

## **Kísérlet egy repülőgép-katasztrófa meteorológiai viszonyainak rekonstrukciójára - a Malév HA-MOH repülőgépnél balesete**

### **1. BEVEZETÉS**

Közismert tény, hogy a repülőgép-katasztrófákat több, egymás után bekövetkező - a baleset irányába ható - történés okozza. A baleseti kivizsgálók jelentésükben - amennyiben lehetőségük van rá - meg is nevezik ezeket a történéseket. Számos esetben azonban nem sikerül egyértelműen megnevezni a katasztrófa kiváltó okát (okait), csak hipotézisek maradnak a kivizsgáló bizottság jelentésében. Ebbe a körbe tartozik a Malév HA-MOH lajstromjelű (Helén becenévre hallgató), IL-18V típusú repülőgépnél ferihegyi balesete is, mely 1975. január 15-én történt.

Munkánkban kísérletet teszünk az MA-801/A járat utolsó útjának **meteorológiai viszonyainak** bemutatására a berlini felszállástól a ferihegyi katasztrófaig. Tesszük ezt azért, mert a baleseti kivizsgálók által készített jegyzőkönyvben fellelhető információk értékelése után jó okunk van feltételezni, hogy a katasztrófa egyik alapvető tényezője a rendkívül gyorsan változó (romló) **időjárási helyzet** volt. Dolgozatunkban a MS Flight Simulator X program segítségével vizuálisan is be fogjuk mutatni a repülés végső fázisában tapasztalható környezetet, ahogyan a személyzet több mint 34 évvel ezelőtt láthatta azt. A repülés meteorológiai viszonyainak rekonstrukciójához az alábbi adatokat, információkat és forrásokat használtuk fel:

- a katasztrófa kivizsgálásakor készült jegyzőkönyvet, a benne foglalt részletes meteorológiai adatokkal (METAR-ok, TAF-ok az útvonal által érintett repülőterekre vonatkozóan) [1],
- az OMSZ meteorológiai napijelentéseinek és SYNOP táviratainak adatait [2],
- az ECMWF ERA-40 reanalízis mezőinek adatait [3] és
- a MS Flight Simulator X programot.

Szeretnénk leszögezni, hogy célunk nem a személyzet vagy bárki más felelősségének taglalása, megállapítása, hanem sokkal inkább a tények bemutatása és elemzése, hogy a jövőben a repülés még biztonságosabb legyen!

### **2. A HA-MOH utolsó repülésének általános leírása**

A Malév 801/A járata 9 fős személyzettel, utasok nélkül indult Berlin Schönefeld (ETBS) repülőtérrel Budapest Ferihegyre (LHBP) 1975. január 15-én 15.50 LT-kor. A repülőgép a szovjet gyártmányú IL-18V volt, amely akkoriban a Malév légiflottájának egyik alaptípusa (*1.ábra*).



1.ábra

A Malév HA-MOH lajstromjelű IL-18V repülőgépe a stockholmi repülőtéren

A járat az utat az NDK, Csehszlovákia és Magyarország légtereiben tette meg, pontosan a Berlin-Fürstenwalde-Beeskow-Boxberg-Hermsdorf-Prága-Benesov-Polna-Brno-Nyitra-Párkány-Tápióság-Budapest útvonalat repülve. Az utazó magasság 7600 méter volt. A gép a jelzett útvonalat egészen a ferihegyi megközelítésig minden probléma nélkül tette meg, semmilyen rendkívüli esemény nem történt. A járat ILS eljárással és radar bevezetéssel repült a 31-es leszállópálya felé és a leszállási fázis megszakítása közben a pálya előtt a földnek ütközött és felrobbant. Sajnos a szerencsétlenséget senki nem élte túl. A katasztrófa feltételezett időpontja: 17.21.53 LT.

### **3. Az időjárás alakulása a repülési útvonalon és Ferihegyen**

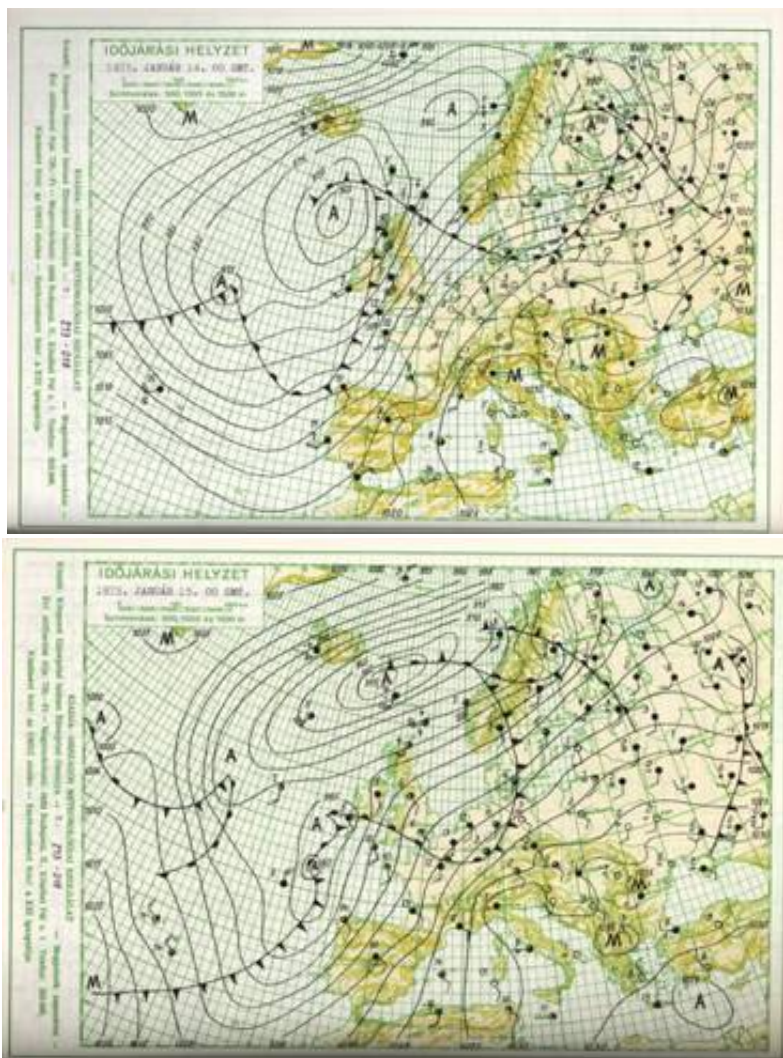
Bár a járat már két napja vesztegelt Schönefeld repülőtérén a budapesti rossz idő miatt, a berlini indulás előtt úgy tűnt, hogy Ferihegyen **javul a meteorológiai helyzet**. Ezt alátámasztotta a budapesti TAF előrejelzés (érvényes 14.00 LT-23.00 LT) is, mely szerint gyenge szél (3 m/s) 100 fokról, 900 méter látástávolság és 60 méteren teljes borultság várható, de 14.00 LT és 16.00 LT között, a látástávolság 1200 méterre nő és a felhőzet teljes borultságban felemelkedik 90 méterre. Sőt, az előrejelzés szerint, 20% valószínűséggel, felhőtlen éggel és 4000 méteres látással találkozhatnak a repülőtéren a jelzett időszakban. A berlini időjárással semmi probléma nem volt, ahogy azt az indulási adatokból tudjuk: 180 fokról 5 m/s-os szél, 7000 méteres horizontális látás, 3 okta Ac 3900 méteren és 5 okta Ci felhőzet 7800 méter magasban és további javulást vártak a látástávolságban.

