköri tulajdonság létezik, melyek megfigyeléséhez, nyomon követéséhez több csatorna adata, illetve ezek kombinációja szükséges. Általában a nappali felhőzet nyomon követéséhez elegendő a VIS0.6 csatornán készült képek vizsgálata, de ha azt is tudni szeretnénk, hogy pl. a felhőzetben hol vannak túlhűlt vízcseppeket (SLWC, Supercooled Liquid Water Content) tartalmazó tartományok, akkor ezt

már, csak ennek a produktumnak az alkalmazásával nem tudjuk meghatározni! Hasonló a helyzet az alacsony stratus és a köd megfigyelésével is! Ezért ezek a képek további feldolgozást igényelnek, melynek egyik módja az ún. RGB kompozit képek előállítása, amiről a következő fejezetben szólnunk.

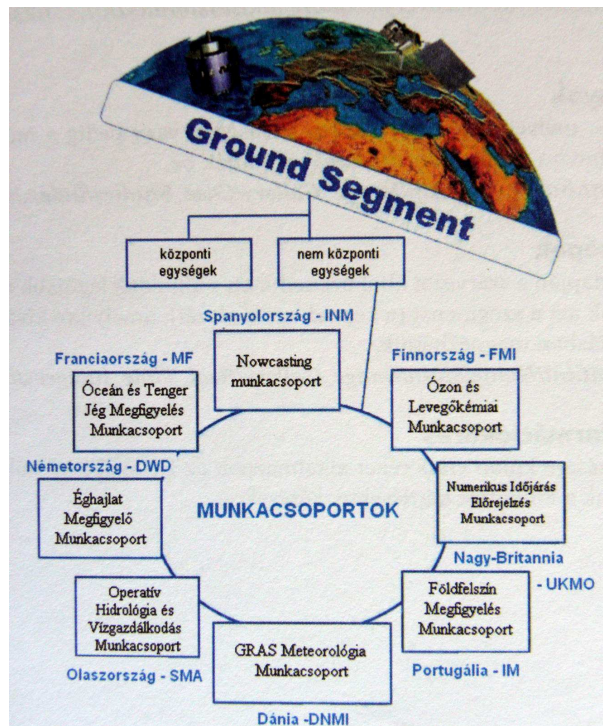
Csatorna száma	Csatorna neve és hullámhossza (µm)	Hullámhossz középértéke (µm)	Megfigyelési lehetőségek
1	VIS0.6	0,635	Felszín, felhők, szélmező
2	VIS0.8	0,810	Felszín, felhők, szélmező
3	NIR1.6	1.640	Felszín, felhőfázisok
4	IR3.9	3.900	Felszín, felhők, szélmező
5	WV6.2	6.250	Vízgőz, magas szintű felhőzet, légköri instabilitás
6	WV7.3	7.350	Vízgőz, légköri instabilitás
7	IR8.7	8.700	Felszín, felhők, légköri instabilitás
8	IR9.7	9.660	Ózon
9	IR10.8	10.800	Felszín, felhők, szélmező, légköri instabilitás
10	IR12.0	12.000	Felszín, felhők, légköri instabilitás
11	IR13.4	13.400	Cirrus felhőzet, légköri instabilitás
12	HRV	Szélessáv (0.4-1.1 µm)	Felszín, felhőzet

1. táblázat. Az MSG-2 műhold SEVIRI érzékelőjének csatornakiosztása és az egyes csatornák alkalmazhatósága.

Műholdas adatokból származtatott adatok

Ahogy korábban említettük, az EUMETSAT a műholdról származó adatokat nemcsak továbbítja, hanem fel is dolgozza és az így kapott produktumokat, szintén beilleszti a meteorológiai műsorszórásba. Az EUMETSAT és a hozzá kapcsolódó nemzetközi munkacsoportokat (SAF, Satellite Application Facility) a 3. ábrán mutatjuk be. Ezek a csoportok számos – a repülésmeteorológiában is hasznos – produktumot állítanak elő, közel valós időben.

Repülésmeteorológiai szemmel nézve elsősorban a Nowcasting Munkacsoport (NWC SAF) és az EUMETSAT központ által előállított, származtatott produktumok (MPEF, Meteorological Products Extraction Facility) a lényegesek. Jelen tanulmányban két MPEF származtatott mezőt fogunk áttekinteni a következőkben.



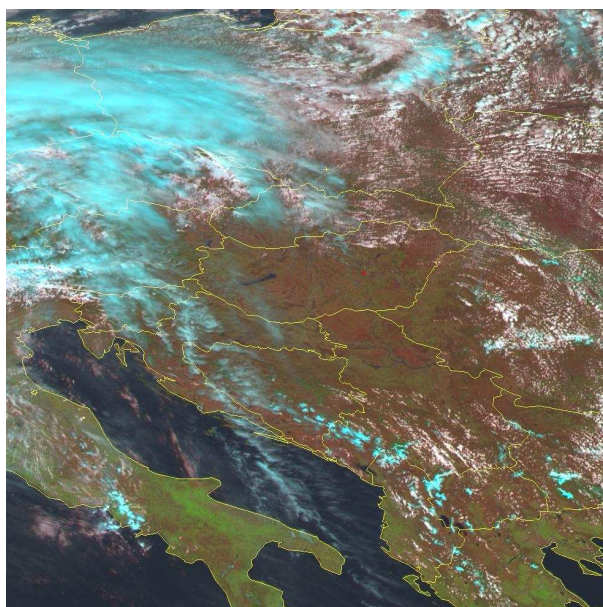
3. ábra. A nemzetközi munkacsoportok (SAF-ok) és az EUMETSAT földi kiszolgáló bázisa. Forrás: [2].

