

**Tuba Zoltán főhadnagy – Kovács Edina hadnagy**

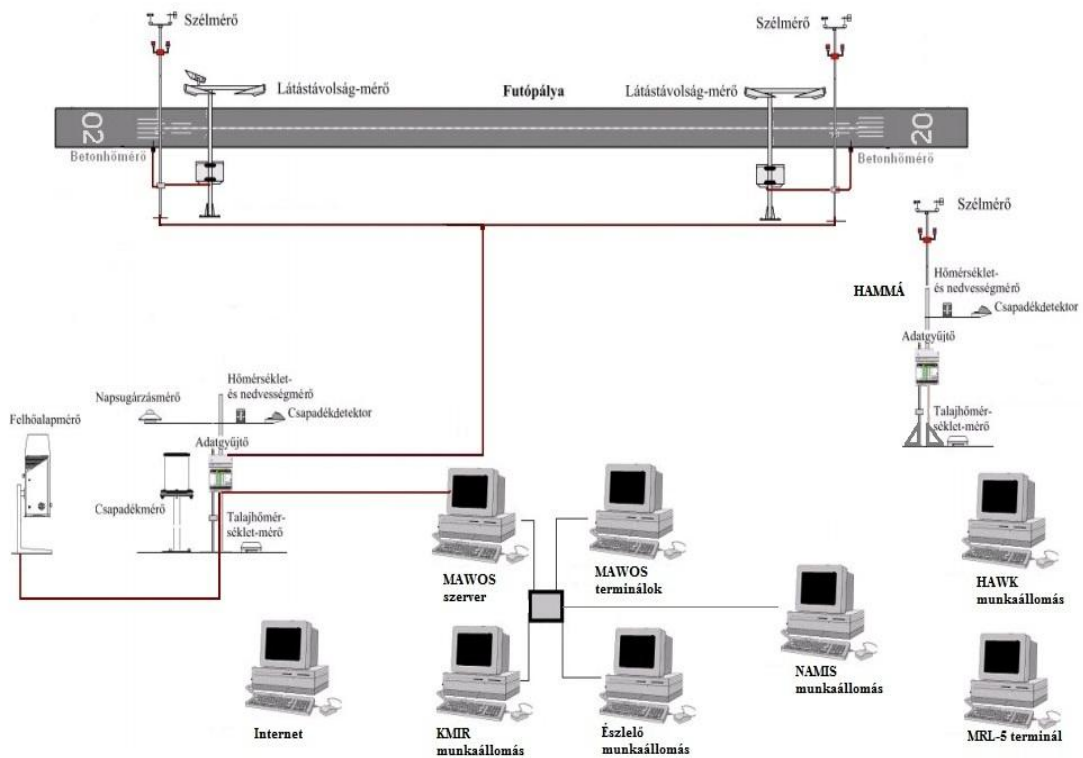
## **A KATONAMETEOROLÓGUS ESZKÖZEI A REPÜLÉS METEOROLÓGIAI BIZTOSÍTÁSÁBAN AZ MH 86. SZOLNOK HELIKOPTER BÁZISON**

### **BEVEZETÉS**

A repülés a közlekedési ágak közül a legérzékenyebb az időjárásra. Természetesen ez nem véletlen, hiszen a meteorológiai paraméterek minimális változásai is jelentősen befolyásolhatják az egyes repülési feladatok biztonságos, előírások szerinti végrehajthatóságát. Ez az érzékenység magával hozza azt a tényt is, hogy a Magyar Honvédségnél rendszeresített meteorológiai csoportok, szolgálatok mindegyike kisebb vagy nagyobb részben, de repülésmeteorológiai szakfeladatokat végez. Nincs ez másképpen az MH 86. Szolnok Helikopter Bázison sem, ahol a meteorológiai csoport feladatainak jelentős részét a repülések meteorológiai biztosítása teszi ki. Jelen cikkünk címben is deklarált célja, a meteorológiai biztosításban használt eszközpark általános és rövid esettanulmányokon keresztül az operatív körülmények közötti bemutatása.

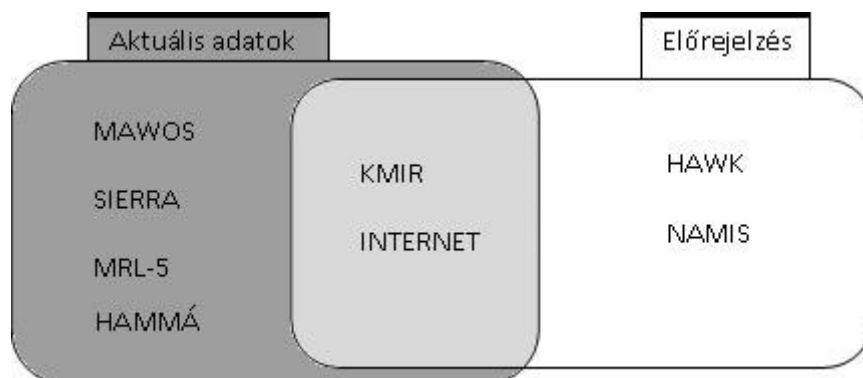
### **A METEOROLÓGIAI RENDSZEREK ÁLTALÁNOS BEMUTATÁSA**

Az MH 86. Szolnok Helikopter Bázison rendszeresített, a meteorológiai feladatokban (adatgyűjtés, adatfeldolgozás, adatmegjelenítés, adattovábbítás, stb.) részt vállaló egyes rendszerelemek a repülésmeteorológiai biztosításban szerves egészet alkotnak. Az egyes szegmensek esetleges kiesése, meghibásodása esetén a rendszer alkalmazhatósága jelentősen csökkenhet, bár a felkészült szakszemélyzet a tartalék eszközökkel és a használható részekkel képes részben vagy egészben pótolni a hiányt. Az 1. ábrán láthatjuk a rendszerek vázlatos bemutatását. Az összekötő vonalak az egyes elemek közötti közvetlen – számítógépek esetén hálózati, – kapcsolatokat jelentik. Jól látható a fenti ábrán, hogy az egyes elemek többsége rendszerbe integráltan jelenik meg, a különálló munkaállomások, eszközök pedig minden esetben hálózatbiztonsági okok vagy az alkalmazott rendszerelem egyedisége miatt vannak individuálisan. [1]



1. ábra. A repülőtéri eszközpark sematikus képe

Az egyes elemek egyenkénti bemutatása előtt osszuk őket két csoportba, a repülések meteorológiai biztosításánál felhasznált adatok kronológiája szempontjából. Az első csoport tartalmazza a repülések végrehajtása során használatos, a másik pedig a repülések előzetes és a végrehajtás közvetlen tervezésénél használt szegmenseket. Természetesen ez a szétválasztás is sántít egy kicsit, hiszen az előrejelzési produktumok esetében a produktumok verifikációjához és a meteorológiai helyzet teljeskörű analizéséhez szükségesek a közelmúltbeli és aktuális információk is. Ezért a többfunkciós rendszer elemek esetében azok kerültek a két csoport közötti területre, ahol a funkciók aránya közel egyenlő, ahogy ezt a 2. ábra is szemlélteti.



2. ábra. A rendelkezésre álló eszközpark csoportosítása a felhasznált adatok időrendi sorrendjét követve

## **A földfelszíni időjárás megfigyelő és mérőrendszer (MAWOS)**

A meteorológiai támogatás első pillére a mérés és adatgyűjtés. A repülőtéren kulcsfontosságú a műszaki követelményekben előírt pontosságú mért adatok biztosítása. A mérőrendszer tervezése, kialakítása, valamint üzemeltetése során az ICAO (International Civil Aviation Organisation; Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet) ajánlásokat követjük. Ahhoz, hogy a pontossági követelményeknek eleget tegyünk, rendszeresen kalibrált eszközökkel kell rendelkezünk, valamint az eszközpark rendszeres karbantartása is elengedhetetlen fontosságú. [1]

A mérőrendszer az alapvető meteorológiai paramétereket (szélirány, szélesség, nyomás, hőmérséklet, relatív nedvesség) regisztrálja. Ezen kívül a speciális paraméterek mérésére egyéb kiegészítő mérőeszközök is rendelkezésre állnak. Ilyen eszközök például a repülés számára rendkívül fontos felhőalap-, valamint a látástávolság mérők. A felhőzet magasságának meghatározása a lézeres távolságmérés elvén alapszik. A felhőalap mérő a felhőzet vastagságától függően, akár több felhőréteg elkülönítésére is képes. A látástávolság mérő az adó és a vevő egység közötti intenzitásgyengülés alapján tapasztalati képlet szerint állítja elő az aktuális látástávolság értéket. A látástávolság észlelése során azonban ez az érték csak tájékoztató jellegű, hiszen egyrészt a mérőműszer közel 1km távolságban helyezkedik el az észlelés helyétől, másrészt a jelentő táviratokban a vizuálisan megfigyelt értékek a mérvadóak. A két érték nem szükségszerűen egyezik meg, sőt több esetben jelentős eltérés is mutatkozhat.

Az érzékelők folyamatosan vagy rövid intervallumokon belül mérik az egyes meteorológiai paraméter értékeit. Az érzékelőkből kódolt jelsorozat kerül a helyi adatgyűjtőbe, amely a központi észlelőkertben helyezkedik el. Innen soros porton érkezik az adat az adatfeldolgozó munkaállomásra. Az adatok fogadását a METEOLUX program végzi, amely az adatfeldolgozó munkaállomás részeként automatikusan gyűjti és tárolja az adatgyűjtőből érkező adatokat. [1, 2] Emellett fontos feladata a meteorológiai elemek paraméterek vizuális megjelenítése, ábrázolása is. A 3. ábrán látható megjelenítési forma a METEOLUX szerver kliensein is rendelkezésre áll, továbbá a repülésmeteorológiai tájékoztatás is a megjelenített adatok alapján történik. A beérkező adatokból különböző módszerek segítségével kiegészítő információkat nyerünk, melyek specifikáltak, egy-egy géptípusra, valamint időjárási helyzetre vonatkoznak. A JAK-52 típus esetében például a repülést befolyásoló fontos tényezők egyike az oldalszélkomponens. A mért széladatok segítségével a megfelelő matematikai összefüggéseket alkalmazva, oldalszélkomponens értékeit számítunk, különböző statisztikákat állítunk elő. A kiértékelést, elemzést követően, amennyiben az oldalszélkomponens értéke megközelíti vagy eléri a típusra jellemző maximális értéket, akkor tájékoztatásunk alapján a repülési feladat végrehajtásának felülvizsgálatára kerül sor.

