

Csapadék mezők előállítása műholdas adatok felhasználásával, ezek vizsgálata Magyarország területére egy nemzetközi projekt keretében

Gerhátné Dr. Kerényi Judit
Országos Meteorológiai Szolgálat

Az 1986-ban alakult EUMETSAT (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites, Meteorológiai Műholdak Hasznosításának Európai Szervezete) fő feladata a meteorológiai műholdak operatív működtetése, adatok biztosítása, továbbítása a felhasználók felé. Az EUMETSAT-nak 26 ország tagja, ebből 5 társult tag. Magyarország 1999-től teljes tagja az EUMETSAT-nak. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) képviseli Magyarországot a szervezetben. A szervezet keretein belül nyolc munkacsoport működik, melyek egy-egy speciális felhasználási területtel kapcsolatos fejlesztésekkel foglalkozik. A munkacsoportok közül egyedül az Operatív Hidrológiai és Vizgazdálkodási Munkacsoportban (Hidrology SAF) vesz részt az OMSZ fejlesztő státuszban. A projekt 2006-ban indult és 2017 februárjában ér véget. A H-SAF csoport tevékenységét Olaszország koordinálja. Hazánk mellett még részt vesz benne Ausztria, Belgium, Bulgária, Finnország, Franciaország, Lengyelország, Németország, Szlovákia és Törökország. A munkacsoport feladata három részre tagolódik: csapadék, hó, párolgás adatok meghatározása, illetve ezek hidrológiai alkalmazása, tesztelése. Az Országos Meteorológiai Szolgálat a csapadék produktumok verifikálásában vesz részt.

Verifikáláshoz felhasznált adatok

A verifikálás két részből tevődik össze:

- statisztikai számítások elvégzése (POD, FAR, CSI, RMS, STD),
- vizuális összehasonlítás felszíni radar adatokkal.

A vizuális összehasonlításhoz az OMSZ által kidolgozott megjelenítő szoftvert (HAWK, *Hungarian Advanced Weather workStation*) használjuk. A radar hálózat 3 Doppler radarból tevődik össze, ezek méréseiből készült kompozit képet használjuk fel az összehasonlító vizsgálatokhoz. A 15 percenként, 2012 márciusától pedig már 5 percenként rendelkezésre álló adatok térbeli felbontása $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$.

H-SAF csapadék produktumok

Eddig hat csapadék produktumot dolgoztak ki a fejlesztők: H01, H02, H03, H04, H05, H06. A H04 produktum kivételével már valamennyi adat operatíván elérhető¹. A következőkben ismertetjük, hogy az egyes produktumok számításánál milyen adatokat használnak fel, illetve milyen módszereket alkalmaznak a csapadék mezők meghatározásánál.

A H01 produktum meghatározása a mikrohullámú tartományban kúp-szkennelés segítségével történő mérésen alapul. A napszinkron műholdon elhelyezett SSMI/I és SSMIS (*Special Sensor Microwave Imager/Sounder*) műszerek méréseit használják fel.

A H02 produktum abban tér el a H01 produktumtól, hogy a kúp-szkenneléshez képest itt keresztirányú mérés történik.

A H03 produktum meghatározásánál a geostacionárius műhold negyedóránként rendelkezésre álló adatait használják fel. A fényességi hőmérséklet adatokat kalibrálják a H01-nél és H02-nél is használt mikrohullámú műholdas mérések csapadékontenzitás becsléséhez.

¹ <http://hsaf.meteoam.it>

A *H04 produktumnál* a mikrohullámú méréseket extrapolálják az infravörös mérések alapján számított elmozdulás-vektorok felhasználásával a két mikrohullámú észlelés közötti időszakban.

A *H05 produktum* a H03 csapadék adatok időbeli integrálásával áll elő. Az összegzést négy időlépcsőre végzik: 3, 6, 12 és 24 óra.

