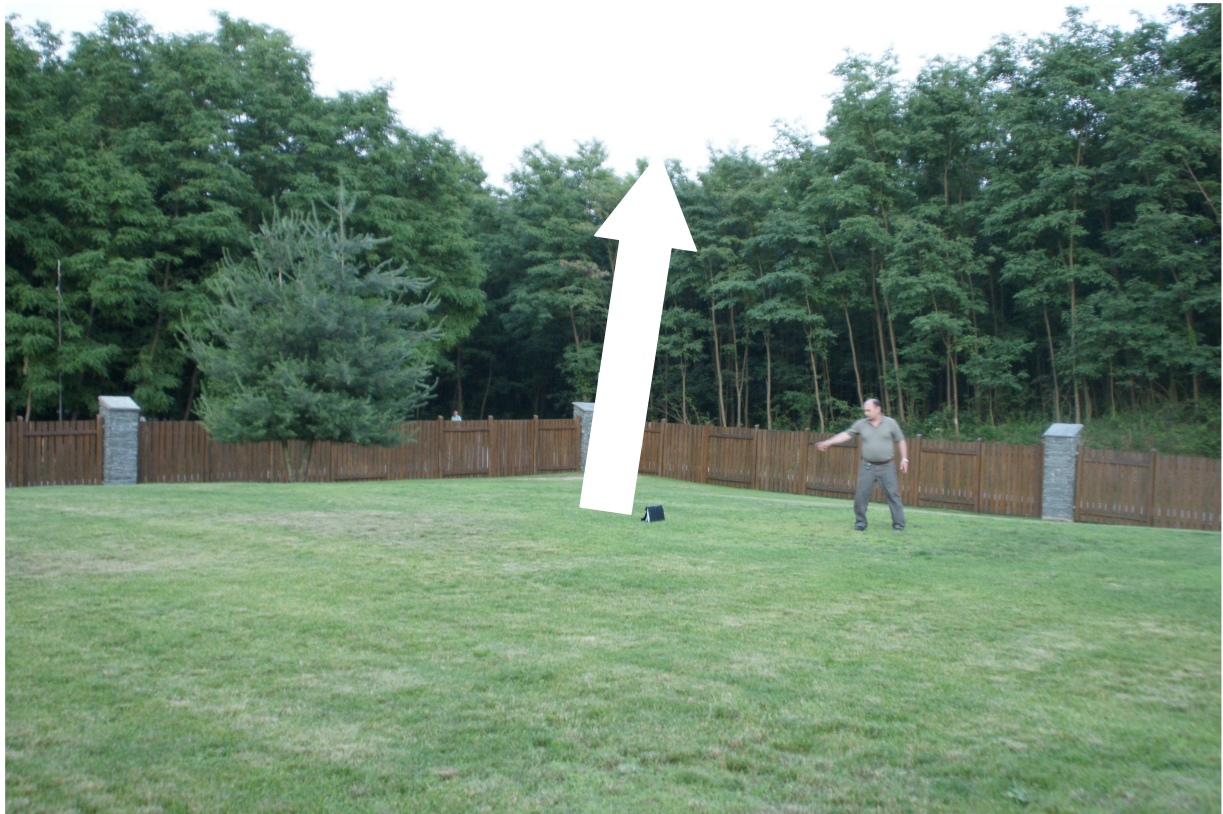


1. számú függelék: Felszállóhely**2. számú függelék: A helikopter roncs a földön**