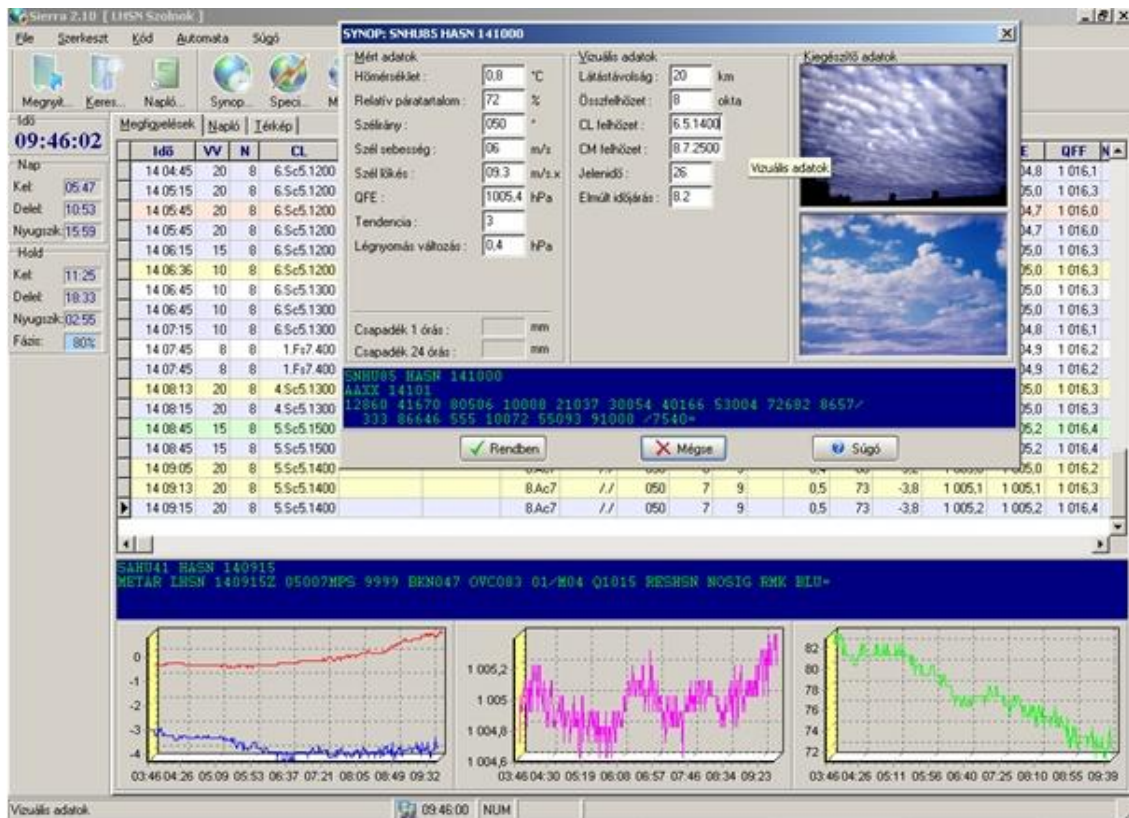


3. ábra. A METEOLUX program megjelenítő rendszere az aktuális mérési, megfigyelési és az érvényben levő előrejelzési táviratokkal

### Észlelő munkaállomás (SIERRA)

A munkaállomás alapvető feladata az előírt meteorológiai táviratok (SYNOP, METAR, SPECI) előállítás, tárolása és továbbítása a KMIR rendszeren keresztül a nemzetközi forgalomba és a helyi adatbázisba. Emiatt az észlelő munkaállomás folyamatos kapcsolatban áll a METEOLUX munkaállomással. [3]

A program elkészíti az automatikusan mért adatokon alapuló „nyers” táviratot, melyet az észlelő szakember kiegészít a vizuálisan megfigyelt paraméterekkel (felhőzet, látástávolság, jelenlegi időjárás, csapadék, napfénytartam, talajállapot). A távirat a küldést követően hazai és nemzetközi forgalomba, valamint a lokális archívumban mentésre kerül. A repülő-hajózó személyzetek számára a repülési feladat megkezdése előtti időszak – felkészülési időszak – szerves része az időjárás helyzetről történő tájékozódás. E terület szabályozásáról a 4/2009. HM HVKF rendelet gondoskodik. A tájékoztatás keretén belül elhangzik egy gyakran prezentációs eszközökkel támogatott szóbeli tájékoztatás a jelenlegi, valamint a várható időjárásról és egy írott formátumú repülési dokumentáció is kiadásra kerül. A repülésmeteorológiai dokumentáció és a szükséges meteorológiai térképek előkészítését, nyomtatását szintén a Sierra munkaállomás segítségével végezzük. A dokumentáció megfigyelési adatokat, előrejelzési produktumokat (Pl.: TAF) és veszélyfigyelmeztetéseket tartalmaz speciális repülésmeteorológiai kódformátumban.

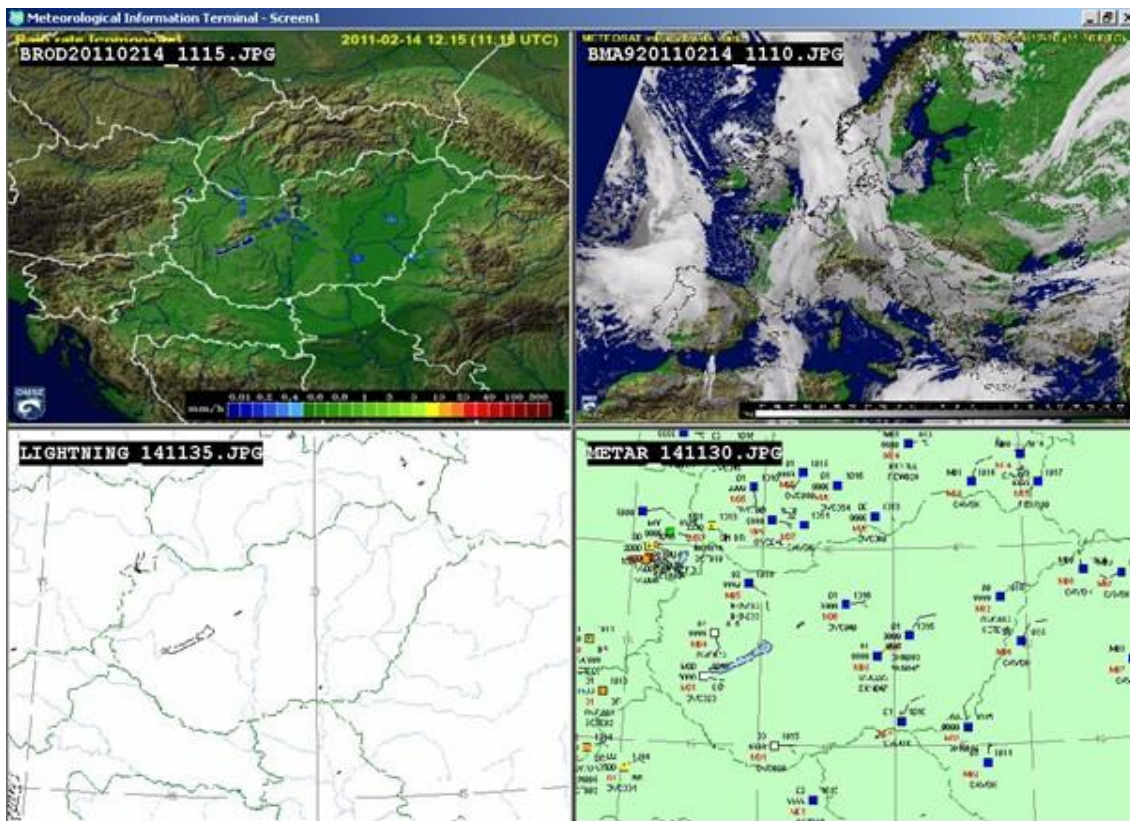


4. ábra. A SIERRA program képe táviratkészítés közben

## Katonai meteorológiai információs rendszer (KMIR)

A KMIR egy speciálisan a katonai meteorológiai csoportok számára kialakított rendszer, ami hozzáférést biztosít a központi adatbankhoz, amely nem csak hazai, hanem külföldről származó adatokat is tartalmaz. Ez az összekötő szerep fordított irányban is működik: a repülőtéri meteorológiai mérések és megfigyelések továbbítása is ezen a munkaállomáson keresztül történik. [1]

A KMIR rendszer fontos része a Meteorológiai Információs Terminál (MIT) és a SynopViewer program. A MIT közvetlen támogatást elősegítő alkalmazás, mely az adatfeldolgozó, távérzékelő rendszerek által készített térképek, grafikus produktumok megjelenítését végzi. Szolnokon ez nemcsak a meteorológiai csoportnál érhető el, hosszú ideje áll rendelkezésre a parancsnoki állomány, illetve a helikopter zászlóalj számára. Kiemelkedő jelentőséggel bír a repülésben részt vevő állomány körében, mivel lehetőséget biztosít az időjárás állandó nyomonkövetésére. A SynopViewer segítségével a földfelszíni meteorológiai mérések és megfigyelések vizuális megjelenítése végezhető el. Fontos előnye, hogy rajta keresztül nemcsak a magyar, hanem a külföldi szolgálatok adatai is elérhetőek. A megjelenítésnél lehetőség van az egyes paraméterek individuális megjelenítésére is. Ez a funkció a könnyebb áttekintést teszi lehetővé és megkönnyítheti a döntéshozatalt az útvonalrepülések tervezésénél.



5. ábra. A MIT megjelenítője radar-, műhold-, villámképpel és az aktuális repülőtéri mérésekkel

### Hordozható automata meteorológiai mérőállomás (HAMMÁ)

A meteorológiai csoport egyik kiemelt feladatköre a kitelepült viszonyok közötti repülési feladatok meteorológiai biztosítása. Ebben az esetben a kijelölt állomány a HAMMÁ segítségével méri az alapvető meteorológiai paramétereket, valamint ezeket a vizuális megfigyelésekkel kiegészítve biztosítja a repülések végrehajtását.



6. ábra. A HAMMÁ éles bevetésen kívül, az észlelőkertben felállítva

A HAMMÁ szenzorai a MAWOS-hoz hasonlóan rendszeresen kalibráltak, karbantartottak. Előnye, hogy teljesen mobil eszköz, könnyen szerelhető, bárhol, bármilyen körülmények között felállítható. Szokásos össze- és szétszerelési ideje általában nem több mint 30 perc. Hátránya, hogy a szélmérő nem a szabványoknak megfelelő 10 méteres magasságban, hanem csupán 5 méter magasban helyezkedik el mobil kialakításából adódóan, valamint hogy a visszavont rádióengedély miatt telepítése jelenleg viszonylag helyhez kötött.