A REPÜLÉSMETEOROLÓGIÁBAN ALKALMAZHATÓ MSG-2 RGB KOMPOZIT MŰHOLDKÉPEKRŐL

Jelenleg számos, az előrejelzésben operatív is használt RGB kompozit meteorológiai műholdkép segíti a meteorológusok munkáját. [3] Az RGB kompozit képek lényege, hogy több csatorna információját dolgozzák bele egy képbe az RGB (Red, Green, Blue) képkialakítási technika segítségével. Fontos, hogy tudjuk, milyen légköri jelenséget vagy tulajdonságot szeretnénk kiemelni a kompozit kép segítségével, mert a bemenő csatornákat eszerint kell meghatározni. A jelenleg alkalmazott RGB kompozit képek elkészítésének elvi alapját több fizikai ismeretanyag együttese alkotja. [3]

Napjainkban a MH. meteorológiai csoportjai csak az ún. természetes színezésű RGB kompozit (Natural Color RGB) műholdképekhez férnek hozzá közel valós időben (20 percenként). Ez a produktum – bár jól használható, pl. az alacsony stratus/köd, a jégfelhőzet, a vegetáció és a havas felszínek azonosítására – sajnos csak a nappali időszakban áll rendelkezésre (4. ábra).

Ugyanakkor, az éjszakai időszakban csak az említett vízgőz (WV6.2) és egy infravörös (IR10.8) csatorna „nyers” képeire támaszkodhatnak a MH. Meteorológiai csoportjai, ami jelentősen behatárolja a felhőzet tulajdonságainak és az alacsony szintű nedvességi viszonyok (alacsony stratus/köd, párásság stb.) detektálását.



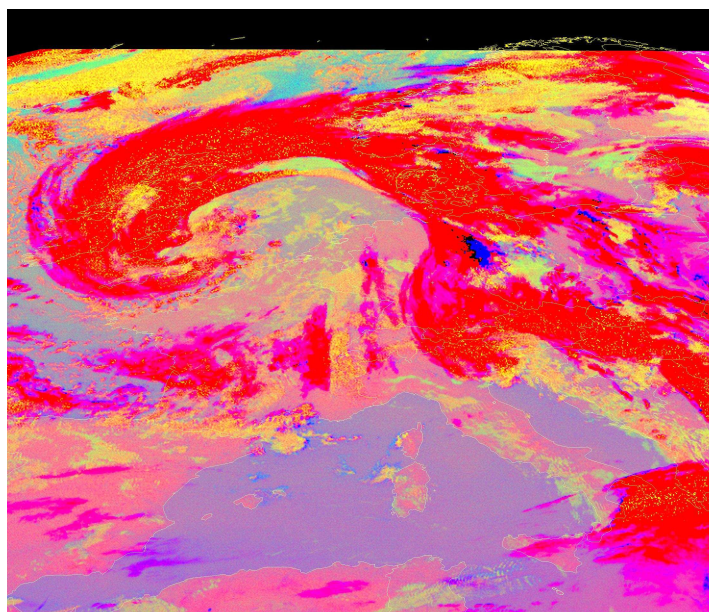
4. ábra. A természetes színezésű RGB kompozit műholdkép. Forrás: EUMETSAT. Képfeldolgozás: ZMNE, Repülésmeteorológiai Laboratórium

Véleményünk szerint az alábbi RGB kompozit műholdképekhez való hozzáférés jelentősen segítené a repülőtéri meteorológusok munkáját (a felsorolás egyben fontossági sorrendet is jelöl):

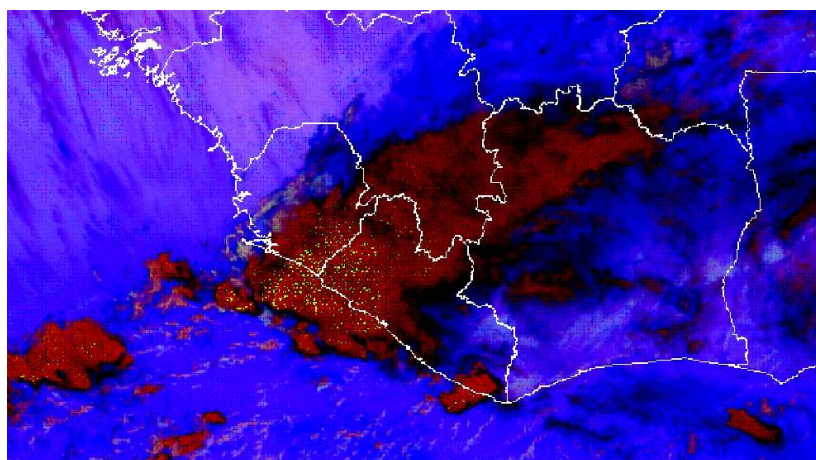
- az éjszakai köd RGB kompozit (Fog RGB),
- a konvektív RGB kompozit (Convective Storm RGB),
- a nappali mikrofizikai RGB kompozit (Day Microphysics RGB) és
- a légtömeg RGB kompozit (Airmass RGB)