Azonban, a személyzet felszállás előtt közvetlenül rádión a **budapesti időjárás romlásáról** kapott tájékoztatást, mely szerint Ferihegyen gyenge szél mellett a látás 700 méter, az RVR 1700 méter és a 8 okta St felhőzet 40 méter magasan észlelhető. Tekintve, hogy a prágai és különösen a debreceni kitérő repülőtereken a meteorológiai helyzet lényegesen jobb volt, elindultak hazafelé. Meg kell említeni, hogy az IL-18V repülőgép időjárási minimuma 1000 méteres látástávolság és 90 méteres felhőalap volt akkoriban.

Az útvonalon nem volt ugyan probléma a meteorológiai viszonyokkal sem, de cseh szlovák légtérben 16.07 LT-kor a személyzetet a **ferihegyi időjárási helyzet további romlásáról** tájékoztatták: a látás 500, az RVR 1000 méterre csökkent, a korábbi nyitott köd bezárult és csak függőleges látást lehetett megállapítani, melynek értéke 30 méter volt! 16.45 LT-kor a MA 801/A járaton szolgálatot teljesítő megkapták a budapesti 16.30 LT-kor mért adatokat, melyek szerint a horizontális látástávolságot már 300, az RVR-t (erősen ingadozva) 1700 méterre, a függőleges látást, pedig 30 méterre észlelték! Ugyanekkor Debrecenben a látástávolság 6000 méter és 220 fokról 1 m/s-os szél fúj, ami nagyságrendekkel kedvezőbb időjárás a budapestinél. Ezen adatok birtokában a személyzet tovább repült Ferihegy felé azzal a meggondolással, hogy ha nem tudnak leszállni ott, akkor Debrecenbe mennek.

17.06 LT-kor kapják az utolsó teljes METAR táviratot Budapest Approach-tól, melyben a **horizontális látás továbbra is 300, az RVR 1500, a függőleges látás 30 méter, szél 70 fokról 2 m/s**. Az utolsó meteorológiai adat, amit a személyzet kapott 17.20.35 LT-kor érkezett és 1500 méteres RVR-ról tájékoztattott, mintegy másfél perccel a katasztrófa előtt.

#### 4. Az időjárási helyzet elemzése

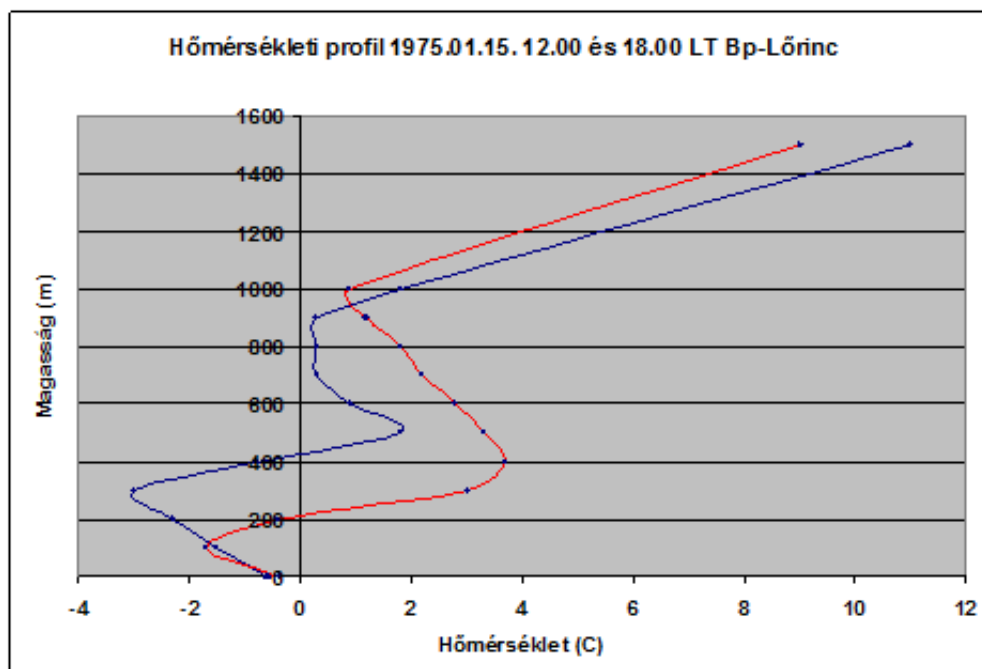


2. ábra

A szinoptikus helyzet alakulása a katasztrófa előtti napon (1975. január 14., felső kép) és a katasztrófa napján (1975. január 15., alsó kép) 00 GMT-kor.

A szinoptikus meteorológiai helyzetet Európában az adott (és az azt megelőző) napon, az **izlandi ciklon** előoldalán történő, rendezett nagytérségű enyhe légtömegeket mozgató feláramlás, valamint a Balkán-félsziget felett uralomra jutott, alapvetően leáramlást generáló **anticiklon** határozta meg (2. ábra). Közép-Európában (így hazánkban is) az időjárást alapvetően az anticiklon alakította, melynek hatására gyenge légmozgás és erős kisugárzás volt megfigyelhető, ami rendkívül kedvezett szinte az egész Kárpát-medencében a **talajközeli kisugárzási ködök** kialakulásának.

Ugyanakkor, a magasabb régiókban erőteljes **meleg advekció zajlott** a nap folyamán, aminek eredményeképpen a 12.00 LT-kor Budapest-Lőrincen felbocsátott rádiószonda 1100-1500 méter között egy rendkívül erős (több mint 10 °C-os!) **inverziót** észlelt! Az anticiklonális helyzetnek köszönhetően, volt egy másik inverzió is, mely a talaj felett kb. 300 métertől mintegy 500 méterig volt észlelhető (3. ábra). Az alsó 450 méteren a réteg hőmérséklete negatív tartományban volt, ráadásul 100%-os relatív nedvesség mellett, melyben adva voltak az erős **felületi és hajtómű jegesedés** feltételei.