### **MRL-5 típusú meteorológiai lokátor**

Az MRL-5 típusú meteorológiai rádiólokátort azért kezeljük kiemelt fontossággal, mert a Magyar Honvédség mindegyik légi bázisa rendelkezik ilyen fegyverzettechnikai szakanyaggal. Az MRL-5 egy szovjet fejlesztésű, nagypotenciálú időjárás radar, amelyet a hetvenes és a nyolcvanas évek elvárásainak megfelelően mobil és stacioner változatban is gyártottak. Eredeti állapotában természetesen analóg jelfeldolgozású, de a közelmúltban elvégzett modernizálás eredményeként a radar ma már digitális képeket továbbít a távoli vezérlőpanel számítógépére.

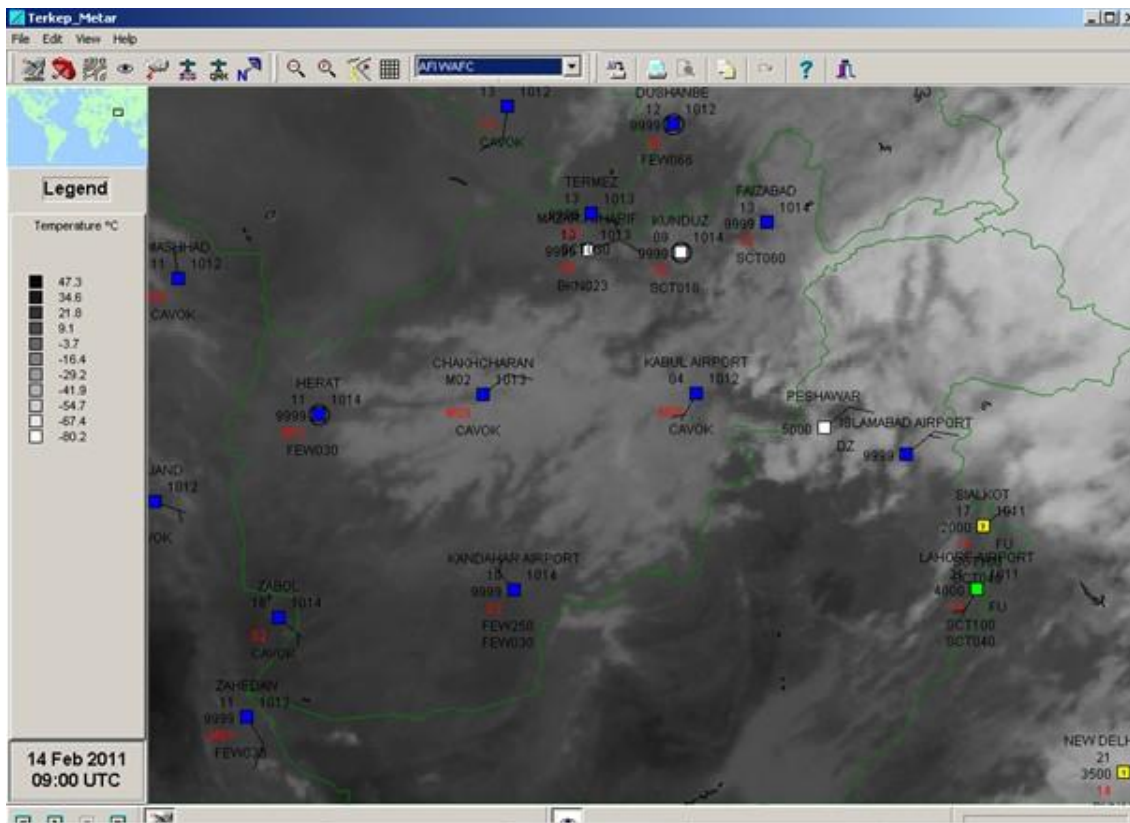
Az MRL-5 esetében is, mint a hagyományos időjárás radaroknál két alapvető képkészítési mód közül választhatunk, melyek elnevezését a magyar szakirodalom is átvette az angol eredetiből. A **PPI** (Plan Position Indicator) típus használatakor az antenna a függőleges tengelye körül fordul körbe egy adott magassági szögön és egy kúpfelület mentén végez felderítést. A PPI képek segítségével a meteorológiai célok abszolút és egymáshoz viszonyított helyzetét vizsgálhatjuk. Az **RHI** (Range Height Indicator) típus használatakor az antenna adott irányban, azaz állandó azimut szög mellett végez bólogató mozgást és így egy vertikális metszetet kapunk. Ezeknek a képeknek a segítségével a meteorológiai célok függőleges szerkezetével kapcsolatosan juthatunk információhoz.

A lokátor két hullámhosszon képes működni, az I. csatornához a 3,2 cm míg a II. csatornához a 10,6 cm hullámhossz tartozik. [1]

A fenti mérési eljárások alkalmazásával a lokátor képes a felhő- és csapadékrendszerek térbeli struktúrájának feltérképezésére, a detektált célok mozgásának nyomon követésére, a zápor és zivatargócsok biztonságos felderítésére 300 km-en belül valamint a jégeső gócsok egyértelmű kiválasztására.

### **NAMIS (NATO Meteorological Information System; NATO Meteorológiai Információs Rendszer)**

Kizárólag katonai meteorológiai célokra fejlesztett programcsomag, a hadszíntéri meteorológiai támogatás fontos szegmense. Olyan megfigyelési adatokat és előrejelzési produktumokat is tartalmaz, melyek csak a megfelelő jogosultságokkal rendelkező felhasználók számára hozzáférhetőek. A szolnoki meteorológiai csoportnál alapvetően tartalék rendszerként és a külföldi repülések meteorológiai kiszolgálására használjuk.



7. ábra. Infravörös műholdkép és a megfigyelési adatok Afganisztán felett a NAMIS-on megjelenítve

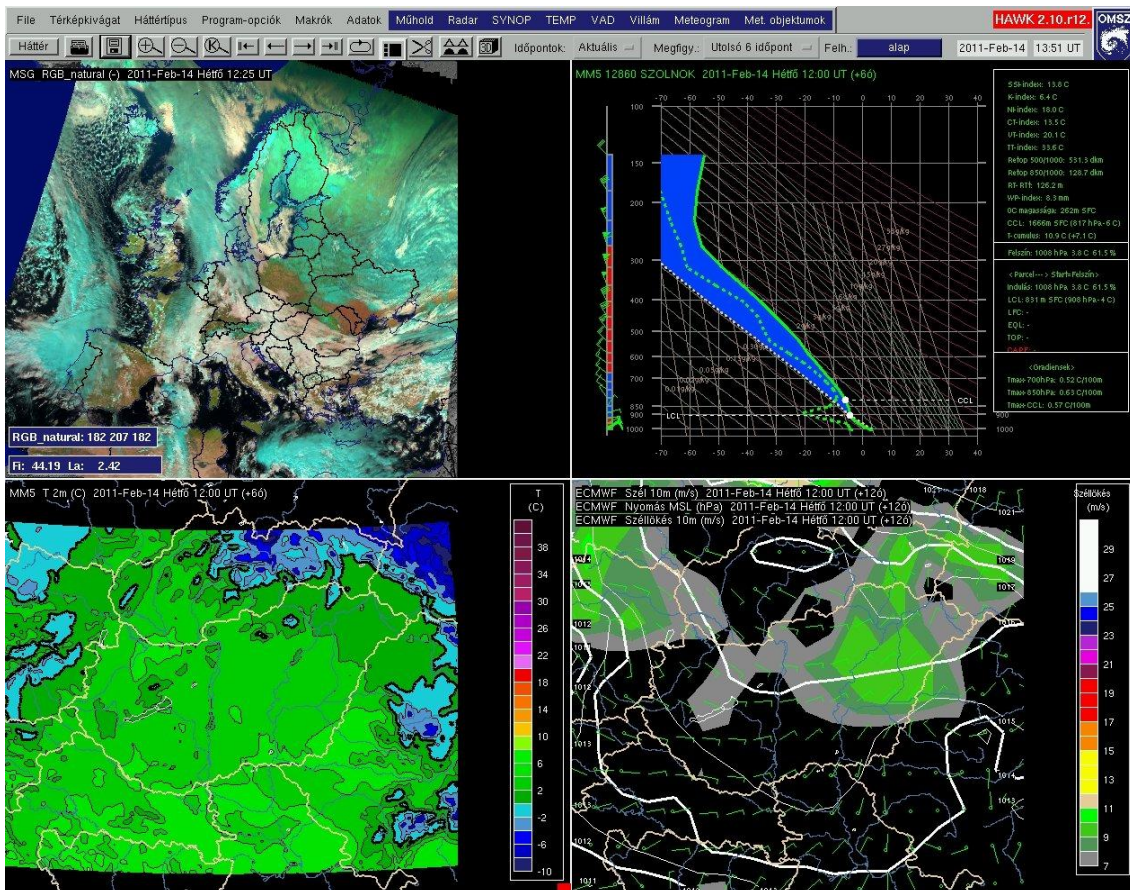
## HAWK munkaállomás

A HAWK (Hungarian Advanced WorkStation) az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) saját fejlesztésű megjelenítő rendszere, amely lehetővé teszi a rendelkezésre álló igen nagy mennyiségű meteorológiai információ rendszerezését. A program az adatokat térképeken és speciális meteorológiai diagramokon is képes ábrázolni és különleges megjelenítési funkciói révén hatékony eszközt jelent az időjárás folyamatok és az előrejelzési produktumok áttekintéséhez.

A program a felszíni és magaslégköri megfigyelések, villámlokalizációs mérések, radar- és műholdképek valamint előrejelzések tetszőleges kombinációjának megjelenítésére képes. Lehetőség van a betöltött mezők időbeli léptetésére és hurokfilmek készítésére is. A rendszer adott beállítás esetén automatikusan frissíti a megjelenített információkat. [4]

Minden esetben lehetséges a beállítások elmentése illetve újratöltése, valamint a megjelenítési lépések elmentése, ún. makrók definiálására is. A program a meteorológiai adatokat térképen valamint térbeli és időbeli metszeteken képes megjeleníteni. Mindegyik megjelenítési forma meteorológiai mezői tetszőlegesen ki- és visszanagyíthatók.