Az *éjszakai köd RGB kompozit* képek segítségével a napnyugta előtt és után kialakuló alacsony stratus/köd helyzetek felismerése és nyomon követése válik lehetővé (ha más felhőzet nem borítja a kérdéses területet). Az ilyen típusú képeken az alacsony stratus/köd halvány zöldes-fehéres színnel jelenik meg a rózsaszínű felszíni háttér előtt (5. ábra). Az alacsony stratus/köd azonosítását ezen a kompozit képen az teszi lehetővé, hogy ezekben a felhőkben igen sok, kicsi méretű felhőelem van jelen, melyek esetén az IR10.8 és az IR3.9 csatornák $BTD_{10.8-3.9}$ (Brightness Temperature Difference) értéke igen nagy (0.14)! Ugyanakkor az IR10.8 csatornán a nagy és a kicsi méretű felhőelemekből álló felhőzet emisszivitása egyaránt magas érték (0.98-0.99). Mivel az említett $BTD_{10.8-3.9}$ értékeket a zöld színhez rendeljük, az alacsony stratus/köd színe a fent említett lesz a kompozit képen (5. ábra). [3]

Meg kell jegyezzük, hogy ez a kompozit kép alkalmas még az éjszakai intenzív zivatarfelhőzet (Cb) követésére is, hiszen a Cb felhőzet tetejének emisszivitása az IR3.9 csatornán rendkívül alacsony és így ezek a felhők intenzív raszteres narancssárga-piros színben tűnnek fel (6. ábra).



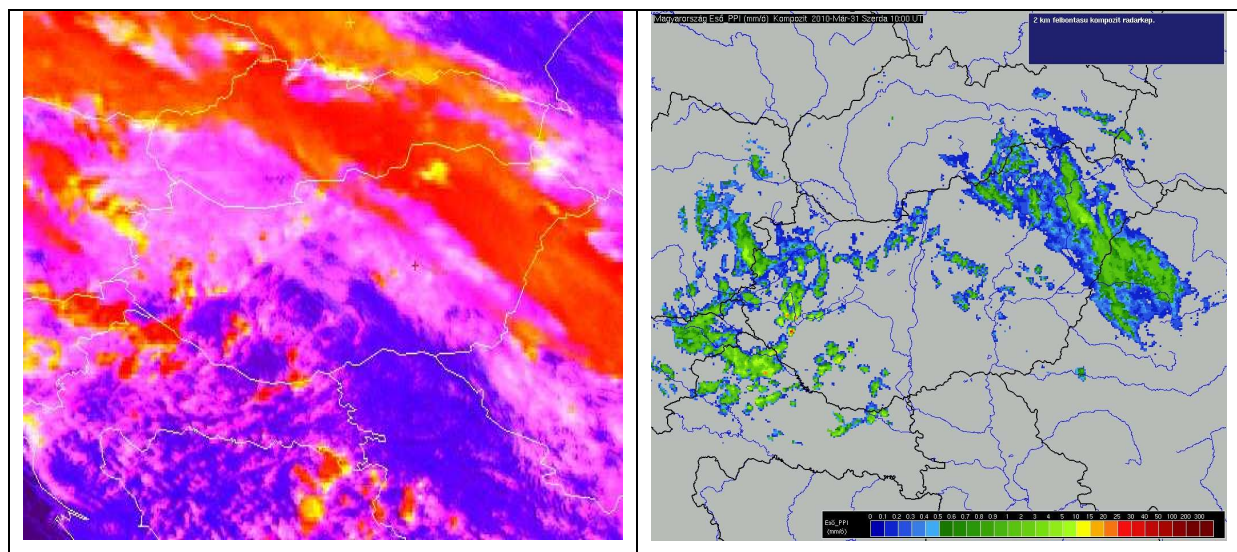
5. ábra. Az éjszakai köd RGB kompozit műholdkép. Forrás: EUMETSAT. Képfeldolgozás: ZMNE, Repülésmeteorológiai Laboratórium



6. ábra. A zivatarfelhőzet megjelenése az éjszakai köd RGB kompozit műholdképen. Forrás: J. Kerkman: APPLICATIONS OF METEOSAT SECOND GENERATION (MSG) On-line prezentáció, 2005.

A *konvektív RGB kompozit* képeken a fejlődő és kifejlett zivatarfelhőket (Cb) lehet nyomon követni a nappali időszakban. Az intenzív konvektív cellák erős sárga színben jelennek meg, a troposzféráig emelkedő vagy az azt áttörő Cb felhőzet teteje pedig erős pirosban (7. ábra). Ennek magyarázata, hogy a WV6.2 és WV7.3 csatornák közötti BTD érték ($BTD_{6.2-7.3}$) a középső troposzféra nedvességi viszonyait mutatja és a piros színnel van megjelenítve. A $BTD_{3.9-10.8}$ különbség (zöld szín) a felhőzet

mikrofizikai viszonyaira érzékeny és a NIR1.6 és a VIS0.6 csatornák reflektanciájának különbsége ($RD_{1.6-0.6}$) pedig a jégtartalom mutatója, ami a kék színt hordozza. [4]