A *H06 produktum* meghatározásánál geostacionárius és napszinkron műholdas adatokat, valamint numerikus modell eredményeket használnak fel. A H05 produktumhoz hasonlóan négy időlépcsőre végzik az összegzést.

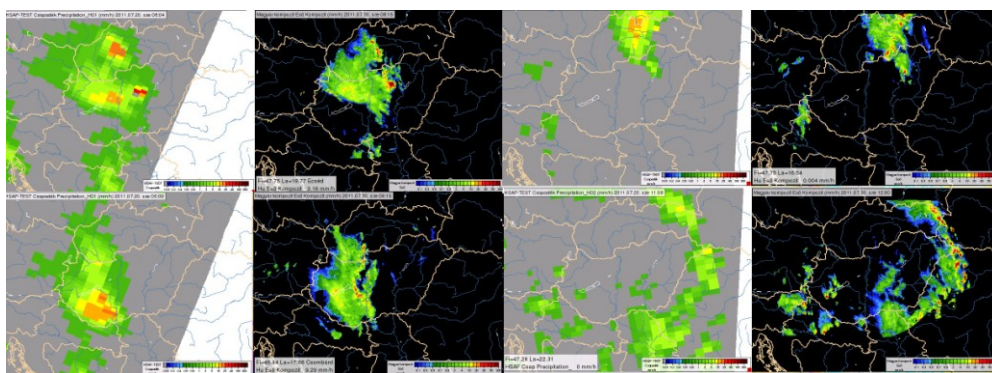
Részletesebb információt a produktumokról a H-SAF beszámolóban olvashatunk [1].

Esettanulmányok a különböző csapadék produktumokra

Az esettanulmányok során vizsgáljuk a csapadék produktumok pontosságát különböző időjárási helyzetekben, mind térben, mind időben. Ezen vizsgálatok a fejlesztők számára sok hasznos információt nyújtanak az egyes produktumok megbízhatóságáról, hibáiról. A következőkben néhány példa segítségével szeretnénk bemutatni az egyes produktumokat. Elsősorban zivataros helyzeteket vizsgálunk, mert hidrológiai alkalmazás szempontjából az intenzív, hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék minél pontosabb becslése, detektálása az egyik fontos feladat.

H01 és H02 produktum

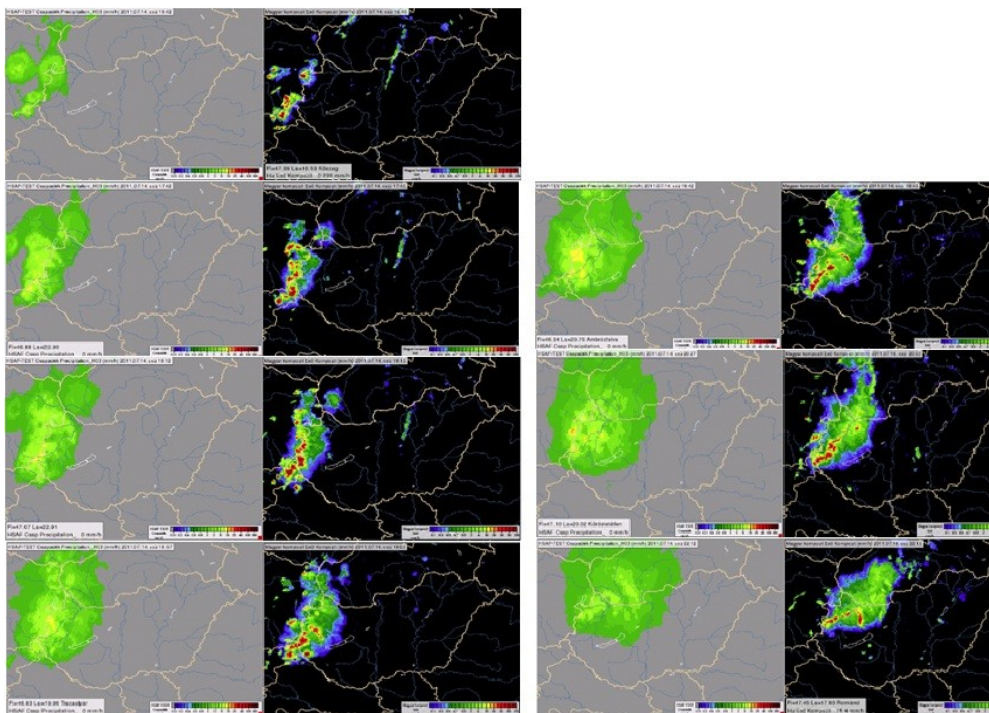
2011. július 11-én egy Európa felett elhelyezkedő ciklon határozta meg Magyarország időjárását. Az átvonuló ciklon heves esőzést, zivatarok kialakulását okozta. Az 1. ábra négy különböző időpontban mutatja be a két műholdas produktumot, radar mérésekkel összevetve. A csapadék mezőket (bal oldalon) összehasonlítva a radar mezőkkel (jobb oldalon) jó egyezést mutatnak mind értékeket tekintve, mind térbeli elhelyezkedés szempontjából. Látható, hogy mind a két produktum a leghevesebb (piros színnel jelölve) zivatargócokat is jól azonosította.