8. ábra. Kompozit műholdkép, valamint különböző előrejelzési produktumok a HAWK megjelenítőjén

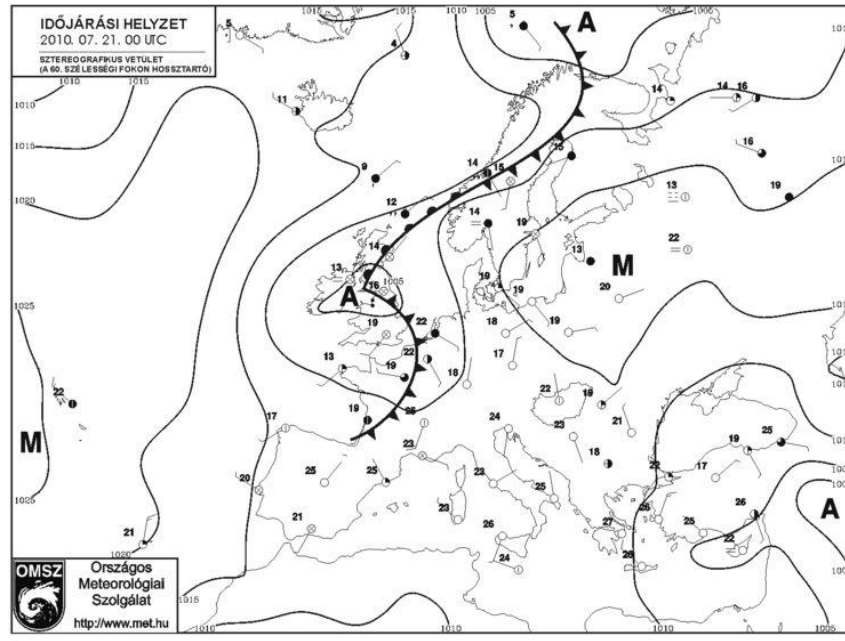
## A METEOROLÓGIAI RENDSZEREK PRODUKTUMAINAK BEMUTATÁSA OPERATÍV KÖRNYEZETBEN

A cikk ezen fejezetében a fent ismertetett eszközök működését, mérési adataik, produktumaik felhasználását mutatjuk be konkrét, rövidített esettanulmányokon keresztül. Az egyes esettanulmányok bemutatásánál nem szükségszerűen célunk a vázolt meteorológiai jelenségek részletekbe menő dinamikai, szinoptikai háttérfolyamatainak rekonstruálása. Sokkal inkább törekszünk arra, hogy a bemutatott rendszerek minél sokrétűbb felhasználási lehetőségeit tárjuk a kedves olvasó elé.

### Esettanulmány I.

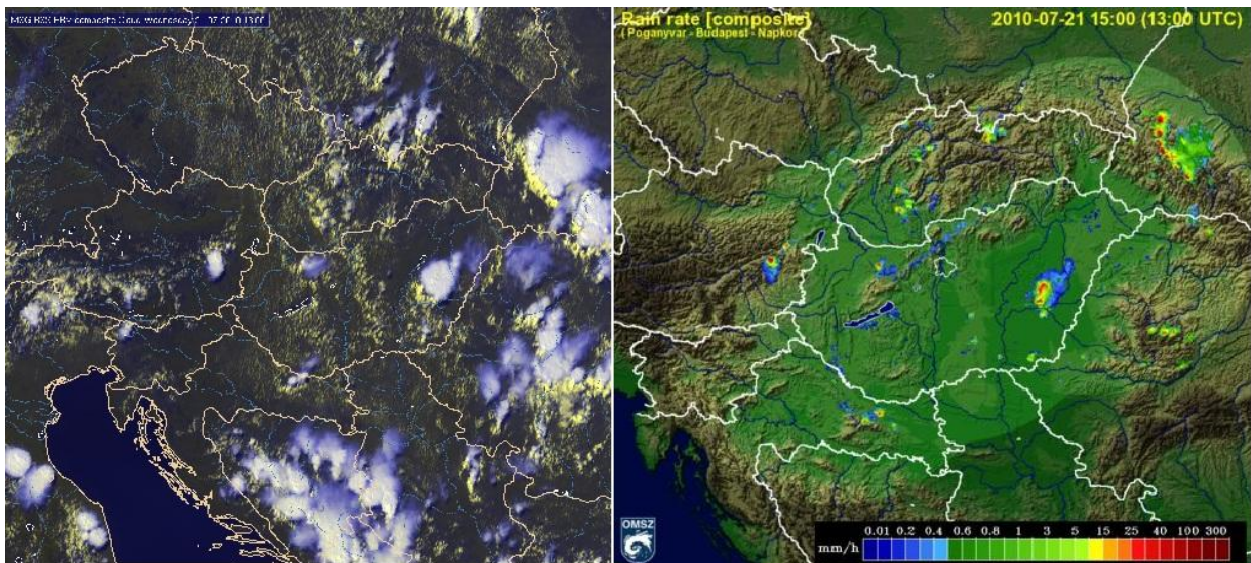
A nyári félévben az egyik leggyakrabban előforduló veszélyes időjárási jelenség a zivatartevékenység, ami sokféle, a repülésre különösen veszélyes kapcsolódó időjárási jelenséget hordozhat magával. A zivatarok előrejelzése és időben történő felismerésük emiatt különösen fontos. Az alábbiakban egy zivataros nyári napot mutatunk be, melyet a katonameteorológus eszközeinek segítségével követtünk nyomon.

2010.07.21-én térségünk az 9. ábrán látható módon egy hazánktól keletre található elnyúlt anticiklon és egy északnyugat felől érkező ciklon köztes áramlási mezejében helyezkedett el. Ennek hatására a légkör alsóbb rétegeiben jellegtelen, változó irányú szelek fújtak, míg a magasabb régiókban markánsabb délies áramlással egyre labilisabb levegő érkezett az ország fölé.



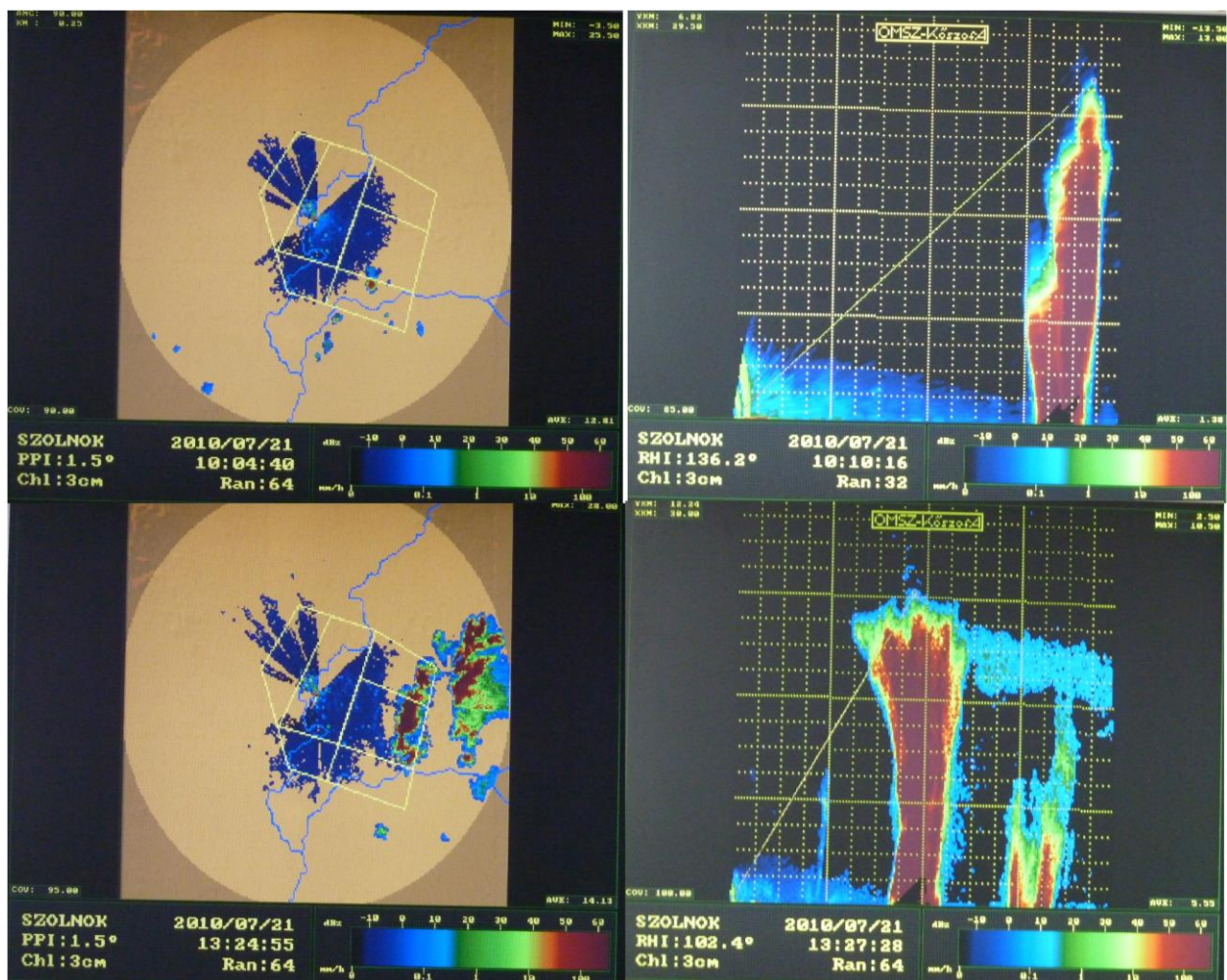
9. ábra. Az Országos Meteorológiai Szolgálat július 21-én kiadott frontanalízis térképe

A kezdetben felhőmentes, alapvetően anticiklonális időben zavartalanul fejlődtek gomolyfelhők az ország szinte teljes területén. Ezekből a gomolyokból aztán a kora délutáni órákra egyre több helyen alakultak ki gyenge záporok, kisebb zivatarok.



10. ábra. A HAWK-os műholdképen és a MIT-es kompozit radarképen is könnyen azonosíthatók a fejlődő zivatarcellák.