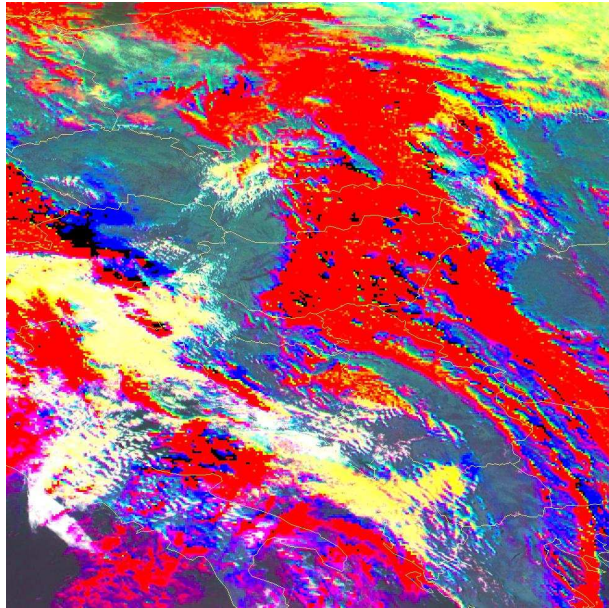
7. ábra. Intenzív konvekció (sárga színű terület) a konvektív RGB kompozit műholdképen (bal oldali kép). Ugyanezen konvektív gócok az OMSZ kompozit radarképén 2010.03.31-én 10.00 UTC-kor.

Forrás: EUMETSAT. Képfeldolgozás: ZMNE, Repülésmeteorológiai Laboratórium és Országos Meteorológiai Szolgálat.

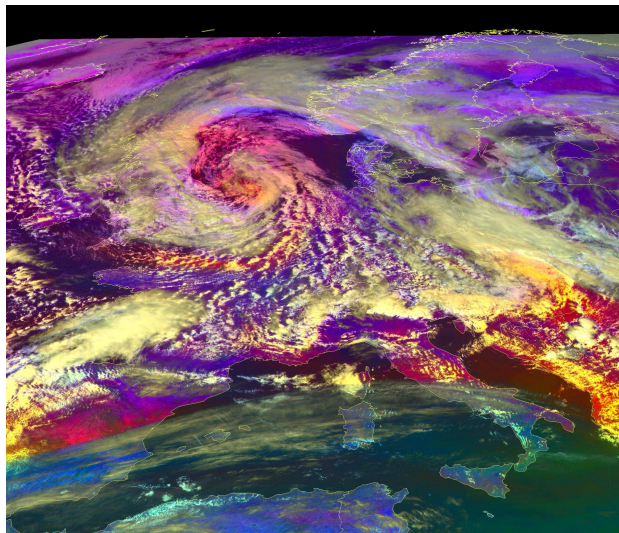
A *nappali mikrofizikai RGB kompozit* műholdképek a felhőzet mikro-léptékű felhőfizikai tulajdonságairól adnak tájékoztatást. A VIS0.8 csatorna reflektanciája a felhőzet optikai mélységéről valamint a víz- és jégtartalmáról ad információt. Ez a csatorna adja a fentebb említett RGB kompozit kép piros bemenetét. Az IR3.9-es tartomány reflektancia értékei a felhőzet elemeinek méreteloszlásáról és halmazállapotáról tájékoztatnak és a zöld színt hordozzák. Az IR10.8 csatorna BTD értékei pedig hőmérsékleti információt hordoznak és a kék színű bemenetet állítják elő. A nappali mikrofizikai RGB kompozit képeken a meleg felhőzet – amely nem ad csapadékot – fehérben látható, mert a felhőelemek kicsik, a csapadékot adó felhőzet pedig – mivel nagyobb méretű csapadékelemekből állnak – rózsaszínben tűnnek elő. A túlhumid vizet tartalmazó felhőrendszerek pedig sárgának tűnnek fel, míg a sok jeget tartalmazó felhőtípusok (pl. Cb tető) színe piros ezen az RGB kompozit képen (8. ábra). [3]

A *légtömeg RGB kompozit* műholdképek elkészítéséhez a WV6.2 és WV7.3 csatornák $BTD_{6.2-7.3}$ értékét, az IR9.7 és IR10.8 csatornák $BTD_{9.7-10.8}$ különbségét valamint a WV6.2 csatorna hőmérsékleti értékét használjuk fel úgy, hogy ebben a sorrendben kerülnek a piros, zöld és kék bemenetre. Éppen ezért ezek a kompozitok hőmérsékleti és nedvességi viszonyokat emelnek ki a troposzféra különböző rétegeiben, valamint az ózontartalomról is tájékoztatnak. A képfeldolgozás fentebb leírt módja miatt a nedves régiók kékes színben tűnnek fel, az alacsony ózontartalmú troposzférikus területek zöldes színben jelennek meg. A száraz leszálló sztratoszférikus levegő pirosas színű. Ez az RGB kompozit

kép a légtömegek elkülönítése mellett alkalmas még a gyors ciklonképződés (Rapid Cyclogenesis), a jetek (Jet Stream) és a potenciális örvényesség (Potential Vorticity) analízisére is (9. ábra).