1. ábra Esettanulmány H01 és H02 produktumokra, 2011. július 11-én. Bal oldalon a H01 produktum látható 6:15-kor és 8:15-kor, a radar mezőkkel együtt feltüntetve. Jobb oldalon a H02 produktum látható 0:45-kor és 12:00-kor. Az időpontok világidőben (UTC) értendők

H03 produktum

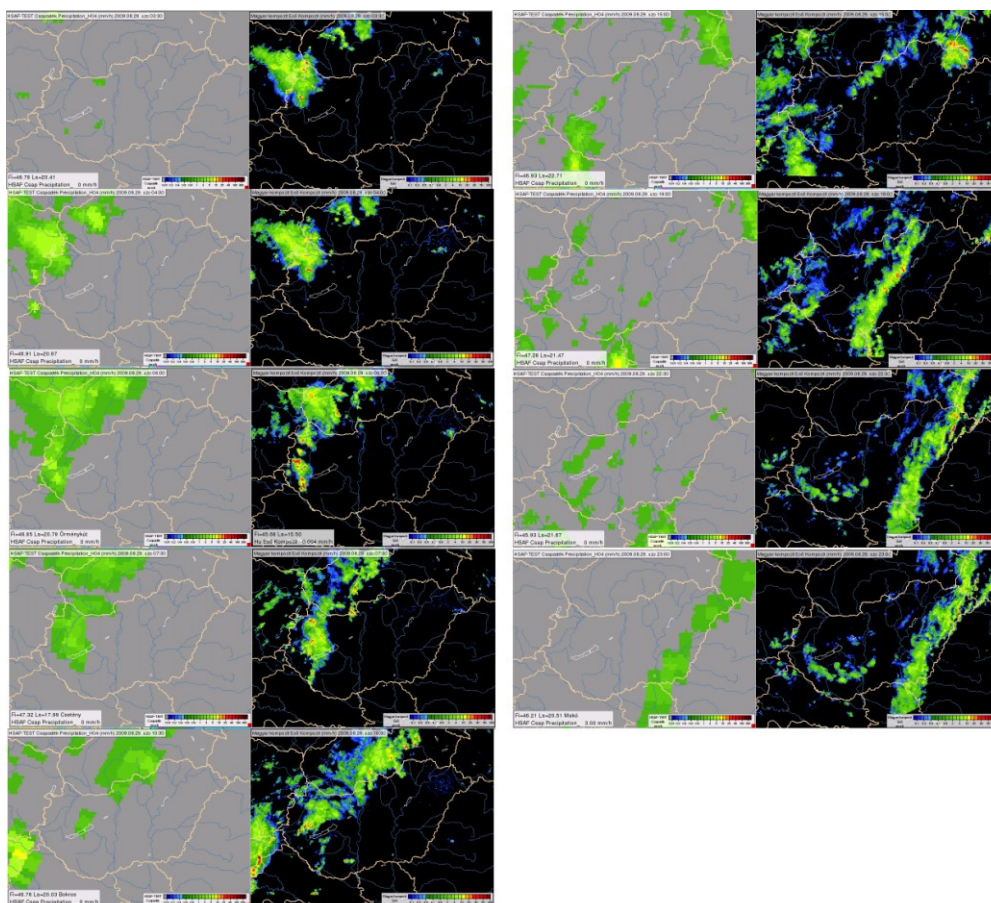
E produktum legfőbb előnye, hogy negyedóránként áll a felhasználók rendelkezésére. A 2. ábra egy zivatarrendszer átvonulását mutatja be. A rendszer legintenzívebb csapadékos területét a produktum nagyon jól detektálja végig az egész időszakon, azonban az intenzitás értékeket sajnos felülbecsüli, kivéve a legintenzívebb területeket, ahol alulbecsüli a csapadék értékeket.