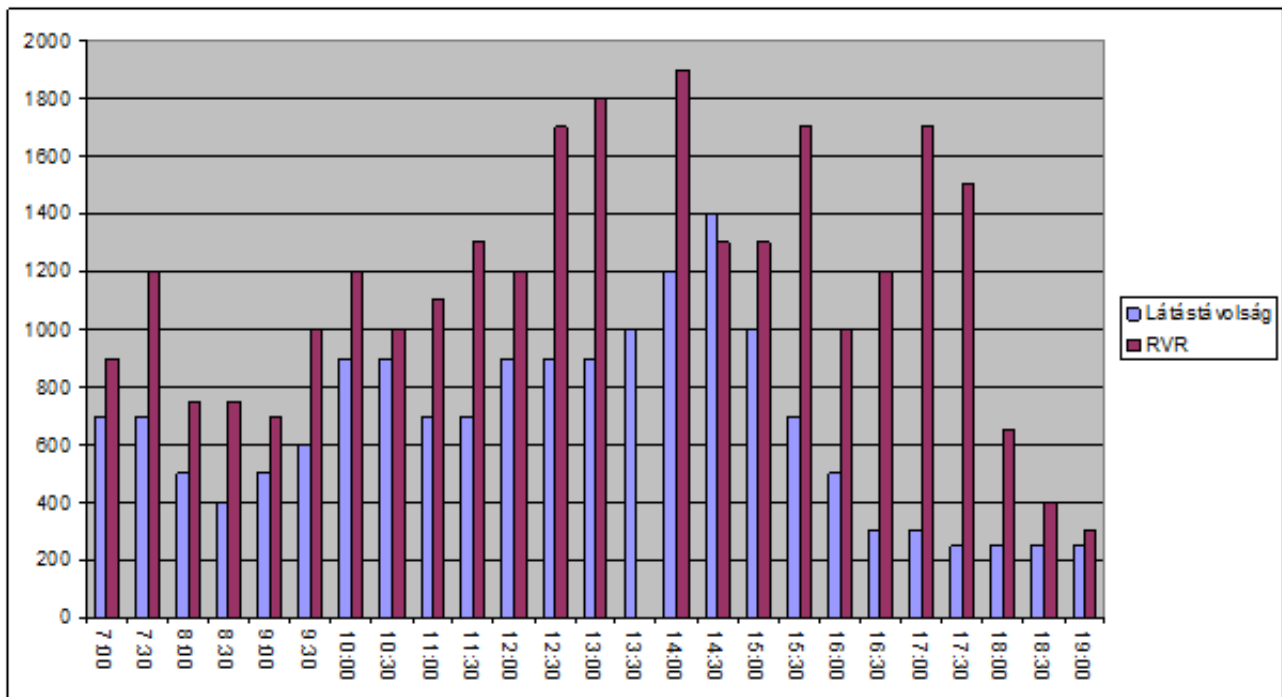


3. ábra

A hőmérsékleti profil alakulása Budapest-Lőrincen 1975. január 15-én 12.00 LT-kor (kék görbe) és 18.00 LT-kor (piros görbe)

A 18.00 LT-kor felbocsátott szonda mérési eredményét megvizsgálva elmondhatjuk, hogy a katasztrófát megelőzően - az alsó 300 métert kivéve - az erős meleg advekció a **pozitív hőmérsékleti tartományba** toltta el a felszállási görbét (3. ábra). Fontos megállapítani, hogy az alsó 800-1000 méteren telített volt a levegő, felette viszont kiszáradás zajlott. Ebből adódóan a talaj felett kis magasságban napközben alacsony felhőalappal rendelkező **stratus (St) réteg alakult ki**, majd a naplemente közeledtével teljesen lesüllyedt a talajig. A stratus teteje kb. 500 méter magasan volt és az alsó 250-300 méteres szintben egész nap 0°C alatt maradt a hőmérséklet.

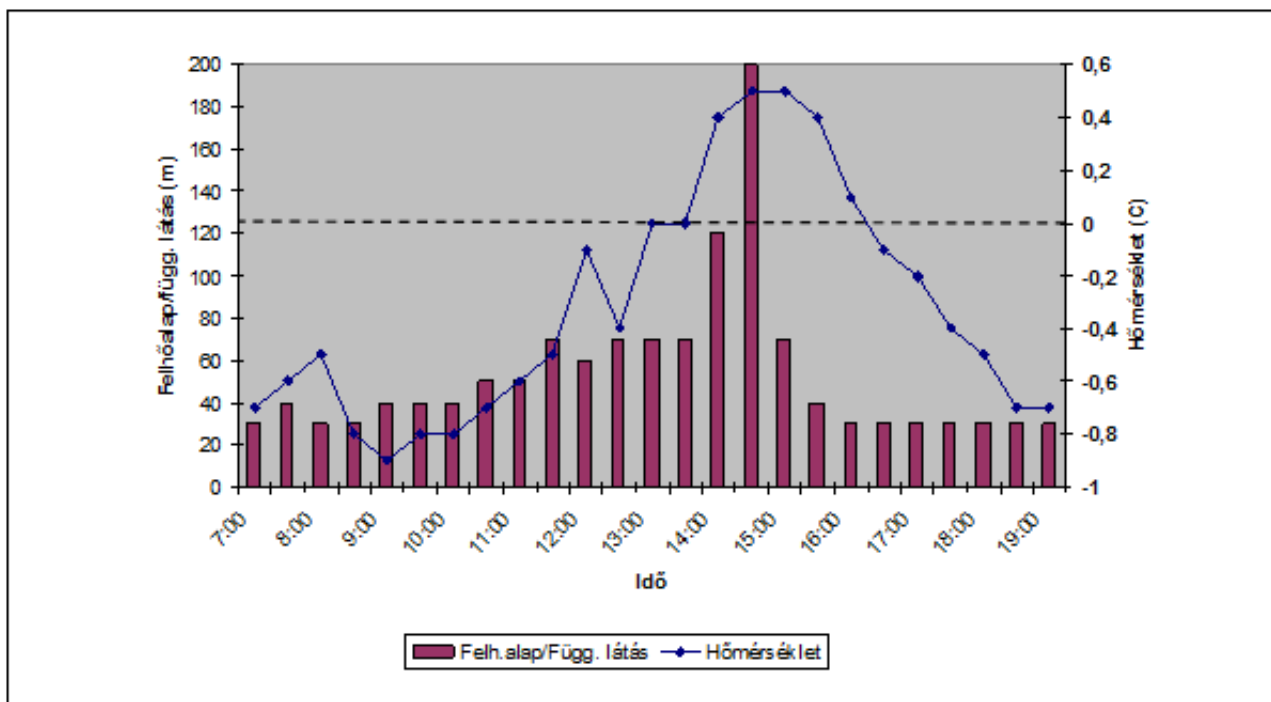
Jóllehet, az adott napon az ország D-DK-i területein az enyhe levegő áramlása miatt a felszín közeli régiókban is megszűnt a köd (pl. Debrecenben is CAVOK időjárás volt a délutáni órákban), Ferihegy - az Alföld felől lassan emelkedő domborzat hatása és a városi tagolt felszín geometriája miatt - egész nap megmaradt ködben [4]. A nap folyamán **ingadozó látástávolság** és felhőalap értékek arra engednek következtetni, hogy a repülőtér **a ködös terület határához közel** helyezkedett el és a D-DK felől érkező melegebb és nedvesebb légtömeg keveredett az ottani hidegebb levegővel. Az átkeveredés tovább erősítette a ködöt, amit igazol az a tény is, hogy Ferihegyen a nap során a legmagasabb horizontális látástávolság érték mindössze 1400, az RVR pedig 1700 méter volt (3. ábra). Az is világosan látható - amint ezt korábban már jeleztük - hogy a fentebb említett okok miatt 14.30 LT-tól kezdve, a horizontális látás gyorsan csökkent 1400 méterről 300 méterre (2 óra alatt 1100 métert)! A látástávolság és az RVR értékek ingadozása a levegő keveredéséből, mozgásából adódó, rendkívül **inhomogén eloszlású** lebegő vízcseppeknek köszönhető. A horizontális látás és az RVR értékek közötti különbség, pedig az intenzív pályafények megvilágító hatásából és az észlelések eltérő helyéből, környezetéből fakad.