8. ábra. A nappali mikrofizikai RGB kompozit műholdkép. Forrás: EUMETSAT. Képfeldolgozás: ZMNE, Repülésmeteorológiai Laboratórium

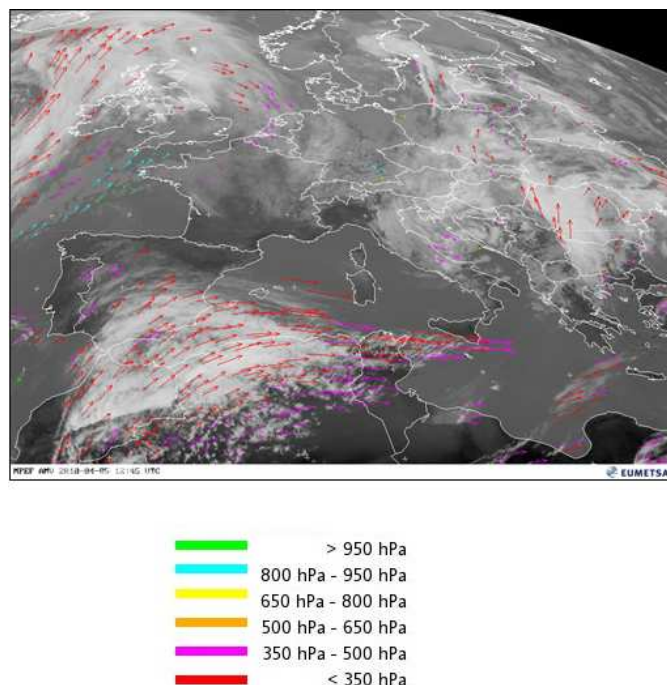


9. ábra. A légtömeg RGB kompozit műholdkép. Forrás: EUMETSAT. Képfeldolgozás: ZMNE, Repülésmeteorológiai Laboratórium

A REPÜLÉSMETEOROLÓGIÁBAN ALKALMAZHATÓ, AZ MSG-2 MŰHOLD ADATAIBÓL SZÁRMAZTATOTT EGYÉB PRODUKTUMOK

Az EUMETSAT által előállított produktumok (MPEF)

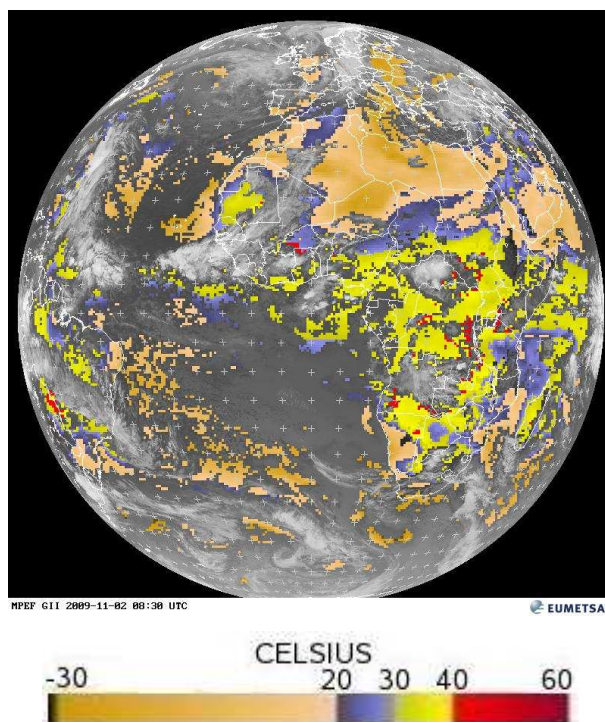
A *légköri mozgásvektorok produktum* (Atmospheric Motion Vectors, AMV) előállítása az MSG-2 műhold egymás után készült felvételeinek elemzése és feldolgozása után készül el, tehát egy adott időszakban történő vizsgálat eredményeiből származó adatokat tartalmaz a troposzféra szélviszonyait illetően. Tekintve, hogy a különböző csatornákon jól azonosítható a különböző szintű és tulajdonságú felhőzet, ezek elmozdulása jól követhető egy alakfelismerő eljárást használó szoftver segítségével. Az azonosított objektumok elmozdulásából számítják – és rajzolják az adott háttérű műholdképre – az ún. elmozdulás-vektorokat. Ezeket színekkel jelölik meg a magasságuk szerint, ahogyan a 10. ábrán látható. Többféle ilyen produktum is készül (attól függően, hogy melyik csatorna képei alapján számítják az elmozdulás-vektorokat), ezek közül most az EUMETSAT honlapján megtalálható AMV képet mutatjuk be, mely az IR10.8 csatorna adatai alapján készült. A bemutatott produktum szinoptikus órákban elérhető, így csak közel valós idejűnek tekinthetők. [2] Az EUMETCast műsorszórásban azonban 15 perces időbeli felbontásban is elérhetők pl. a CMV (Cloud Motion Vectors) képek!



10. ábra. A légköri mozgásvektorok EUMETSAT MPEF produktum. Forrás:

<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/PRODUCTS/AMV/CENTRALEUROPE/index.htm>

A *globális instabilitási index produktumok* között (Global Instability Index, GII) többféle instabilitási index becslését kaphatjuk meg. Tekintve, hogy az előrejelzői gyakorlatban a K-index egy igen gyakran alkalmazott és fontos stabilitási mérőszám, munkánkban ezen index területi eloszlását jellemző produktumot mutatjuk be (11. ábra). Ezen a képen a sötét és világos barna szín jelzi a stabilis légrétegződésű területeket, míg a kéktől kezdve, a sárgán át a pirosig az egyre nagyobb instabilitással rendelkező légréseket azonosíthatjuk. A produktum szintén 15 perces időbeli felbontásban elérhető.