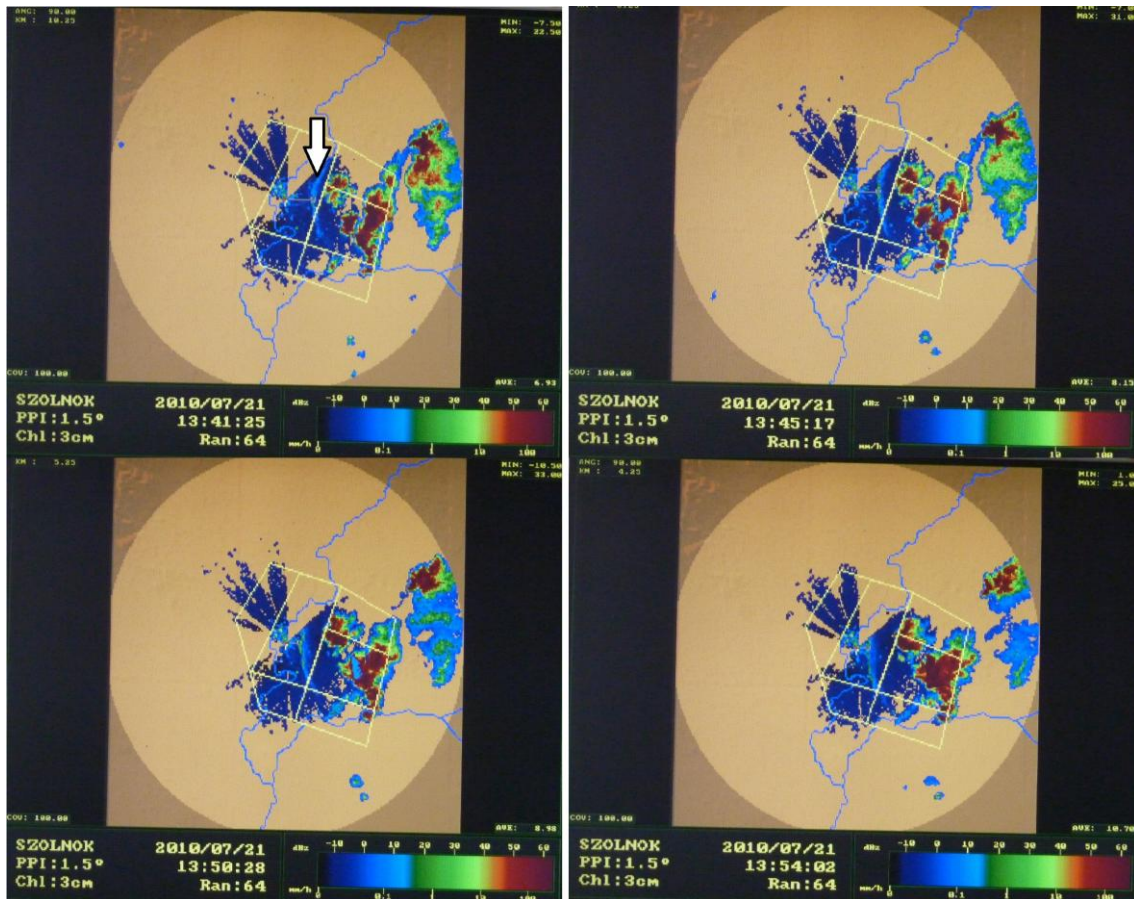
Hevesebb góccok csak a Tiszántúlon jelentek meg a délután közepétől. A jelenségek a távérzékelési produktumok alapján jól kontrollálhatónak tűntek, kiemelten veszélyes jelenségre utaló jelek nem voltak. A különböző csatornákon rendelkezésre álló távérzékelési produktumok felhasználása mellett, természetesen folyamatos kontrollméréseket is végeztünk a saját MRL-5 típusú rádiólokátorunkkal is. Az így készített képek az ellenőrzés mellett az időbeli jobb követhetőséget is segítették, ugyanis a különböző távközlési csatornákon érkező produktumok legalább 10 perc késéssel érkeznek, míg a saját mérések közel real-time információt szolgáltatnak. A radarméréseket a 10 cm-es csatorna meghibásodása miatt az érzékenyebb és ezért zivartardetektálásban kevésbé használható 3 cm-es csatornán készítettük. Az OMSZ-tól érkező radarképekkel párhuzamosan horizontális felderítéseket végeztünk és az érdekesebbnek tűnő cellákról vertikális metszeteket is készítettünk.



11. ábra. A fejlődő zivatarcellák horizontális felderítés és vertikális metszet esetén

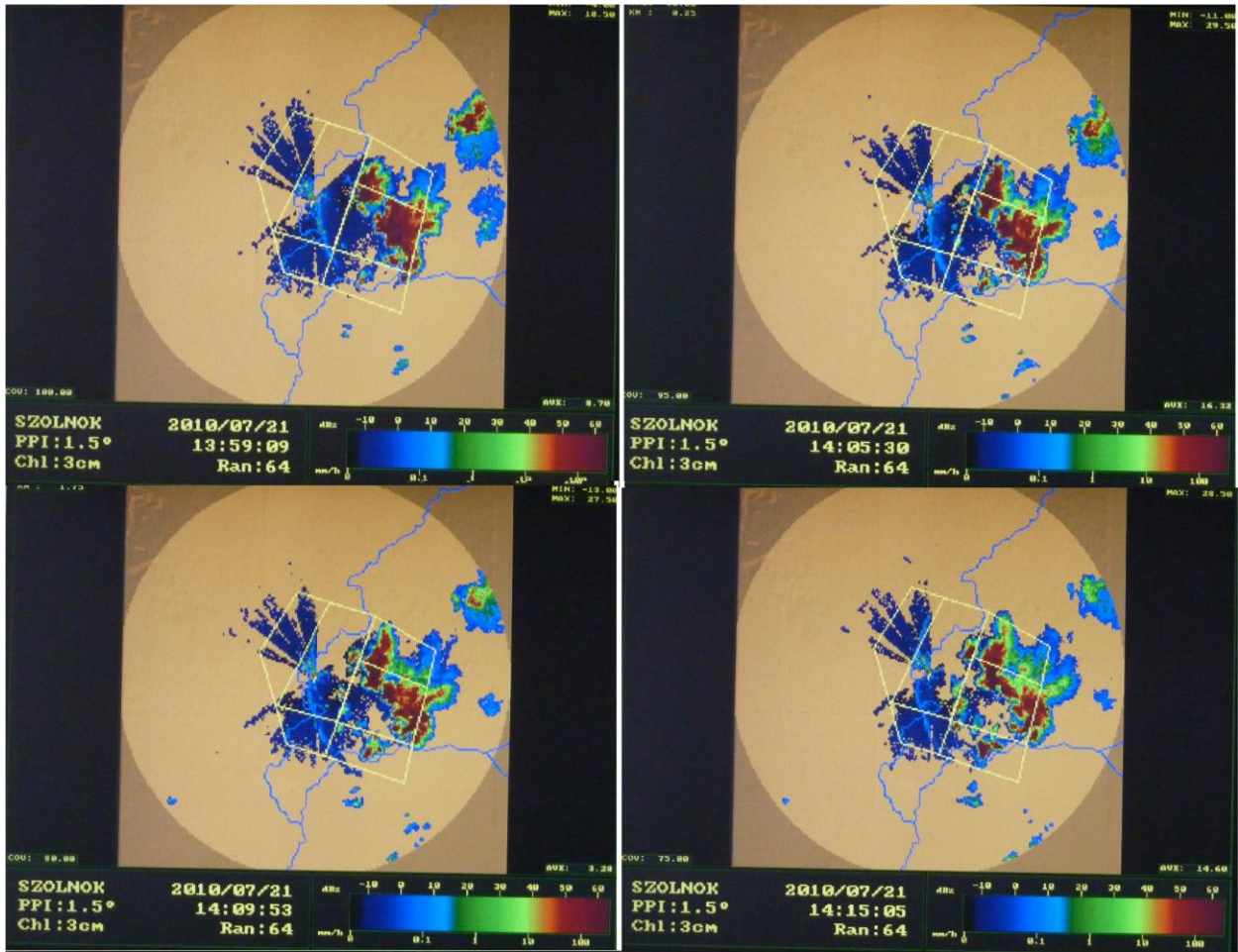
Az idő múlásával egyre fejlettebb zivatarcellák alakultak ki, egyesek teteje már a tropopauzát is elérte. Az újabb cellák térbeli megjelenése és elrendeződése alapján úgy sejtettük, hogy a kialakuláshoz szükséges trigger a már kifejlett stádiumban lévő cellák kifutószelei okozzák.

Ezen előzmények után az egyik PPI képen egy keskeny, gyenge reflektivitású ívet detektáltunk, amelyhez hasonlót csak tankönyvekben láttunk korábban, a gyakorlatban még nem találkoztuk vele. Ez nem volt más, mint a kifutószél frontja, amit a későbbi mérések is alátámasztottak. Az első észlelés után, a jelenség minél pontosabb rögzítése érdekében folyamatos (kb. 2 percenkénti) felderítő mérésekbe kezdtünk. Az egymást követő képeken végzett távolságmérések segítségével szinte percre pontosan előrejeleztük a kifutószél repülőterre való megérkezésének időpontját, és jól meg tudtuk becsülni a várható szélirányt és szélességet is.



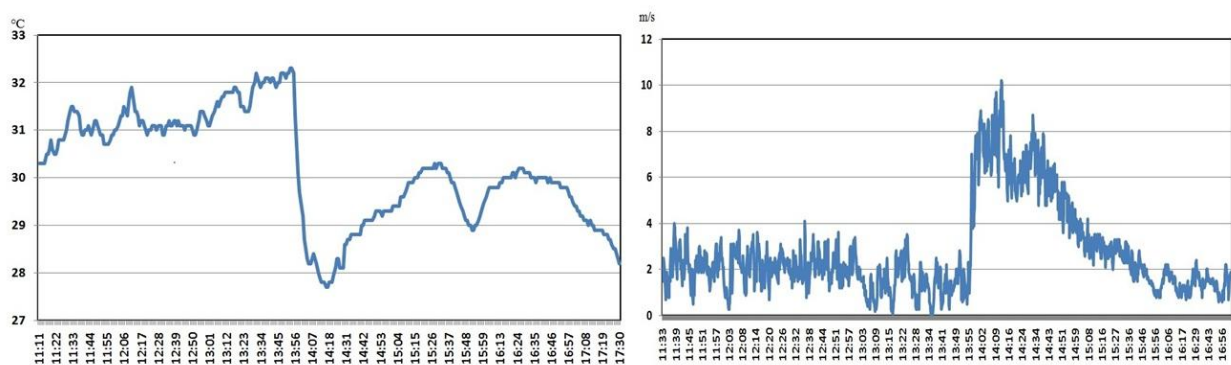
12. ábra. Az időben haladó halványkék körív, mint a kifutószél frontja az MRL-5 lokátor képein

A képek elemzése után nyilvánvaló volt, hogy a várható szélirány keleti lesz, ami közel merőleges szelet jelent a pályairányra, azaz az oldalszélkomponens maximális értékei közel egybeesnek a kifutószél maximális értékeivel. Normál esetben már akár 5-6 m/s-os oldalszélkomponens is befolyásolja, korlátozza egyes géptípusok üzemeltetését, így az időkülönbségek és a lokátoros távolságmérés alapján becsült kb. 15 m/s-os értékek repülésbiztonsági szempontból jelentősnek tűntek. Erről azonnal tájékoztattuk a repülésirányítókat, akik az adott napon egyedülként üzemelő PIR táboros repüléseket a kifutószél mérséklődéséig korlátozták.