3. ábra

A horizontális látástávolság és a pályamenti látástávolság (RVR) alakulása Ferihegyen 1975. január 15-én 07.00 LT- 19.00 LT-ig.

A meteorológiai állapotjelzők közül a **felhőalap** magasságának és a **hőmérsékletnek** a napi menetét láthatjuk a 4. ábrán. A felhőzet alapja egész nap rendkívül alacsonyan helyezkedett el, de 13.30 LT és 14.30 LT között hirtelen magasabbra emelkedett (egészen 200 méterig, bár foszlányok maradtak ekkor is 120 méteren), majd ugyanolyan gyorsan vissza is csökkent! A hőmérséklet napi menete is ebben az időben mutatta a maximumot (+0,5 °C), de nagyrészt **fagypon**t alatti értékeket mértek. Az átkeveredés és az alsó, mintegy 300 méteres rétegben tapasztalható negatív hőmérsékleti érték miatt ebben a légrétegben, a katasztrófa időpontjában relatíve nagy mennyiségben lehetnek **túlhűlt vízcseppek** (SLD, Supercooled Large Droplet), ami a jegesedés szempontjából rendkívül veszélyes faktor! Fontos azonban megjegyeznünk, hogy az adott magasságban kialakult stratus (St) felhőzet rendkívül éles határvonallal jelenik meg a felhőtetőnél, ami azt jelenti, hogy a **folyékony** - esetünkben nagyrészt túlhűlt - **víz**tartalom (LWC, Liquid Water Content) a felhőbe való berepüléskor hirtelen megnő! Ez a meteorológiai feltétel a hajtóműre akár több fokkal a fagypont feletti hőmérséklet esetén is rendkívül veszélyes. Ugyanakkor, 0 C alatt a felületi, szerkezeti jegesedést is magában hordozza [5]. Sajnálatos módon, hasonló ködös időjárási körülmények szenvedett katasztrófát egy MD-500-as helikopter, szintén Ferihegy közvetlen közelében 1994. november 22-én. Ennél az esetről egyértelműen kijelenthetjük, hogy a katasztrófa alapvető oka a nem várt, rendkívül gyors **hajtómű-eljegesedés** okozta teljesítmény-csökkenés volt. A ködbe való besüllyedés után az ott lebegő 10-15 µm átmérőjű felhőelemek (vízcseppek) nagy száma miatt robbanásszerűen megkezdődött a jég kiválása a hajtómű oldalán [4].



4. ábra

A felhőalap/függőleges látás és a hőmérséklet alakulása Ferihegyen 1975. január 15-én 07.00 LT-19.00 LT-ig.

(A szaggatott vonal a 0 °C-os hőmérsékletet jelzi.)

### 5. Az időjárási körülmények hatása a repülés utolsó fázisára

A repülési útvonal meteorológiai szempontból csak a ferihegyi megközelítéskor kezdett problémássá válni. Korábban, a gép utazómagasságon (7600 méter) mintegy -33 °C és -38 °C közötti hőmérsékleti tartományban haladt (kb. 70-75 percig volt a gép ezen az alacsony hőmérsékleten), de más említésre méltó időjárási körülmény nem állt fenn. A magassági előrejelzésekből kiolvasható, hogy Budapest térségére a 0 °C-os izoterma magassága 3000 méter körül volt, köszönhetően a már korábban említett **magassági meleg advekciónak** (1. táblázat).

| Repülőtér | Magasság (m) | Hőmérs. (C) | Szélirány (fok) | Széleseb. (km/h) |
|-----------|--------------|-------------|-----------------|------------------|
| LKPR      | 3000         | -1          | 240             | 80               |
|           | 5500         | -19         | 240             | 90               |
|           | 7000         | -32         | 240             | 110              |
| LHBP      | 3000         | 0           | VRB             | 25               |
|           | 5500         | -19         | VRB             | 30               |
|           | 7000         | -32         | 260             | 50               |

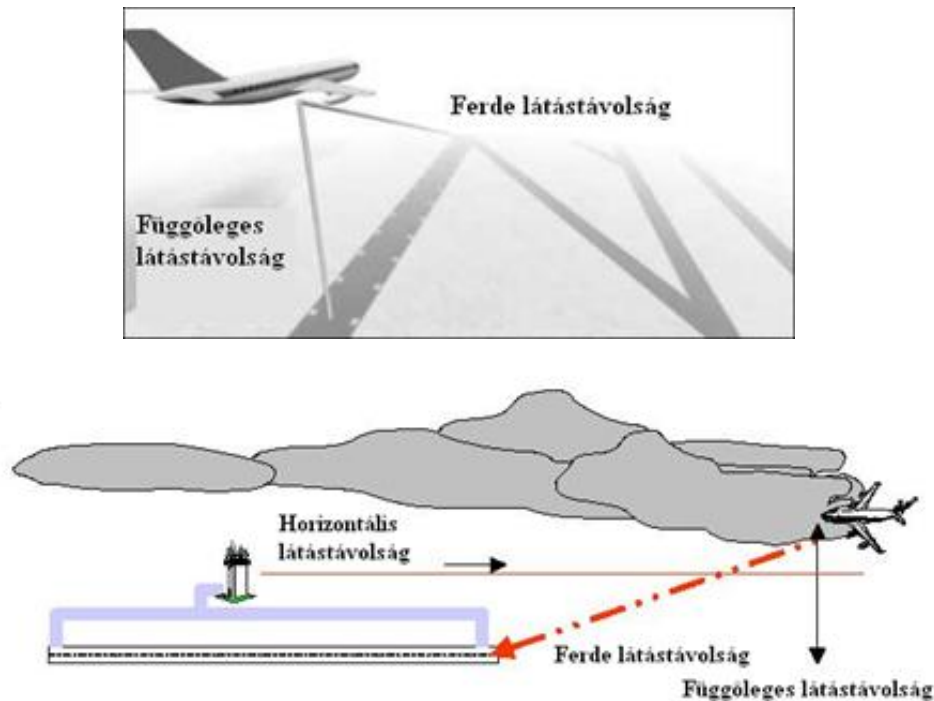
1. táblázat

Magassági hőmérséklet és szélelőrejelzés a katasztrófa napjára LKPR (Prága, Ruzyne) és LHBP (Budapest, Ferihegy) repülőterekre. Érvényesség: 12 GMT - 21 GMT.