11. ábra. Az EUMETSAT MPEF globális instabilitási index produktuma. Forrás:

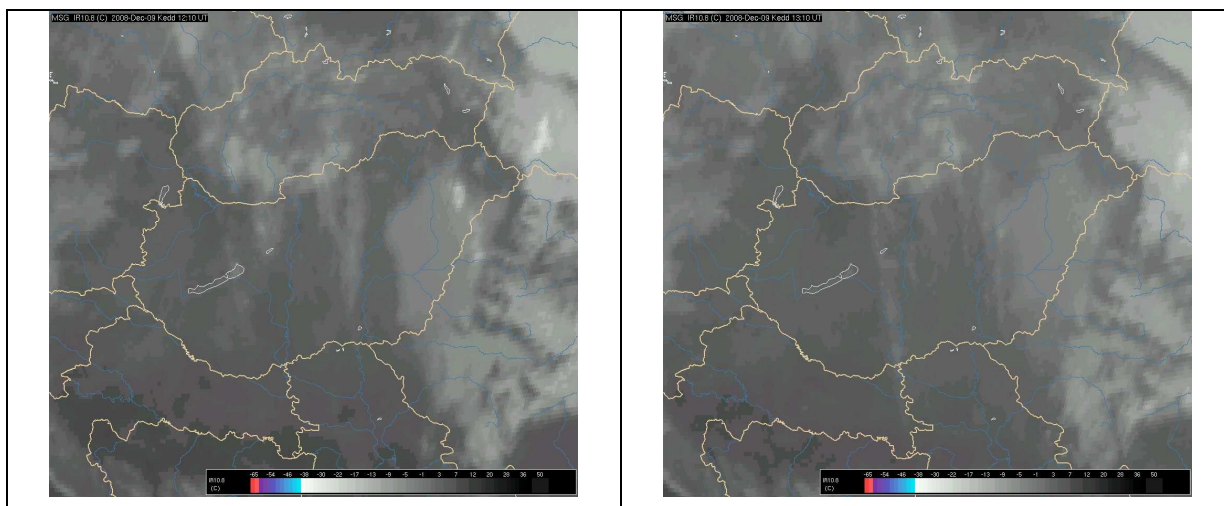
<http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/MSG/PRODUCTS/GII/K/index.htm>

A „NIGHT FOG” RGB KOMPOZIT MŰHOLDKÉP ALKALMAZÁSA – ÉJSZAKAI ÁRAMLÁSI KÖD MEGFIGYELÉSE ÉS KÖVETÉSE

A MH. meteorológiai csoportjainak egyik legnehezebb feladata, az alacsony stratus/köd helyzetek detektálása és az áramlási ködök nyomon követése (az előrejelzésük problémakörét most nem érintjük). Különösen igaz ez a téli félév éjszakai időszakában, amikor a relatíve ritka szinoptikus állomáshálózat óránkénti (néhány repülőtérrel félóránkénti) és az MSG-2 geostacionárius műhold „nyers” infravörös és vízgőz csatorna adataira támaszkodhatnak az előrejelzők. Napközben az alacsony stratus/köd jellegű felhőzet a természetes színű RGB kompozit képen, a VIS0.6 és az IR10.8

felvételeken egyaránt jól észrevehető, de napnyugta közeledtével az előző kettő képen a reflektancia drasztikusan csökken (alacsony napállás miatt), majd teljesen eltűnik (éjjel nem áll rendelkezésre ilyen típusú felvétel).

Az infravörös tartományban készült IR10.8 műholdkép esetében pedig – szemben a nappali szituációval – napnyugtakor a talaj és az alacsony stratus/köd közötti hőmérsékleti kontraszt tűnik el látványosan az erős talajfelszíni kisugárzás miatt (12. ábra). A vízgőz sávban készült felvételek önmagukban szintén nem teszik lehetővé a stratus/köd nyomkövetését, mert a troposzféra talajhoz közeli szintjének nedvességi viszonyait nem képesek ábrázolni.



12. ábra. A Tiszántúlon nappal is megmaradó, mintegy 20000 km²-es ködös terület jól látszik a 2008.

12. 09-én, 12.10 UTC-kor készült IR10.8-as műholdképen. Egy óra múlva már alig kivehető a jelenléte, pedig a területe növekvőben volt! Forrás: OMSZ, Hawk megjelenítő rendszere

A fentiekből következik, hogy az alacsony stratus/köd megfigyelését a felhőzet felhőfizikai tulajdonságai alapján szükséges elvégezni (találnunk kell olyan felhőfizikai tulajdonságot, ami éjjel is kiemeli a háttérből a „zajból” ezeket az objektumokat, azaz kontrasztot kell teremtenünk).