13. ábra. A kifutószél frontja a repülőtéren való áthaladás után is jól nyomon követhető

Mivel fő rendszerünk egy korábbi villámcsapás következményeként éppen üzemén kívül volt, ezért az észlelésekhez és a repülések meteorológiai támogatásához szükséges adatokat ebben az időszakban a HAMMÁ segítségével biztosítottuk. Természetesen a kifutószél megérkezésekor a különböző meteorológiai paraméterek értékei ugrásszerűen megváltoztak, ami a következő diagramokon is jól látszik.



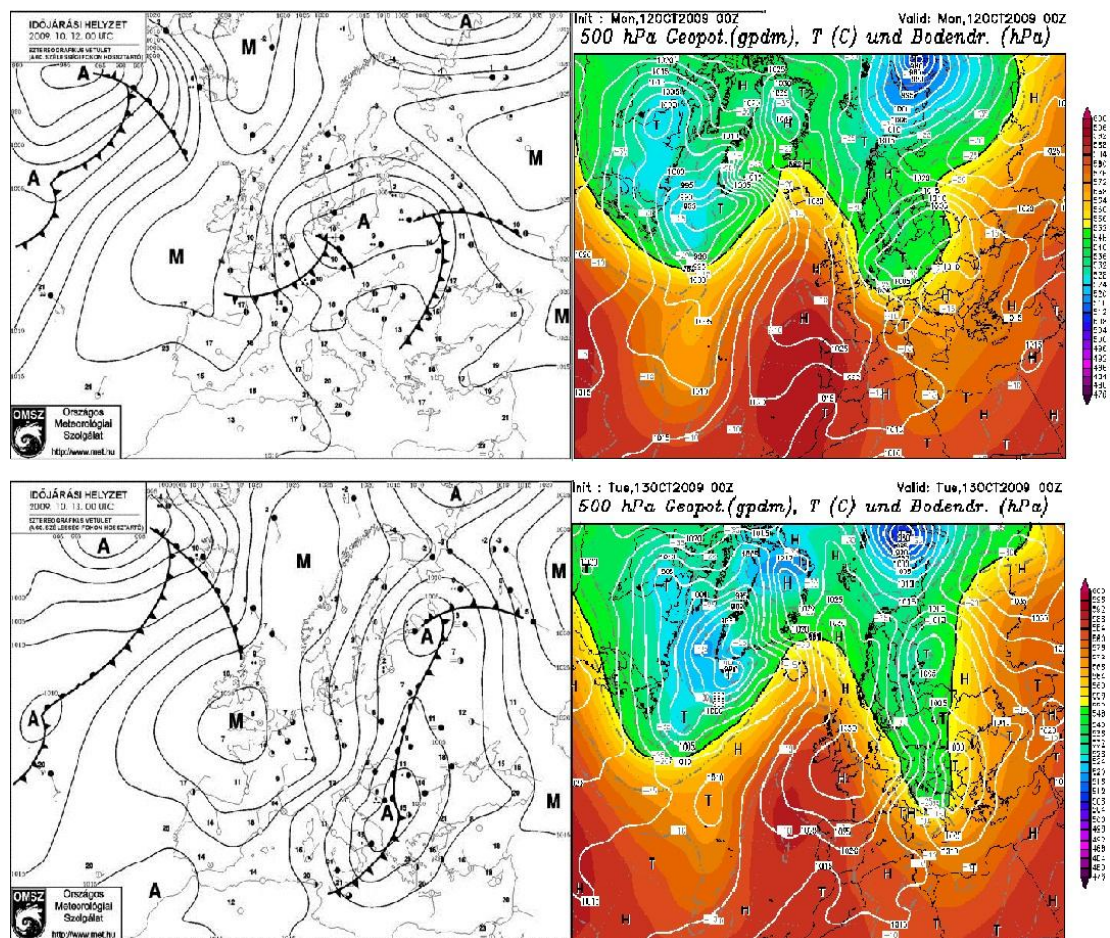
14. ábra. A HAMMÁ hőmérsékleti és szélesség adatsora

A hidegebb, nedvesebb levegőt hozó kifutószél a szélerősődéssel és a hőmérsékletcsökkenéssel párhuzamosan, a harmatpont és a nyomás ugrásszerű emelkedését is magával hozta. Ahogy a szélerősség diagramról leolvasható, a maximális szélökések értékei alig haladták meg a 10 m/s-ot. A becsült értéktől való számottevő eltérés arra vezethető vissza, hogy a lokátoros mérési eredményeink a radarnyaláb terjedési karakteristikájából adódóan nem közvetlenül a felszín közeléből származtak. Ezzel ellentétben a HAMMÁ-ból nyert szeleket 5 méteres magasságban mértük, így azoknál a sűrűlódás hatása fokozottan érvényesült.

## Esettanulmány II.

A második esettanulmány egy nem szokványos, de talán nem is különleges ciklonális időjárási szituáció izgalmasabb részét követi végig. A hangsúly ebben az esetben is azon van, hogy a katonameteorológusi eszköztár jobb megvilágításba kerüljön egy-egy érdekesebb jelenség kapcsán.

2009. október 12-én egy többközéppontú alacsonynyomású rendszer gyakorolt hatást Európa szinte egész területének és ezen belül természetesen hazánknak időjárására is. A polárfront többszörösen hullámozva nyúlt Közép-Európa fölé, lehetőséget teremtve ezzel arra, hogy egymással párhuzamosan több helyen is ciklogenetikus folyamatok induljanak meg térségünkben is.

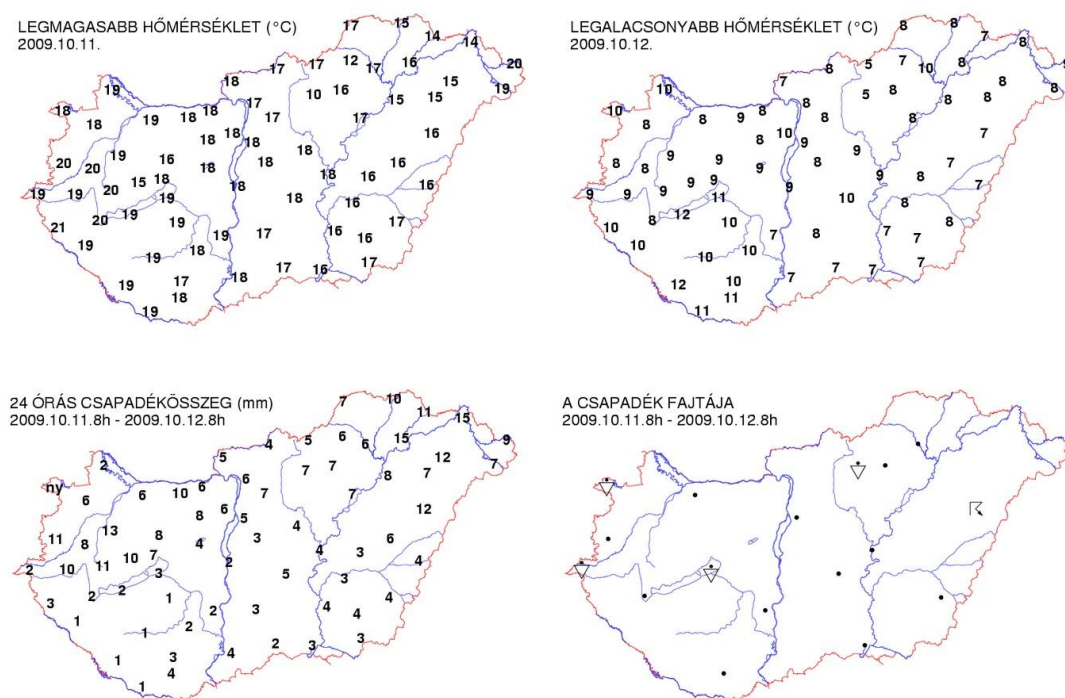


15. ábra. Az Országos Meteorológiai Szolgálat frontanalízise és az NCEP reanalízis mezők

A közel zonális tengelyű rendszert keletről és nyugatról is nagyterjedésű anticiklonok határolták. Ennek hatására a polárfronton helyenként különösen erős hőmérsékleti gradiens és ezzel párhuzamosan erős jetek alakultak ki. Ez, a blokkoló anticiklonok nélkül a rendszer gyors áthelyeződését generálta volna, így azonban „csak” a rendszer tengelyének megforgatására volt képes: a zonális tengely 24 óra alatt közel 90°-kal elfordult. Ez azzal járt, hogy a nyugati ciklonközpont áthaladt a Kárpát-medence felett is és a nyugatról határoló anticiklon valamint a ciklonrendszer köztes áramlási mezejében a magasban rendkívül gyors és erős hidegadvекció indult meg.

2009. október tizenkettedikét és tizenharmadikát kiemelve vizsgáljuk meg, hogy ez milyen időjárási következményekkel járt térségünk felett, és hogy a katonameteorológus milyen eszköztárral nézett ezzel szembe.