Tény, hogy a repülőgép a katasztrófa pillanatát megelőzően csak kevesebb, mint 15 perccel került pozitív hőmérsékletű tartományba, valamint útjának utolsó 6-8 percében ismét fagypont körüli vagy az alatti rétegben repült. Az ismert meteorológiai helyzet és repülési útvonal alapján feltételezhető, hogy a gépen **jegesedési folyamat** zajlott, melynek intenzitása kezdetben alacsony lehetett (esetleg a személyzet nem is vette észre, hiszen a napnyugta 16.20 LT-kor megtörtént), de a folyamat felgyorsulhatott a felszín feletti stratus (St) felhőzetbe való besüllyedéskor. Természetesen nem állíthatjuk, hogy a gép szerkezetén nagyon vastag jégréteg rakódott volna le ennyi idő alatt, de tudjuk, hogy bizonyos alkatrészek (antennák, Pitot-csövek, szélvédők, belépő élek stb.) különösen ki vannak téve a jegesedés veszélyének. A gép és az irányítás közötti párbeszédben ugyan nem esik szó a

jegesedésről, vagy arra utaló tényről, de a kritikus utolsó 6-8 percben a folyamat **gyorsan és észrevétlenül** mehetett végbe. Ronthatta a helyzetet, hogy az adott hőmérsékleti tartományban az **átlátszó, tiszta jégbevonat** (clear ice) kialakulásához voltak kedvezőek a feltételek, melynek detektálása a legnehezebb a különböző típusú jégbevonatok közül. Másfelől, ez a jegesedési típus a legveszélyesebb, mert tapadása a felülethez rendkívül erős és nagy felületre kiterjedhet a hatása [6] [7].

Amennyiben az érzékelők jegesedése **valóban megtörtént**, nagy valószínűséggel, a baleset előtti kritikus 0-3 percben a sebességmérő hibás adatot jelzett! (Ennek azért van jelentősége, mert a fedélzeti adatrögzítő szerint, a repülés utolsó percében látszólag indokolatlan (érthetetlen) manőverek történtek és a kivizsgálási jegyzőkönyvben nem találtak rájuk magyarázatot.) A hibás sebességi adat odavezethetett, hogy a gép áteséshez közeli állapotba került a leszállás utolsó fázisában, és a pilótának nem volt már lehetősége ennek korrigálására (sem magassága, sem sebessége nem volt az egyensúly visszaállítására).



5. ábra

A repülésmeteorológiában használt látástávolságok.  
Az alsó kép jól illusztrálja a horizontális és ferde látás közötti különbséget pl. alacsony rétegfelhő (stratus) esetén

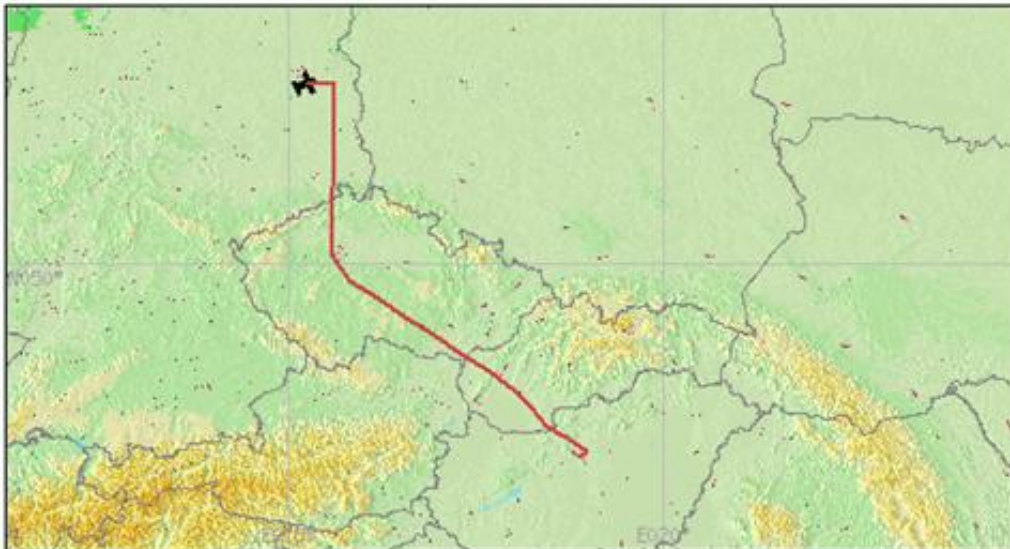
A másik nagyon fontos meteorológiai tényező a **látástávolság és annak időbeli változása**, mely szintén fontos szerepet játszott a katasztrófa bekövetkezésében. A repülésben használatos látástávolság értékek mindegyike lényeges információt hordoz a hajózó személyzet számára. A vizuálisan észlelt **függőleges, vízszintes és ferde látástávolság** (slant visibility) kapcsolata az 5. ábrán látható. (Fontos megjegyeznünk, hogy az IL-18V repülőgéppel a végső megközelítési és leszállási repülési fázist robotpilóta nélkül hajtották végre, azaz a pilóta manuálisan vezette a gépet, figyelve a radarbevezetés adatait és az ILS berendezést. Ilyen körülmények között a személyzet összehangolt munkája alapvetően fontos a repülőgép vezetése közben.) Mivel a repülés utolsó 6-8 percét leszámítva, a horizontális, vertikális és ferde látás rendkívül jó volt a repülőgépből nézve, a meteorológiai feltételek lehetővé tették a VFR repülést. A nem túl vastag felhőzetten keresztül **ferdén vagy függőlegesen** átlátszottak a települések fényei is, ahogyan azt más személyzet jelentette is. Am ahogy elérték a mintegy 450-500 méter magasan kezdődő felhőzetet és belesüllyedtek, a látástávolság egy szemvillanás alatt drasztikusan lecsökkent minden irányban! Innentől kezdve csak a műszerekre és a radarbevezetés információira hagyatkozhattak, azaz tisztán IFR körülmények közé kerültek, a repülés legveszélyesebb fázisában. A vizuális kontaktus a leszállópályával, már nem történhetett meg, hiszen már korábban a földhöz csapódott a repülőgép.

A látástávolság hirtelen lecsökkenése (pl. sűrű felhőzet vagy köd miatt), az egyik legjelentősebb faktor a **térbeli tájékozódás elvesztéséhez** vezető úton. Kimondottan veszélyes helyzetet hordoz magában, ha ez éjszaka (napnyugta után) történik, leszállás közben. A látás elvesztése mellett nagy probléma, hogy **optikai csalódások** is felléphetnek ilyen helyzetben, melyek tovább rontják a korrekt térbeli helymeghatározás esélyét. Nem zárhatjuk ki, hogy a HA-MOH személyzete szintén küzdött ezekkel a problémákkal is.