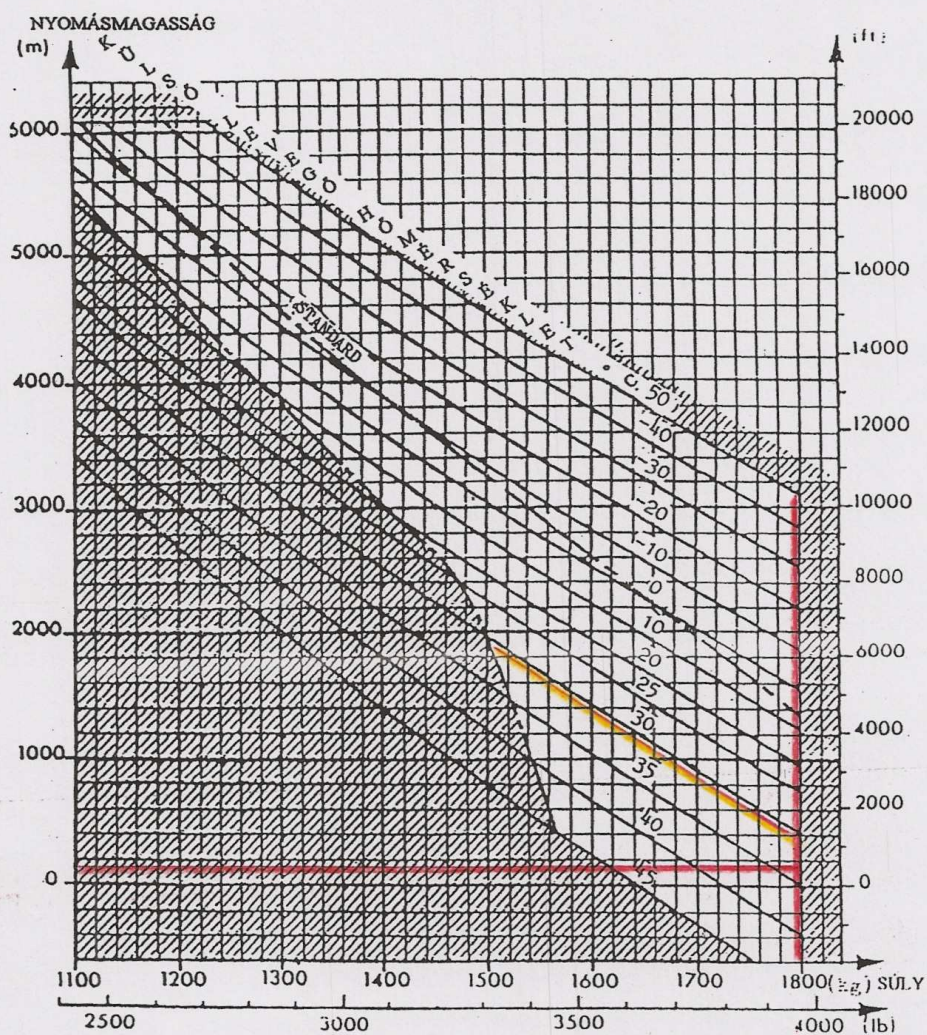
3. számú függelék: Zuhanás az erdő lombkoronáján át



5. számú függelék: Fedélzeti tüzelőanyag fogyasztás nyilvántartás



4/A. számú függelék: Grafikon: terhelhetőség a magasság és hőmérséklet függvényében, párnahatáson kívül.