2. ábra Esettanulmány H03 produktumra, 2011. július 14-én 16:45, 17:45, 18:15, 19:00, 19:45, 20:30 és 22:15 UTC időpontokban. A H03 produktum a képpárok bal oldalán, a radar kompozit kép a jobb oldalon látható

H04 produktum

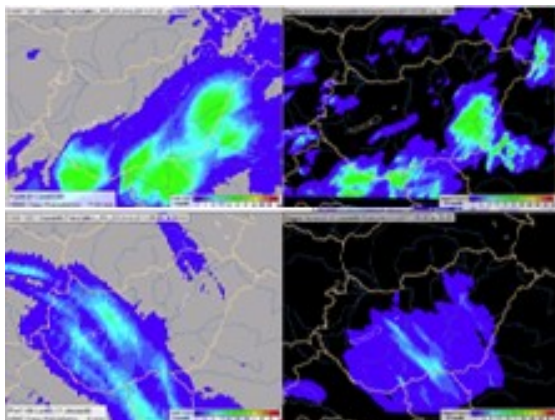
Az itt bemutatásra kerülő esettanulmány egy példát mutat be a H03 és H04 produktumok meghatározásánál felmerülő problémára. A 3. ábra 2009. augusztus 29-én Magyarország felett átvonuló zivatarrendszert mutatja be. Az első időpontra vonatkozó képet összehasonlítva a radar képpel jól megfigyelhető, hogy a műholdas produktum nem detektálta a keleti országrész felett kialakult nagy kiterjedésű zivatarrendszert. Azonban ha a következő ábrát megnézzük, akkor már e rendszer jól megfigyelhető a műholdas mezőn is. Hasonló helyzet – amikor a zivatarfelhőt nem detektálta a H04 – figyelhető meg a 3. ábrán a hatodik, hetedik és nyolcadik időpontban, majd a kilencedik képen hirtelen feltűnik a vonalba rendeződött felhőrendszer. Mint a cikk elején leírtuk, a csapadék mező meghatározásához mikro-hullámú méréseket használnak. A fényességi hőmérsékleti értékeket ezekhez a mérésekhez kalibrálják. Az itt bemutatott képeken megfigyelhető „ugrás” ennek a kalibrálási módszernek a következménye.