## 6. A repülés utolsó fázisának vizuális rekonstrukciója

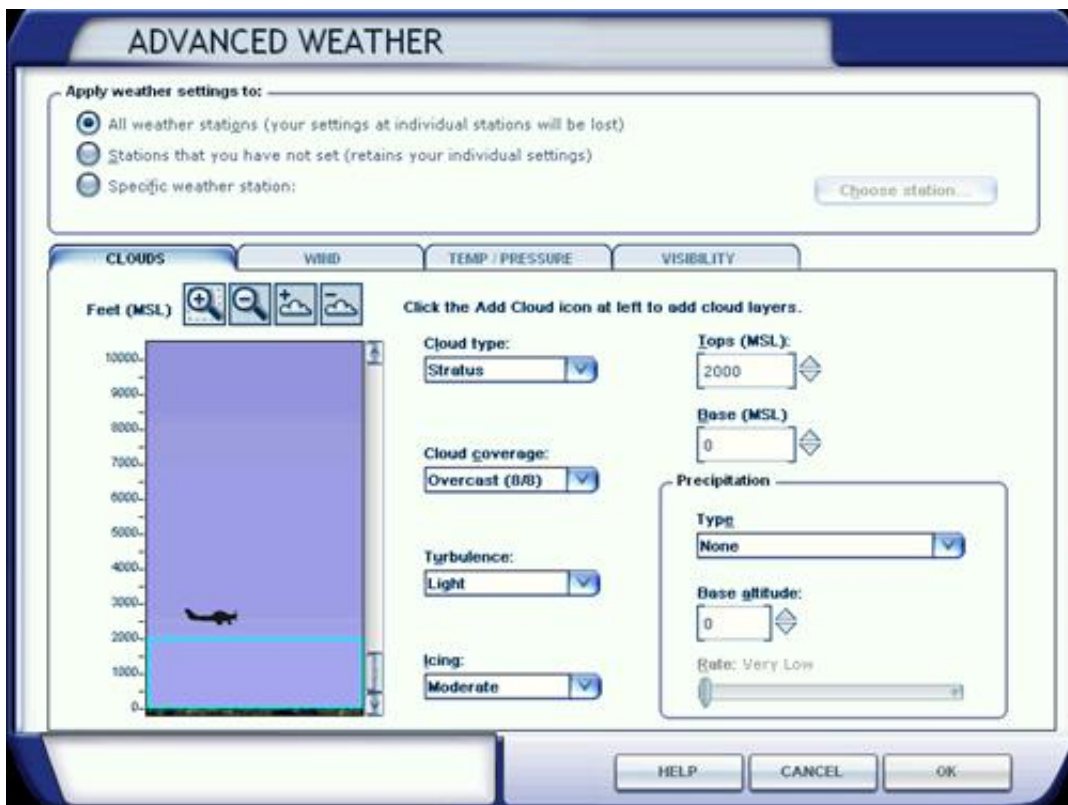
Annak illusztrálására, hogy milyen látási viszonyok uralkodhattak a katasztrófát szenvedett repülőgép

vezetése során, a Microsoft Flight Simulator X szoftver segítségével **rekonstruáltuk a repülési útvonal környezetét**. A szimulátor, melynek rendkívül fejlett vizualizációs (grafikai) és meteorológiai alrendszere van, - véleményünk szerint - alkalmas ilyen jellegű problémák vizsgálatára is. Munkánkban csak a ferihegyi 31-es pályára történő megközelítés során fellépő, jelentős látástávolság-változással járó fázisokat mutatjuk be, mert a részletes elemzést egy későbbi munkánkban végezzük el.



6. ábra  
A HA-MOH repülőgép útvonala Berlinből Budapestre,  
a MS Flight Simulator útvonaltervező paneljében

A rendelkezésre álló adatok alapján előállítottuk a pontos repülési útvonalat (6. ábra). Ennek mentén - minden olyan pontban, ahonnan volt meteorológiai adatunk - elvégeztük a meteorológiai helyzethez tartozó adatok beállítását (felhőzet, szél, nyomás, hőmérséklet, látástávolság több szintben). A 7. ábrán látható a szimulátor program meteorológiai jellemzőinek beállítási lehetőségeit tartalmazó panel. A meteorológiai adatok hozzárendelése után a konkrét dátum és idő beállítását is elvégeztük, melynek eredményeként a szoftver a csillagászati jellemzőket is beállítja (pl. napnyugta időpontja). Az adatok pontosítása után végigrepülhető az útvonal az adott környezeti körülmények között.



7. ábra

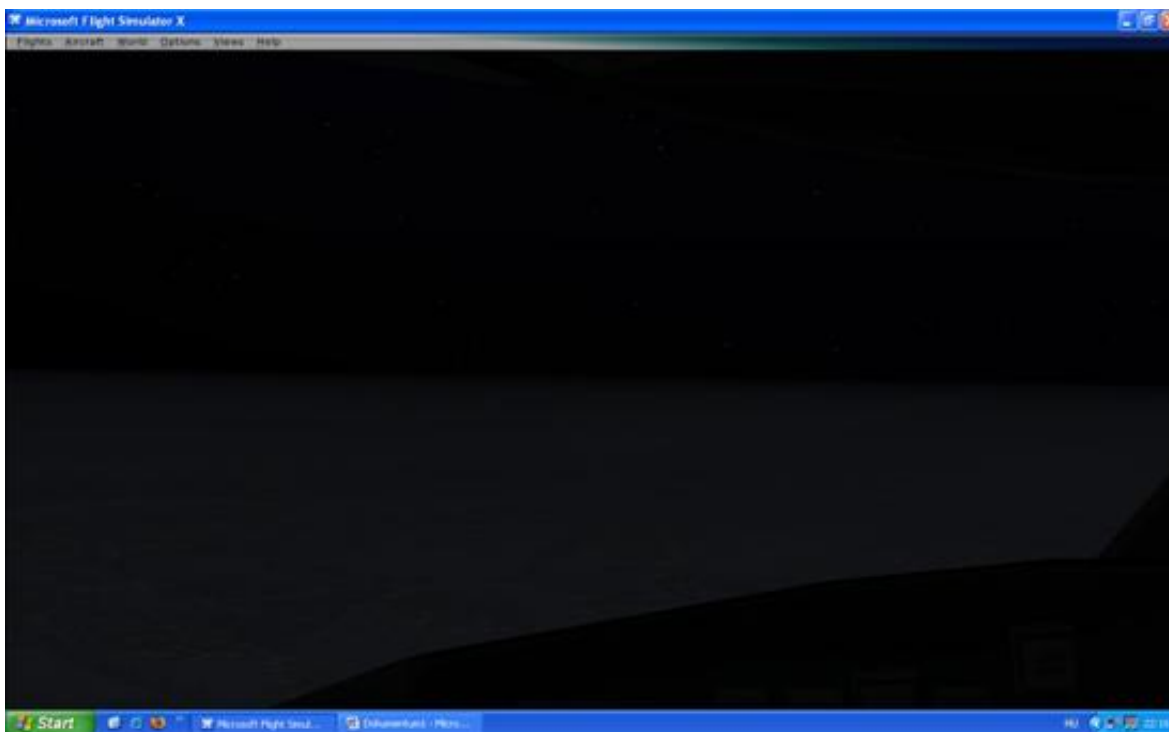
A MS Flight Simulator X szimulátor program meteorológiai adatainak vezérlő panelje

A HA-MOH repülési útvonalának végső megközelítési fázisát vizsgálva,  
a **személyzet által tapasztalható látástávolság alakulásáról** a következőket tudjuk elmondani:

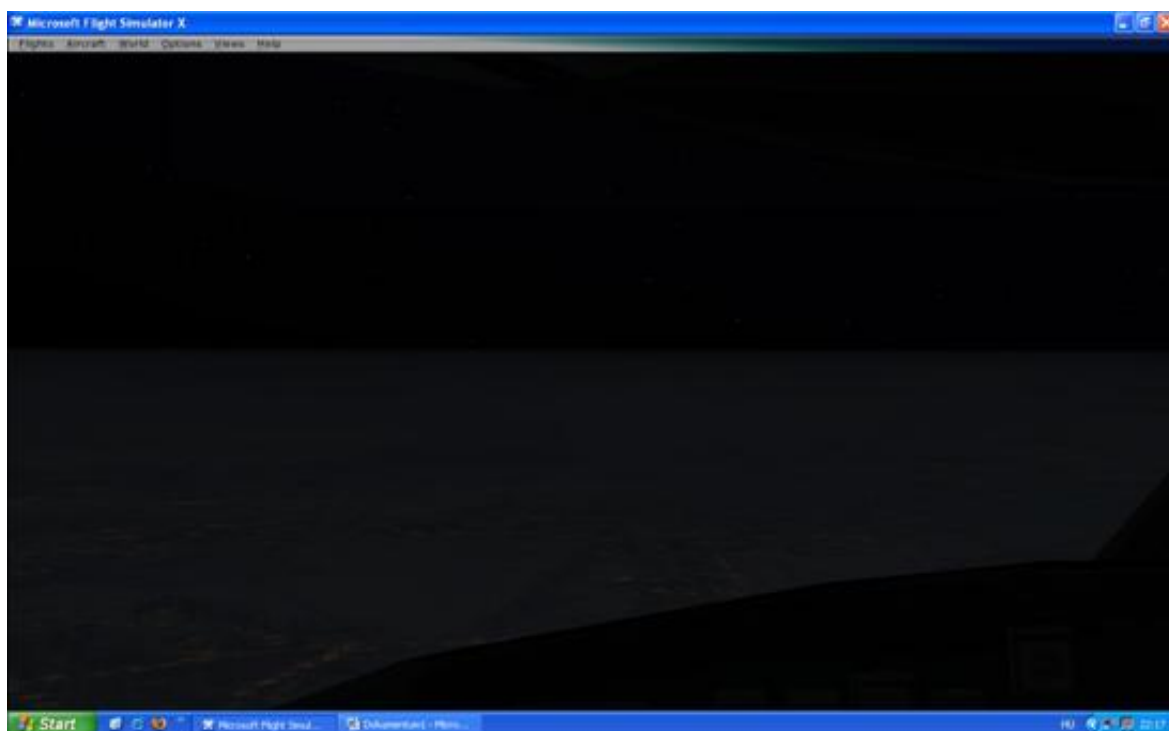
- a személyzet vízszintes és ferde látástávolsága rendkívül nagy a 2000 láb feletti repülési magasság felett. Ahogy a 8. a. ábrán látható, 2300 láb magasságon a települések fényei ferdén

vagy közel vízszintesen átlátszanak a relatíve vékony startus felhőzeten keresztül, ahogy ez tapasztalható is a valóságban.

- A magasság csökkenésével - még a felhőzet felett - a ferde átlátszóság egyre nő, a felhőzet alatti kivilágított objektumok (települések) **jobban láthatóak** (8. b. ábra).
- Ahogy a repülőgép eléri a felhőzet éles határral jellemezhető tetejét a látás minden irányban, **hirtelen elromlik** (9. a. ábra). A homogén szürke-fekete látvány miatt innentől kezdve a személyzetnek már **nem lehetett vizuális kontaktusa** semmilyen tereptárggyal. Tehát az esetleges térbeli tájékozódási zavar innentől kezdve végzetessé válhatott!
- A 9. b. ábrán bemutatjuk, hogy csak kb. 130 láb magasságon láthatták volna meg a pályaküszöb fényeit! A katasztrófa bekövetkeztéig csak műszer szerint repülhettek és - ahogy korábban említettük - nem zárható ki, hogy a műszerek működésével is probléma volt.