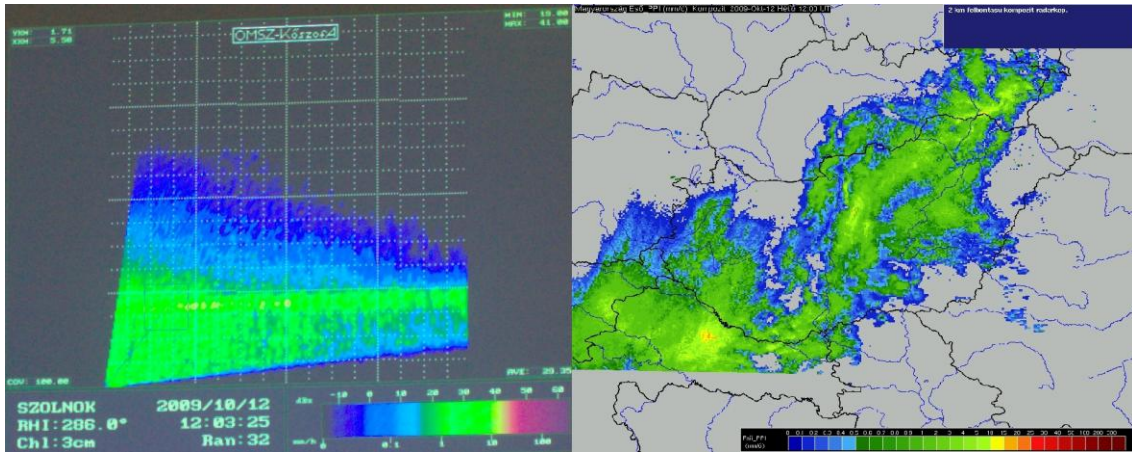
A vizsgált napokat megelőzően alapvetően kellemes őszi idő jellemezte térségünket. Még október 11-én is 15-20°C közötti maximumhőmérsékleteket regisztráltak országszerte, de a kezdődő ciklonális befolyás hatására már országosan jelentettek csapadékot. Ez jellemzően csendes eső formájában hullott, de helyenként záporosó, sőt északkeleten egy-egy zivatar is előfordult.



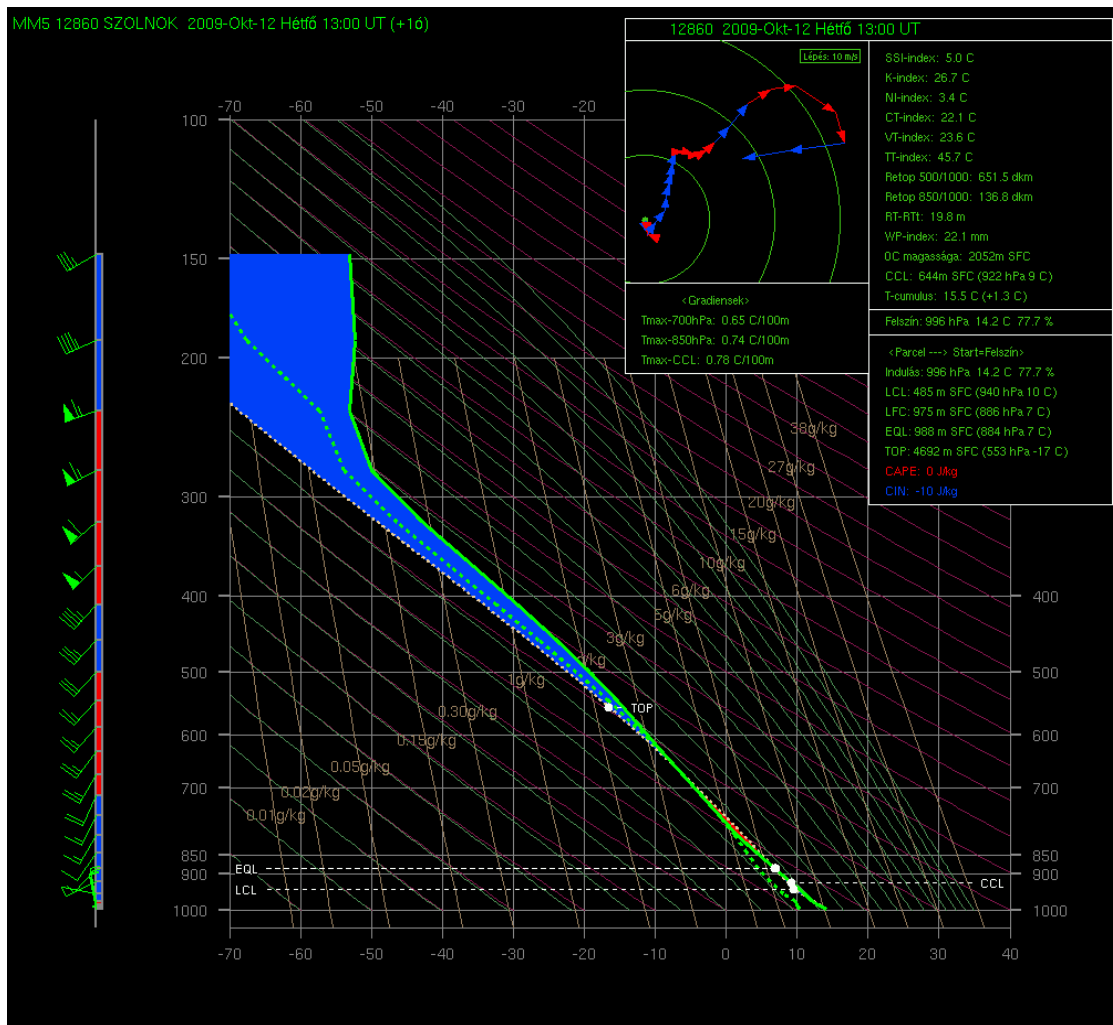
16. ábra. Az október 11-én kiadott napi jelentés részlete

A csapadék mindenhol folyékony halmazállapotú volt és ez október 12-én egész nap sem változott. A magassági szondázások valamint előrejelzések adatait saját lokátor mérésünk is igazolta. Ez alapján az olvadási réteg magasságát 1700 méterre, a 0°C magasságát pedig 1800-2000 méterre becsültük napközben. A 17. ábrán egy vertikális metszetkép látható, ahol a fényesebb, nagyobb reflektivitású sáv mutatja az olvadási réteget. A sáv fölötti zónában a szilárd halmazállapotú csapadék okozza az

egységesen gyengébb, míg alatta a folyékony halmazállapotú az egységesen erősebb reflektivitású zónát. Az olvadási réteg detektálhatóságának oka az, hogy a hópolyhek olvadása a kristályszerkezet külsejéről indul meg a melegebb közegben, így azok a rádiólokátor számára látszólagosan a valóságnál nagyobb cseppméretet eredményeznek.



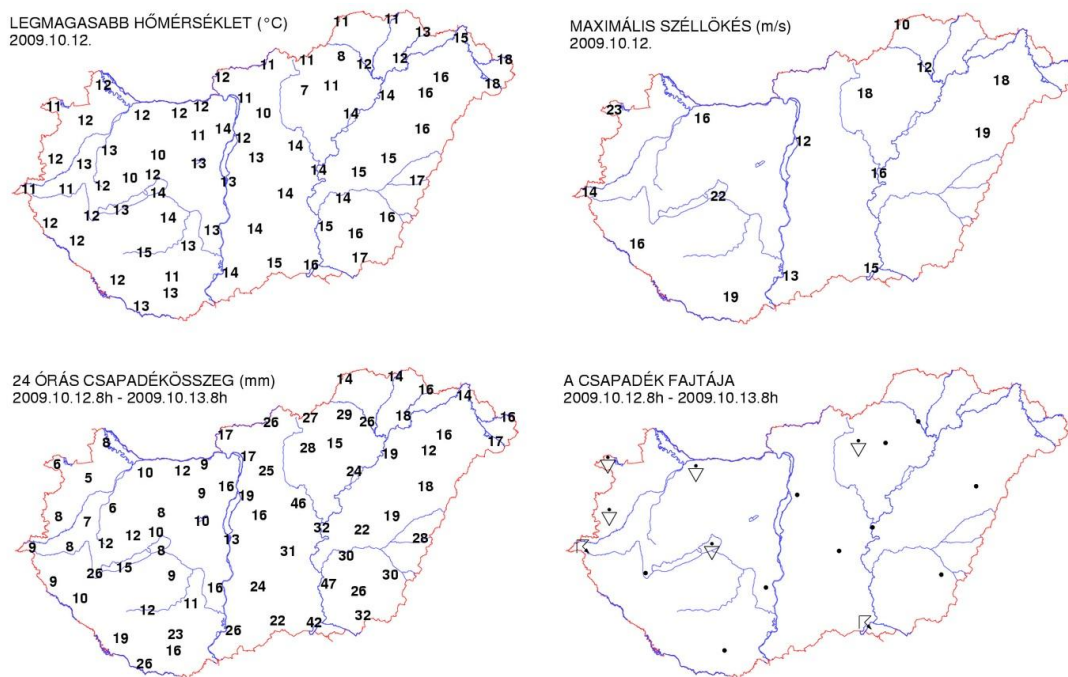
17. ábra. Az MRL-5 RHI és országos kompozit mérésből nyert csapadékinformációk



18. ábra. A radarmérésből származó becslést az előrejelzett vertikális profil igazolta



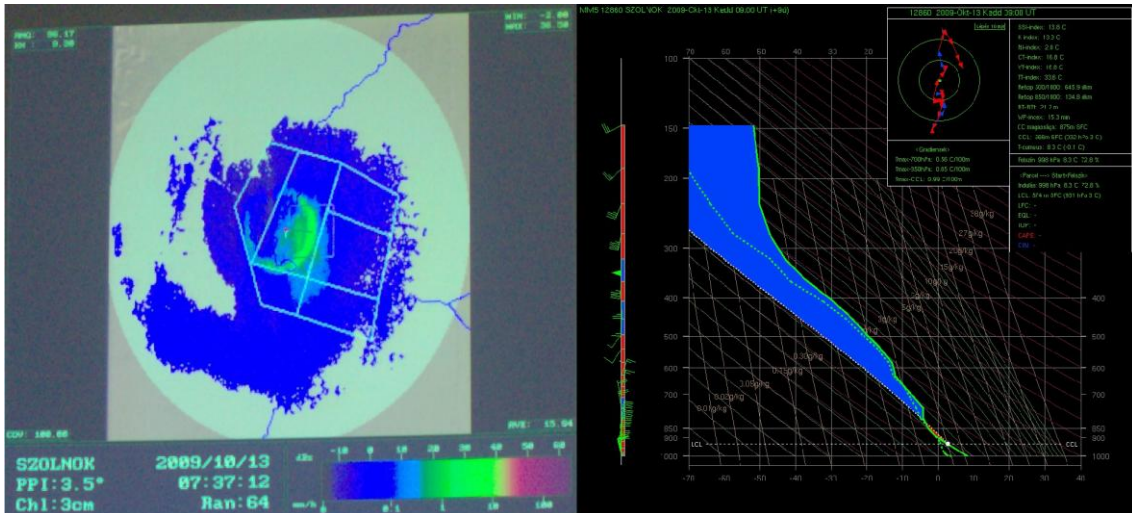
A csapadéktelekenység 12-én egész nap folytatódott és a tovább zajló ciklonális fejlődés valamint a rendszer egyik középpontjának hazánkban való áthaladása miatt szokatlanul nagy napi csapadéktételeket eredményezett. A 24 órás csapadékmennyiség az ország keleti felének nagy részén elérte a 20 mm-t, helyenként pedig az 50 mm-t is megközelítette. Térségünk a nap folyamán hátoldali helyzetbe került, a hidegfronttal a csapadék többfelé záporossá vált, sőt helyenként zivatarok is előfordultak. Ezt követően megindult a korábban már említett erőteljes hidegadvékción és északnyugat felől fokozatosan megszűnt a csapadéktelekenység. A napi maximumhőmérsékletek is mérséklődtek a zárt felhőzet, az egész napos csapadék és az érkező hideg levegő miatt.