A repülési burkológörbén kívüli területek

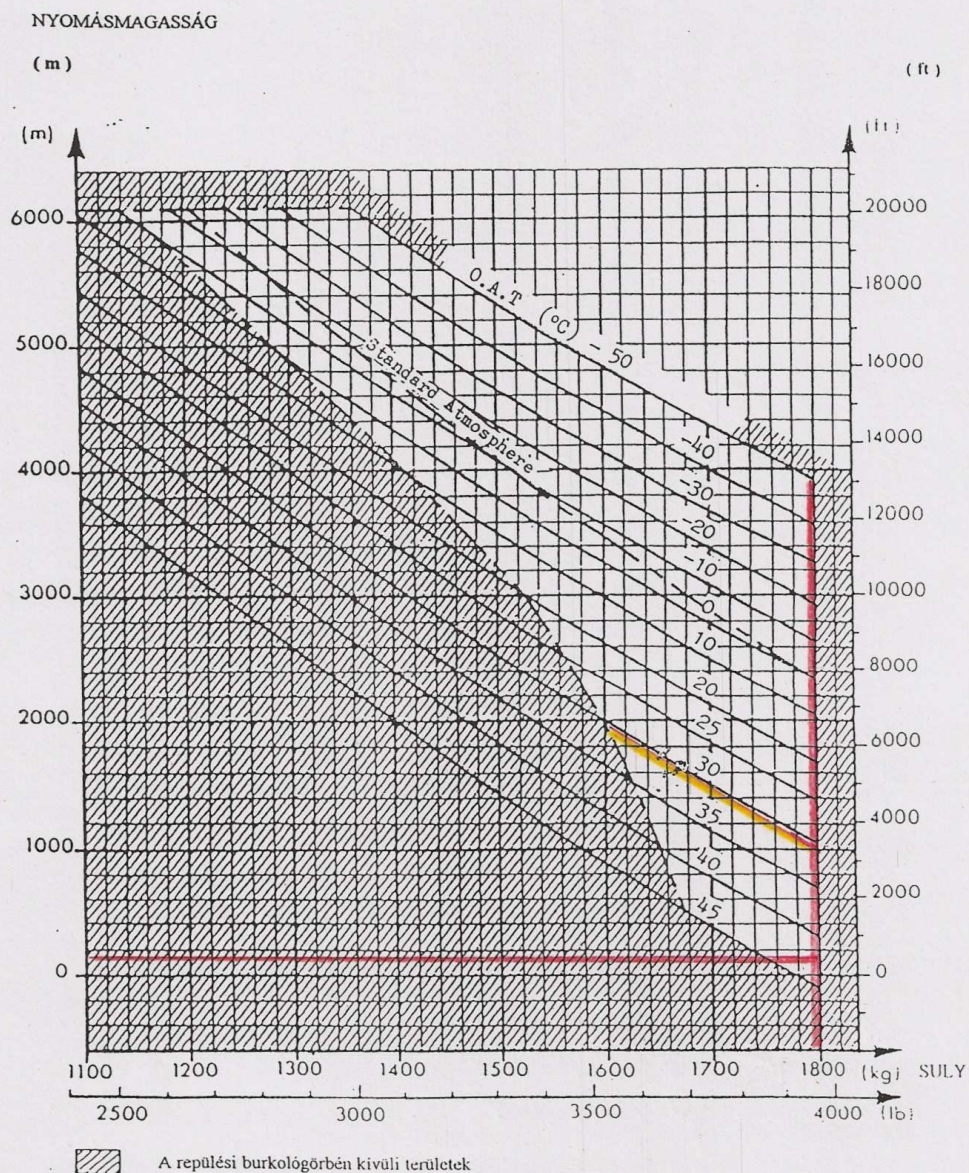
Csúcsmagasság függésben párnahatáson kívül

(Ajánlott felszállósúly)

4. ábra

4.5 oldal

4/B. Grafikon: terhelhetőség a magasság és hőmérséklet függvényében, párnahatásban.