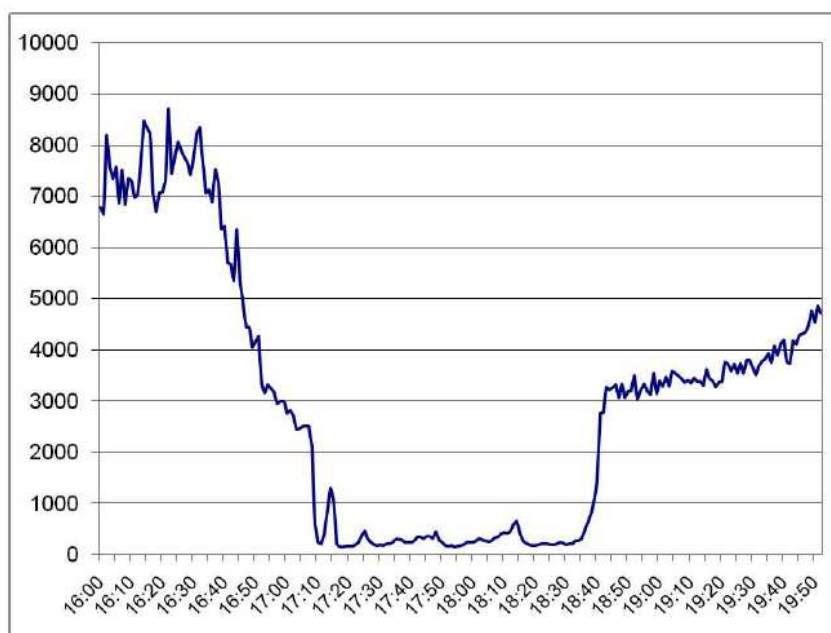
Erre a célra a már korábban említett *éjszakai köd RGB kompozit* műholdkép alkalmas, mely ezt a kiemelést az alacsony stratus/köd felhőelemeinek kicsi méretének valamint a felhőzet és a talaj gyenge hőmérsékleti különbségének kiemelésével végzi el. Miután ez a kompozit kép csak infravörös tartományú sávok felhasználásával készül, éjjel is rendelkezésre áll (5. ábra)! A kompozit alkalmazhatóságának bizonyítására egy esettanulmányt mutatunk be röviden.

A 2008. december 09-én bekövetkezett áramlási ködös helyzet szinoptikus helyzetének analízise ismert, melyet itt nem részletezünk. [5] Csak annyit jegyzünk meg, hogy egy napközben mintegy 20000 km²-es területen, a Tiszántúlon napközben sem oszlott fel a köd. A természetes színű RGB kompozit műholdképen jól látható, piszkos fehéres árnyalatban, mely ködtakaró széle rendkívül éles átmenetet képez a felhő nélküli területek felé (13. ábra). A kora délutáni időszakban a korábbi 210 fokról fújó szél átfordult 130 fokra és 4-5 m/s átlagos lamináris áramlásként a szolnoki repülőtér (LHSN) felé mozgatta a korábban tőlünk távolodó ködöt.



13. ábra. A napközben megmaradt nagy kiterjedésű alacsony stratus/köd a Tiszántúlon a természetes színű RGB kompozit MSG-2 műholdképen, 2008.12.09. 12.10 UTC-kor. Jól látható a ködzóna rendkívül éles nyugati pereme! Forrás: OMSZ HAWK megjelenítő rendszer

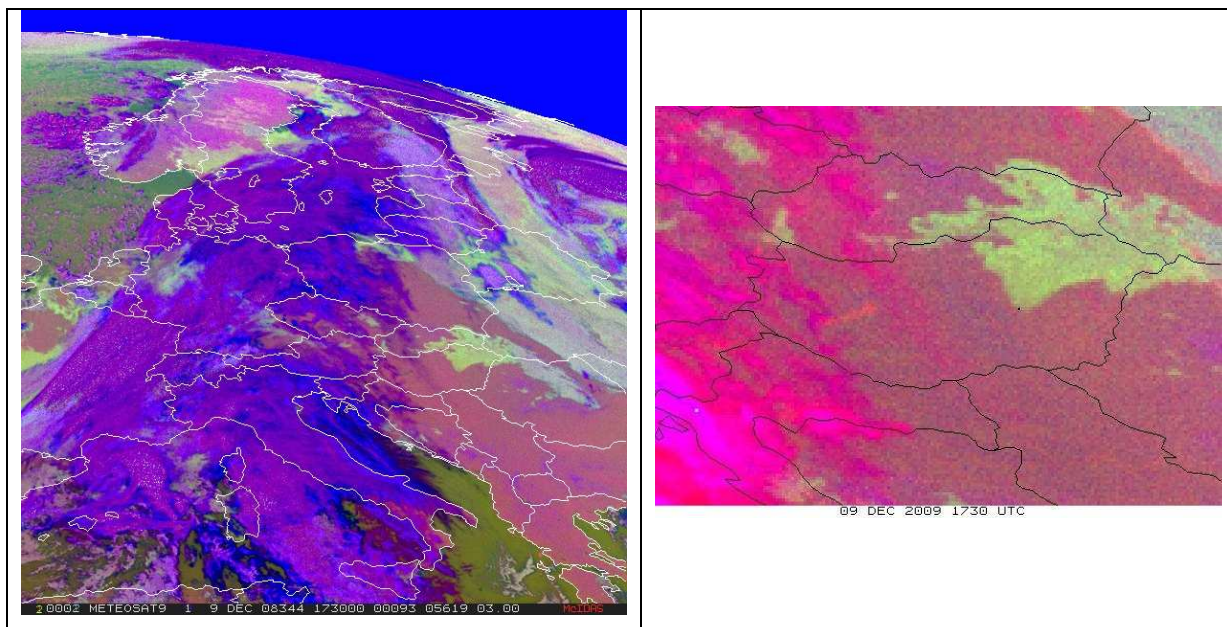
Ennek eredményeként a repülőtér északi látástávolság-mérő berendezése 16.00 UTC és 20 UTC között az alábbi értékeket mérte (14. ábra).