19. ábra. Az október 12-én kiadott napi jelentés részlete

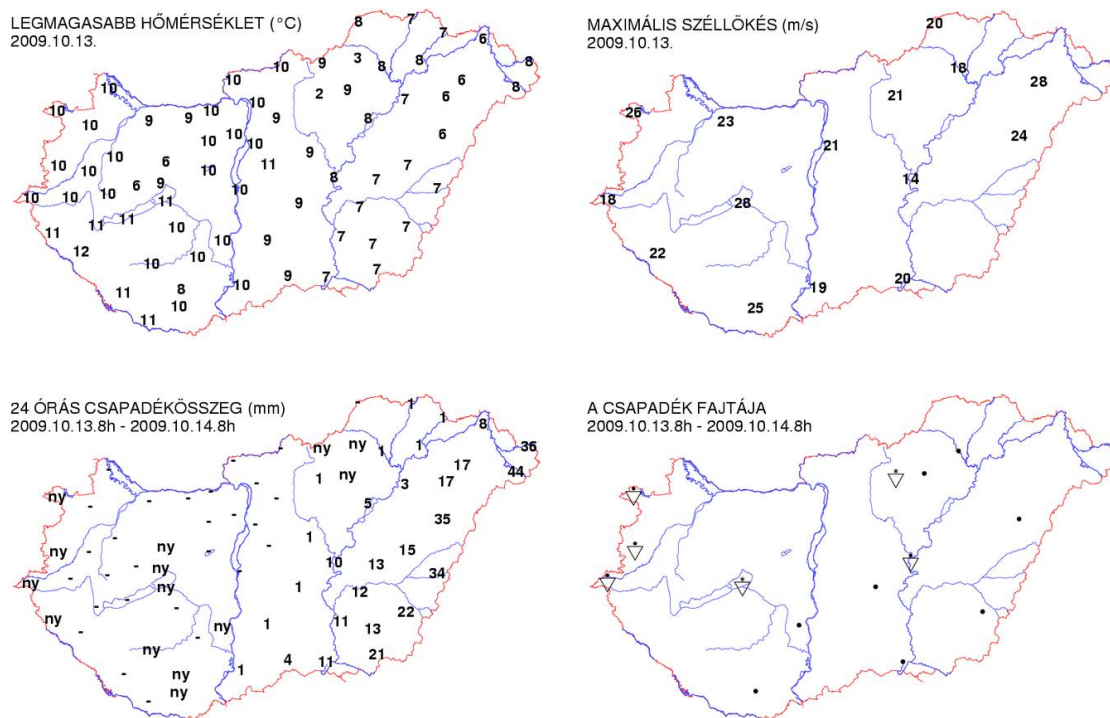
Október 13-án a napi extrémumok és a magassági hőmérsékletek továbbra is jelentősen csökkentek: hajnalra helyenként fagy is volt, míg a keleti tartósan csapadékos tájakon a maximum még a 10°C-ot sem érte el. A hidegadvékción erősségére jellemző volt, hogy a 0°C magassága kevesebb, mint 18 óra alatt több, mint 1000 métert csökkent.

A nagy magassági szögön készült PPI képen – az előző MRL-5-ös képhez hasonlóan – nagyobb reflektivitással, koncentrikus körként jelentkezik az oladási réteg. Ennek a radartól mért távolságából kiszámítottuk a magasságát (kb. 500-600 m), ami alapján a 0°C magasságát 700-800 méterre becsültük.



20. ábra. A lokátorral regisztrált horizontális kép az olvadási rétegről, valamint a vertikális profil változásai

A csapadékzóna napközben fokozatosan haladt keleti irányban, majd elhagyta térségünket így a több, mint 24 órája hulló csapadék a késő délutáni órákban Szolnokon is megszűnt. Országunk keleti határa mentén helyenként még így is 30-40 mm csapadékot okozott, ahogyan ez a napi jelentés részletén is látható.



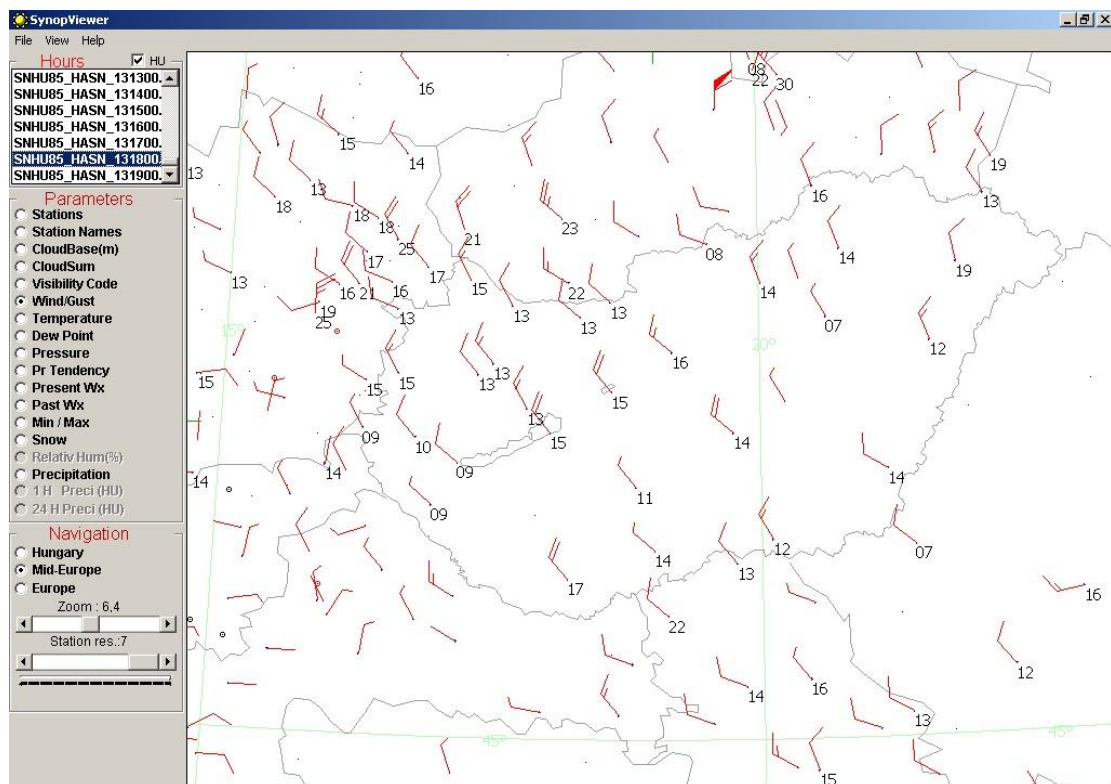
21. ábra. Az október 13-án kiadott napi jelentés

A maximális szélsebességet ábrázoló térképen feltűnhet, hogy az időjárási helyzethez és az ország többi területéhez képest Szolnokon lényegesen alacsonyabb maximális értéket regisztráltak. Ahogy az

óránkénti METAR táviratokra tekintünk, látható, hogy a szélirány egyre inkább északira fordulásával párhuzamosan a szél jelentősen gyengült, majd a nyugati irányba való visszafordulással együtt újra erősödött.

METAR LHSN 131045Z 32008G13MPS 9999 -RA FEW043 OVC050 08/04 Q1003 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131145Z 32008MPS 9999 -RA OVC033 08/04 Q1004 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131245Z 33006G12MPS 9999 RA OVC030 07/04 Q1005 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131345Z 01004G10MPS 9999 -RA OVC030 06/04 Q1006 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131445Z 36006G11MPS 8000 -RA OVC027 06/04 Q1006 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131545Z 01004MPS 9999 -RA OVC028 06/04 Q1007 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131645Z 33003MPS 9999 -RA BKN040 06/04 Q1007 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131745Z 33002MPS 9999 -SHRA BKN050 07/05 Q1007 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131845Z 31005MPS CAVOK 06/03 Q1007 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 131945Z 31006MPS CAVOK 06/02 Q1008 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 132045Z 31007MPS CAVOK 06/02 Q1008 NOSIG RMK BLU=  
METAR LHSN 132145Z 31005G10MPS CAVOK 06/02 Q1008 NOSIG RMK BLU=

Az ehhez hasonló időjárási szituációkban gyakran előfordul az Alföld középső régiójában. A sokéves tapasztalatok azt mutatják, hogy az alsó néhány kilométeres rétegben teljesen észak felől történő hidegbetörések esetén orografikus hatásra szélárnyék keletkezik. Szolnok térségétől nyugatra északnyugati, míg attól keletre északkeleti csatorna enged szabad utat az áramlásnak. Emiatt kis távolságokon belül is jelentős szélereősség különbségek keletkeznek.



22. ábra. A Synopviewer program segítségével megjelenített széladatok

## ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünk célja a katonameteorológusok eszköztárának rövid bemutatása volt, melyet a talán kicsit száraznak tűnő leírásokon túl, a mellékelt esettanulmányokkal is próbáltunk befogadhatóbbá tenni. Az egyes esettanulmányokkal megpróbáltunk rámutatni arra, hogy egy-egy időjárási szituáció a rendelkezésre álló eszközök milyen összetett használatát igényli szakembereinktől. Őszintén reméljük, hogy ebben sikerrel jártunk.

### FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1] Kézikönyv meteorológiai asszisztensek részére, MH GEOSZ Budapest 2009.
- [2] Meteolux 4.5 felhasználói kézikönyv, Boreas Kft., Érd, 2004.
- [3] VIRÁG József: Sierra 2.5 felhasználói kézikönyv, Veszprém 2004.
- [4] Hawk 2.8 felhasználói kézikönyv, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 2004.