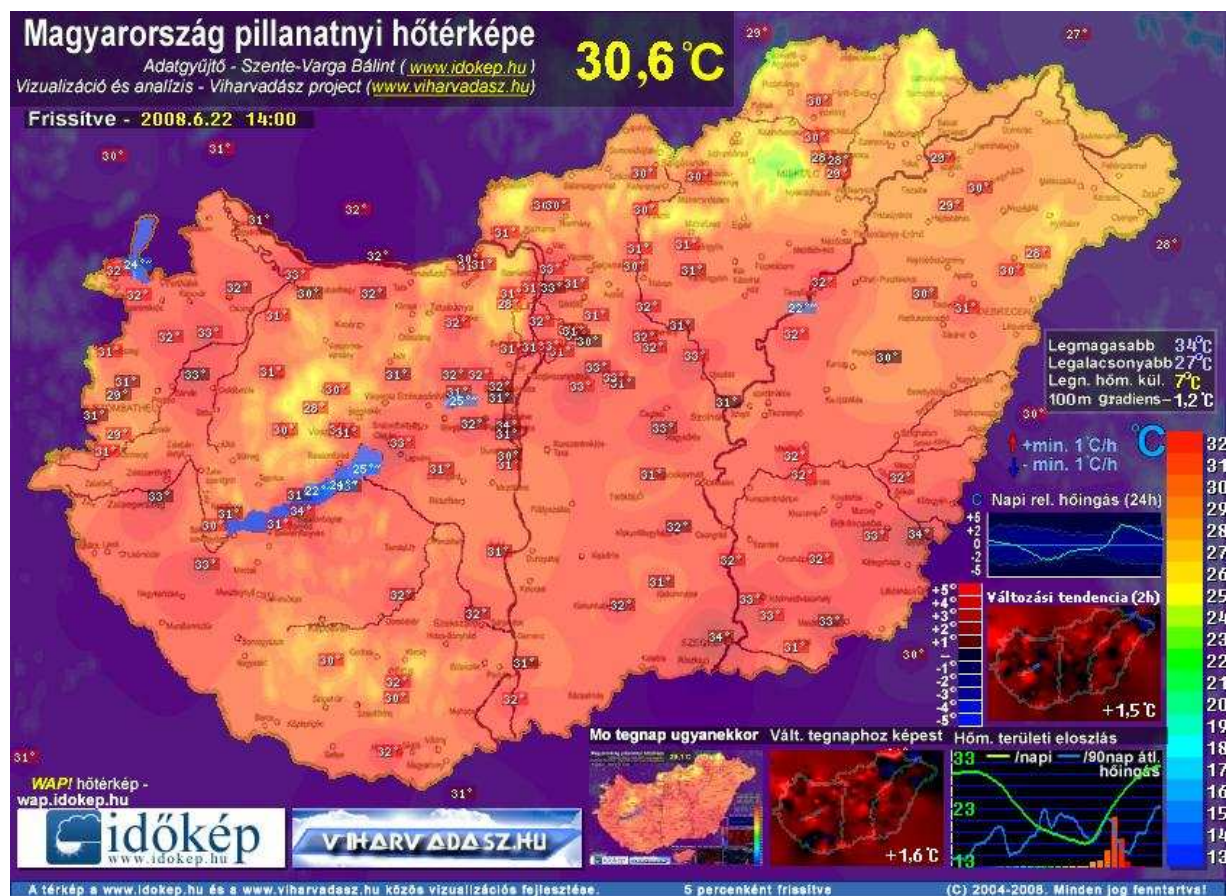
Megjegyzés: A fenti grafikonban a csúcsmagasságnak függésben, párnahatásban a reptér tengerszint feletti magassága és a környezeti hőmérséklet függvényében megfelelő súly felszállásnál üzemeltetési korlátozást képez

Csúcsmagasság függésben párnahatásban (3 ft.).

5. ábra

4.6 oldal

6. számú függelék: Hőterkép



7. számú függelék: METAR

Query made at 06/23/2008 12:00:31 UTC**Time interval: from 06/22/2008 14:00 to 06/22/2008 15:00 UTC**

LHBP, Budapest / Ferihegy (Hungary).
WMO index: 12639. Latitude 47-26N. Longitude 019-16E. Altitude 151 m.

METAR/SPECI from LHBP, Budapest / Ferihegy (Hungary).

SA 22/06/2008 15:00- METAR LHBP 221500Z 20008KT 170V230 CAVOK 31/17 Q1019
> NOSIG=
SA 22/06/2008 14:30- METAR LHBP 221430Z 19007KT 150V230 CAVOK 31/16 Q1019
> NOSIG=
SA 22/06/2008 14:00- METAR LHBP 221400Z 21007KT CAVOK 31/16 Q1020 NOSIG=
>

short TAF from LHBP, Budapest / Ferihegy (Hungary).