3. ábra Esettanulmány H04 produktumra, 2009. augusztus 29-én 3:30, 4:00, 6:00, 7:30, 10:30, 15:00, 19:00, 22:30 és 23:00 UTC időpontokban. A H04 produktum a képpárok bal oldalán, a radar mező a jobb oldalon látható

H05 produktum

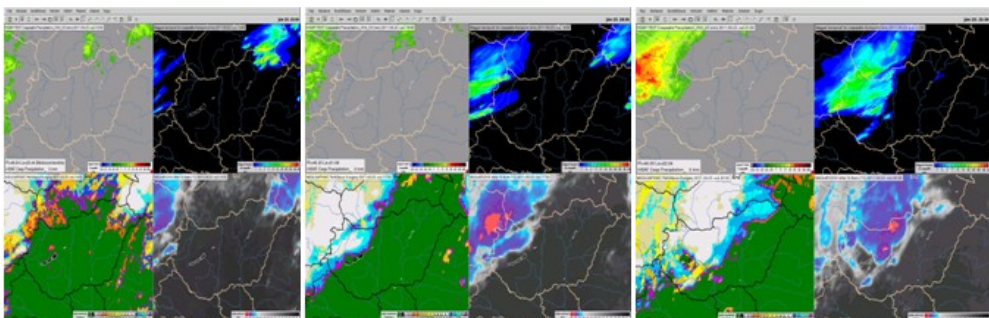
A 4. ábra két különböző időjárási helyzetben mutat be példát a H05 összegzett csapadékmezőre. Az első példa konvektív időjárási helyzetben összegzett csapadék mezőt mutat be. Számos zivatar alakult ki Magyarország délkeleti részén. Jól látható, hogy a műholdas produktum mind területileg, mind intenzitási érték szempontjából jó egyezést mutat a radaros méréssel. A másik példa egy frontális időjárási helyzetet mutat be. Jól megfigyelhető, hogy a műholdas produktum kicsit felülbecsüli a csapadékmezőt.



4. ábra Esettanulmány H05 produktumra (3 órás összegzett kép a bal oldalon) két különböző időpontban: 2011. július 23-án 18:00 UTC, és 2011. szeptember 20-án 9:00 UTC. Három órás összegzett radar kompozit kép a jobb oldalon

H06 produktum

2011. június 23-án délután Magyarország nyugati részén szupercellák alakultak ki, heves esőzést okozva. Az 5. ábrán 15:00, 18:00 és 21:00 UTC-kor mért 3 órás csapadék összegeket mutatjuk be a 3 órás összegzett radar mérésekkel összevetve. Látható, hogy a H06 produktum helyileg jól adja vissza a zivataros góccokat, de az értékeket felülbecsüli.



5. ábra H06 produktum (fent balra), radar kép (fent jobbra), felhő típus (lent balra), METEOSAT-9 IR fényességi hőmérséklet kép (lent jobbra) 15:00, 18:00 és 21:00 UTC időpontokban, 2011. június 23-án

Összefoglaló

A cikkben bemutatott esettanulmányok szemléltették, hogy a műholdas csapadék produktumok konvektív csapadékot adó helyzetekben ígéretesek: szinte valamennyi esetben térben jó egyezést mutattak a radar mérésekkel. Mennyiségileg – a H01 és H02 produktumok kivételével, melyek értékben is jó egyezést mutattak – általában felülbecslés figyelhető meg. A sztratiform felhőkre vonatkozó csapadékbecslés még további fejlesztést igényel. Az itt bemutatott esettanulmányokat sok hasznos információt nyújtanak a fejlesztőknek a további munkájukban.

A következő időszakban számos új produktum fejlesztését tervezik, melyeknél más műholdas méréseket, illetve újabb módszereket fognak felhasználni. A fejlesztők egyben tervezik a havazás intenzitásának becslését is műholdas adatok felhasználásával.

Irodalomjegyzék

- [1] H-SAF Project Team (2012): *EUMETSAT Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management (H-SAF)*, Product requirement Document, Doc. No: SAF/HSAF/PRD/1.2 Issue version 1.2 date: 10/01/2012
- [2] Kerényi J. (2012): Satellite-derived precipitation estimations developed by the Hydrology SAF project – Cases studies for the investigation of their accuracy and features in Hungary, *2012 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference*, 3–7 September, Sopot, Poland, EUMETSAT P.61