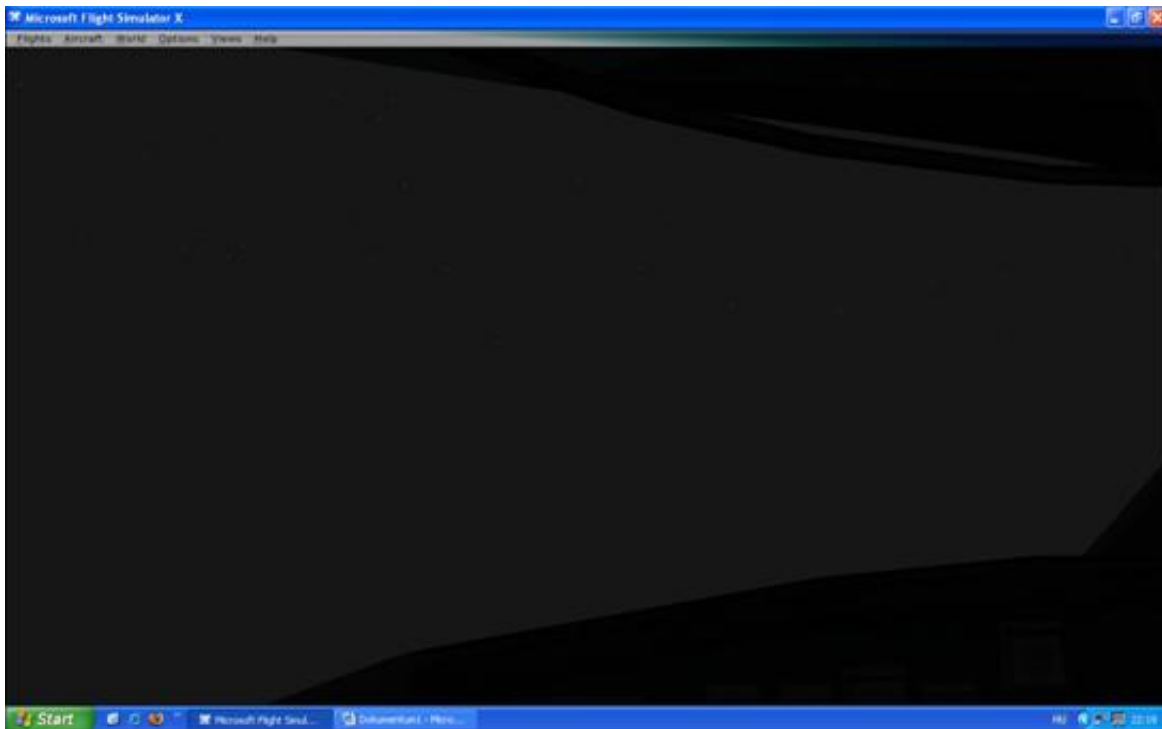
8. a. ábra Magasság 2300 láb



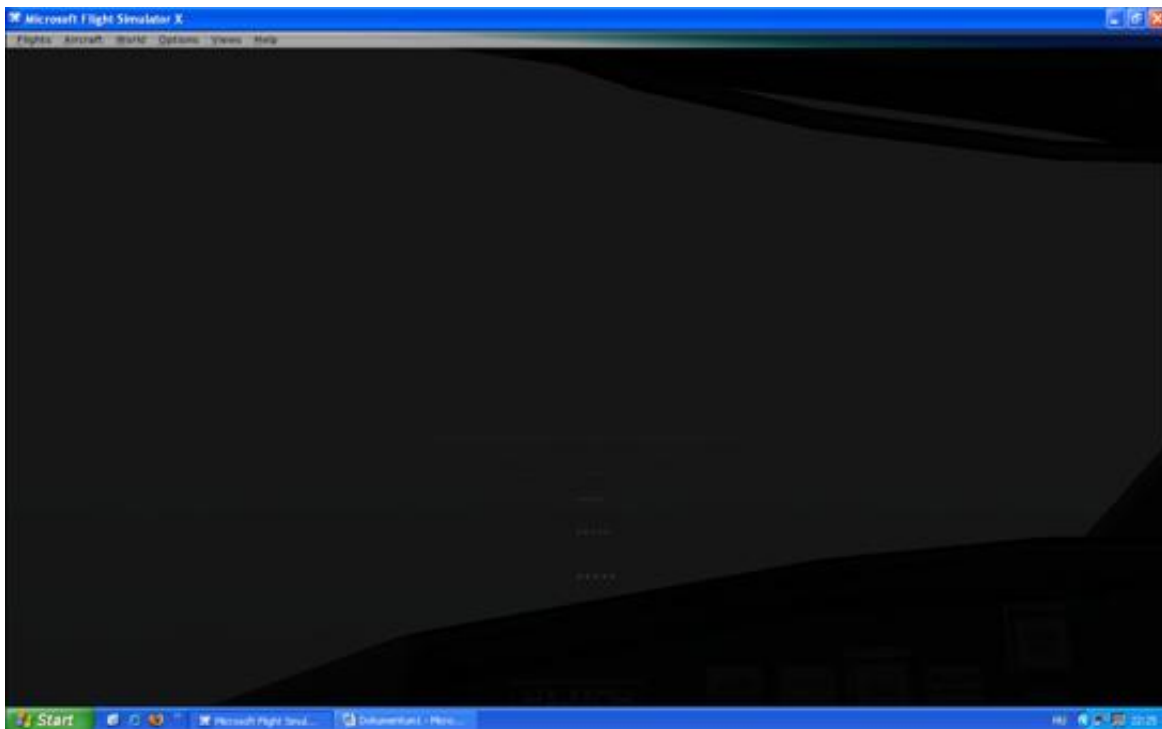
8. b ábra Magasság 2100 láb

#### 8. ábra

A repülés végső megközelítési fázisának vizualizációja a MS Flight Simulator X program segítségével, a felhőbe történő besüllyedés előtt



9. a. ábra Magasság 2000 láb



9. b. ábra Magasság 130 láb

9. ábra

A repülés végső megközelítési fázisának vizualizációja a MS Flight Simulator X program segítségével, a felhőbe történő besüllyedés után és a pályaküszöb észlelésekor.

## 7. Összefoglalás

Az MA 801/A járat katasztrófájának meteorológiai körülményeit megvizsgálva elmondhatjuk, hogy a nagytérségű (szinoptikus) meteorológiai helyzetből és mezo-léptékű hatásokból fakadóan, Ferihegyen a kora délutáni javulás után **az időjárás jelentős romlása következett be**. A személyzetet a romló meteorológiai körülményekről (még felszállás előtt illetve útközben) értesítették és megkapták a debreceni kiterő repülőtér adatait is. Korábban már említettük, hogy a ferihegyi vízszintes látástávolság a gép berlini indulásától kezdve folyamatosan romlott, az RVR pedig jelentős mértékben ingadozott (3. ábra). Ugyanakkor Debrecenben még 16.30 LT-kor is 6000 méter volt a meteorológiai látástávolság, amikor Ferihegyen már csak 300 méter jelentettek. Ezeknek az adatoknak a birtokában a személyzet mégis a ferihegyi leszállás megkísérlése mellett döntött.

A katasztrófa idején a repülőtér felett egy kb. **450-500 méter vastag stratus felhőzet** volt észlelhető, melyben adva voltak a feltételek a **jegesedéshez**. Ugyanakkor a felhőréteg a magasból ferdén

átlátható volt, de belesüllyedve a **látástávolság rendkívül gyorsan lecsökkent** minden irányban. A felszín közelében a vízszintes látástávolságot csak 30 méternek mérték a kialakult, gomolygó ködben és függőlegesen is csak 30 méterre lehetett látni.

Ilyen körülmények között ILS és radarbevezetés mellett a gép az utolsó mintegy 2-3 percben - első látásra - indokolatlan manővereket végrehajtva, mintegy 1300 méterrel a küszöb előtt a földnek ütközött. Feltételezésünk szerint a katasztrófában jelentős szerepet játszhattak az eljegesedett külső érzékelők hibás adatai (elsősorban hibás sebességi érték), a személyzet térbeli tájékozódásának elvesztése és a gép egyensúlyi helyzetének ezekből fakadó - az adott magasságon korrigálhatatlan - végzetes megbomlása. Ez utóbbi magyarázatot adhat a katasztrófa bekövetkezése előtti mintegy egy percben történt szokatlan manőverekre, melyek a pilóta kétségbeesett erőfeszítései lehettek a gép egyensúlyának visszaállítására.

A látástávolság adott körülmények közötti alakulásának modellezését elvégezve, a MS Flight Simulator X szoftverrel készült képek jól mutatják, hogy mennyire gyors volt a felhőbe süllyedés után a **látástávolság degradációja minden irányban**, ami a térbeli tájékozódás elvesztéséhez vezethetett.

#### **Köszönetnyilvánítás**

Szeretnénk kifejezni köszönetünket a Nemzeti Közlekedési Hatóság Légiközlekedési Igazgatóság Repülésbiztonsági Osztály munkatársainak - különös tekintettel Gárdus Tibor úrnak - a segítségért, mellyel támogatták munkánkat.

#### **Felhasznált irodalom**

- 1]** A MALÉV HA-MOH repülőgépének katasztrófájának jegyzőkönyve. Meteorológiai összefoglaló. 1975. Budapest.
- 2]** Időjárás napijelentés. 1975. január 14-15. Országos Meteorológiai Szolgálat. 1975. Budapest.
- 3]** ERA-40 reanalízis adatbázis. ECMWF. [http://data-portal.ecmwf.int/data/d/era40\\_daily/](http://data-portal.ecmwf.int/data/d/era40_daily/)
- 4]** BOTTYÁN Zs., HÁMORI I., SÁRKÖZI Sz.: A "mozgó sekély köd" jelenség első ismertetése, mint a repülést veszélyeztető elem - egy helikopter-katasztrófa elemzése. **Repüléstudományi közlemények**, 29, (2000), 239-248.
- 5]** COOPER W. A., SAND W. R., POLITOVICH M. K. and VEAL D. L.: Effects of Icing on Performance of a Research Airplane. **J. Aircraft**, 21, (1984), 708-715.
- 6]** SÁNDOR V. és WANTUCH F. : Repülésmeteorológia. **Tankönyv**. OMSZ, 2004.
- 7]** BRAGG M. B. : Effect of Geometry on Airfoil Icing Characteristics. **J.Aircraft**, 21, (1984), 505-511.

Vissza a tartalomhoz >>>