FC 22/06/2008 15:00-> TAF LHBP 221500Z 221601 19008KT CAVOK
BECMG 1720 15004KT=

Query made at 06/23/2008 12:38:37 UTC**Time interval: from 06/22/2008 14:00 to 06/22/2008 15:00 UTC****METAR/SPECI from LHSM, ().**

SA 22/06/2008 14:45-> METAR LHSM 221445Z 16009KT 9999 FEW040 SCT200 31/19 Q1019=
SA 22/06/2008 14:15-> METAR LHSM 221415Z 17010KT 9999 FEW040 31/18 Q1019=

8. számú függelék: Meteorológiai elemzés

IDŐJÁRÁSTANI SZAKVÉLEMÉNY

a KBSz 2008-173-4 sz.-ú ügye,

a 2008 június 22-én, 14:20 LT-kor (CEsT)

a somogy megyei Nagybjom külterületén (a Kis-erdőben) történt

Gazella típusú forgószárnyas balesetének

vizsgálatához

1. A térség aznap délutáni időjárásáról általában

Az aznapi időjárást – a Kárpát-medence északi szélének kivételével – nagyleptékben egy délkelet-európai száraz, nyugodt magasnyomású hátság (anticiklon) határozta meg; viszont a kérdéses délutánon a medence délnyugati része már ennek hátsó részébe került, ahol megjelent a képződmény szélén húzódó, itt továbbra is száraz, de élénkülő délies áramlás (az ezt felváltó, atlanti eredetű frontális hullámváz előzményeként).

A napok óta tartó nyári szárazságban az aznap csaknem zavartalan napsütés (1/8 Cu) olyan egyenletesen kifűtötte ki a térség felszínét, s a déli szél e lankás dombvidéken úgy át tudta keverni annak levegőjét, hogy a helyszíntől 30-40 km-re levő szolgálati mérőállomások (Sármellék, Kaposvár, Nagykanizsa) adatai alapján is csaknem a mérési pontosság erejéig határozható meg az alapelemek értékei, a baleset helyszínére és időpontjára is. Ez előbbieket az időpontot megelőző és követő óránkénti, óó:45-kor végzett mérések szerint 30,1-30,9°C, 43-52 % és 1018,9-1020,3 hPa között alakultak (ezek tengerszinti légnyomások); így a majdnem pontosan közöttes helyen és időpontban a hőmérséklet $30,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$, a páratartalom 44-45 % lehetett nyílt színen, a légnyomás pedig $1004,9 \pm 0,2$ hPa a helyszín 147 $\pm$ 1 m-s tengerszint feletti magasságán.

A szél mindhárom állomáson egyöntetűen – így ezzel ezt megerősítve – pontosan déli és mérsékelt volt: 170-190°-ról 6-8 kt-ós átlaggal; igaz, folyamatosan 14-16 kt-s befúvásokkal.

2. A helyszín aznapi kiséghajlati (mikroklimatológiai) viszonyairól

Ugyanakkor a légijármű vezetőjének állítása szerint 32°C-ot, a felszállót magába foglaló ingatlan magánőrei szerint pedig 34°C-ot is mértek. Ez előbbi oka az lehet, hogy a területet egy irtásban alakították ki, s az így feltárolt felszín, valamint az épített elemek hőfelvevő képessége a befoglaló erdőnél jóval nagyobb, így e felett a környezeténél jellemzően 1-2°C-kal melegebb légbuborék alakulhat ki: s ez itt, a keskeny vágatban tartósabban meg is rekedhet, hogy aztán olykor-olykor feláramlás (termik) formájában elszakadjon onnan. (A 34°C-os értékben azonban alighanem benne van a magáncélú mérőeszköz nem tökéletes árnyékolása és elhelyezése (ti. az őrház falán): azt a környező mesterséges, jó hőszigetelő felületek északi elhelyezése esetén is melegíthetik, ami könnyen ad hozzá további két fokot – de ennek már semmi köze a levegő hőmérsékletéhez.)