14. ábra. A szolnoki repülőtér (LHSN) északi látástávolság-mérő berendezése által észlelt látástávolságok 2008.12.09-én 16.00 UTC és 20.00 UTC között. Forrás: [5].

A látástávolság drámai csökkenése 2500 méterről 300 méterre mintegy 3 perc alatt történt meg (közben zajlott a kiképzési repülés) és a köd megszűnése hasonlóan gyorsan játszódott le! A problémát a mozgó köd követése jelentette, hiszen szinoptikus állomás Szolnok környezetében kb. 100 km-es távolságra van és napnyugta után nem lehetett tudni hol a ködös terület határa.

A megnyugtató megoldást az éjszakai köd RGB kompozit műholdkép jelenthette volna, hiszen ezen a mozgó köd rendkívül jól észrevehető (halvány zöldes-fehéres árnyalatban), ahogyan ezt a 15. ábrán láthatjuk. 17.30-kor a látástávolság mindössze 300 méter volt. Ha ezek a kompozitok - akár 5 percenként is rendelkezésre álltak volna (MSG-1, RSS, Rapid Scan Service szolgáltatás EUMETCast műsorszórás) - az éjjel lappangó köd nyomon követése könnyen végrehajtható lett volna.



15. ábra. A 2008.12.09-én kialakult köd a Tiszántúl északi részén 17.30 UTC-kor az éjszakai köd RGB kompozit műholdképen. Balra: európai kivágat, jobbra: kinagyítva Magyarország és fekete pont jelzi a repülőteret (LHSN). Forrás: EUMETSAT.

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a meteorológiai műholdas produktumok számos típusa elérhető, akár közvetlen vétellel is (EUMETCast műsorszórás). Ezek közül az MSG-2 műhold RGB kompozit képei és egyéb származtatott produktumai különösen jól alkalmazhatók a repülésmeteorológiai analízisben és előrejelzésben, mert széles spektrumban szolgáltatnak információt a felhőzetről, a nedvességi viszonyokról és a konvektív folyamatokról, nagy térbeli és időbeli felbontásban.

Mindenképpen célszerűnek látszik ezeket a produktumokat a MH. Repülőcsapatainak meteorológiai csoportjainak rendelkezésére bocsátani, hogy munkájukat ezekkel a távérzékelési produktumokkal is elősegítsük. Ennek két lehetséges módját látjuk:

- az Országos Meteorológiai Szolgálat HAWK megjelenítő rendszerén keresztül közvetlenül eljuttatni a repülőterekre az említett produktumokat (hasonlóan, ahogy a jelenlegi műholdas produktumok rendelkezésre állnak);

- az adott repülőtérén megfelelő licenz megszerzése után saját EUMETCast műholdas vevőberendezés telepítése, majd a vett produktumokat helyben előállítani és integrálni a HAWK rendszerbe (ebben az esetben az OMSZ irányába nem kell járulékos sávszélességet lefoglalni).

Jelenleg folyik a szakmai és műszaki egyeztetés a fentebb említett lehetőségek megvalósítása érdekében, melyben a ZMNE Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszéke részéről a szerző is tevékenyen részt vállal.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszönetét fejezi ki Marianne Könignek a 2008.12.09-i éjszakai köd RGB kompozit képek előállításáért és rendelkezésünkre bocsátásért, valamint szakmai segítségéért. A ZMNE Repülésmeteorológiai Laboratórium 3 évre szóló EUMETCast oktatási-kutatási licenzéért az EUMETSAT-ot és az Országos Meteorológiai Szolgálatot illeti köszönet.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SCHMETZ, J., PILL, P., TJEMKES, S., JUST, D., KERKMANN, J., ROTA, S., RATIER, A.: An Introduction to Meteosat Second Generation (MSG). Bulletin of American Meteorological Society. 2002. July, 977-992.
- [2] PUTSAY Mária és KOCSIS Zsófia: Az EUMETSAT által műholdadatokból származtatott légköri és felszíni paraméterek. Országos Meteorológiai Szolgálat kiadványa, Budapest, 2009.
- [3] LENSKY, M and ROSENFELD, D: Cloud – Aerosols – Precipitation Satellite Analysis Tool (CAPSAT). Atmospheric Chemistry and Physics, Vol. 8., 2008, 6739-6753.
- [4] ROSENFELD, D., WOODLEY, W., LERNER, A., KELMAN, G., LINDSEY, D.: Satellite detection of severe convective storms by their retrieved vertical profiles of cloud particle effective radius and thermodynamic phase. Journal of Geophysical Research. Vol. 113., D04208, 2008., 22 pp.
- [5] TUBA Zoltán: Egy eseménytelen nap margójára, avagy egy ködadvékcio tanulságai. Repüléstudományi Konferencia Konferencia Kiadvány, Szolnok, 2009/2.