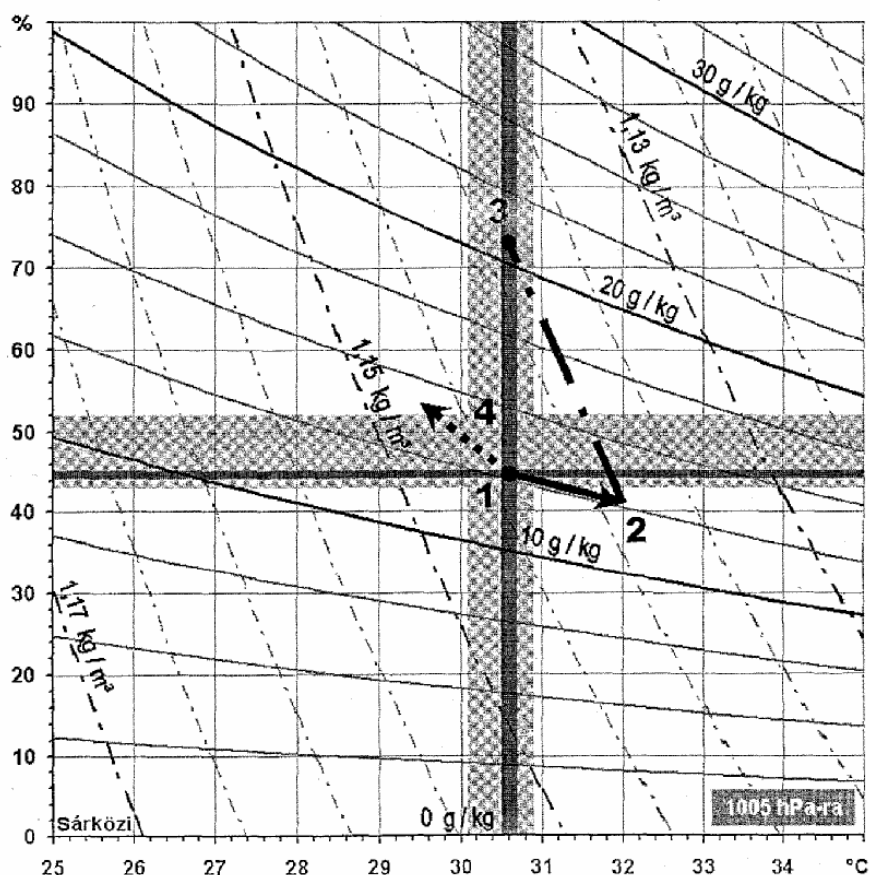
Egy ilyen légbuborék érdekes módon a forgószárnyasok repülésére is hat – ám ponthogy nem a feláramlás irányába (a termiket a nagyságrenddel erősebb légörvénye mintegy ledarálja), hanem a helyben melegebb, ezáltal hígabb levegője miatt annyit a teljesítményen, hogy pl. terepkövetés közben még a harci helikopterek is érezhető megsüllyedésről számolnak be, amivel a világosabb felszínelemekhez közeledve szoktak is számolni.

(Ez egyébként magyarázata lehet az 1998 július 23-án, a kecskeméti repülőnapon történt MiG-29-es katasztrófának: a gép – műrepülő forduló közben – pontosan egy zárt erdőrésszel, ill. a közepén fekvő tisztás felett ült meg, és oda is zuhant be.)

Felvetődik továbbá a kérdés, hogy az erdő nyirkos, és ezáltal a levegő sűrűségét szintén csökkenthető levegője játszhatott-e szerepet a balesetben? (Ti. a vízcsepceské jóval, majdnem 40%-kal könnyebbek az átlagos levegőrézecske-súlynál.) Ennek vizsgálatához készítettünk egy olyan ún. aerológiai (légállapot) diagrammot, amely a hőmérséklet és a páratartalom függvényében ábrázolja a levegő sűrűségét és víztartalmát, az értékek kérdéses tartományában, a helyszíntre számított légnyomáson. [Ld. köv. old.: sötétszürkével az értékek általunk behatárolt, világossal a szomszédos órákban és állomásokon mért tartomány.]

A legfontosabb észrevétel, hogy az ún. izoster-ek (az azonos sűrűségek görbéi) elég meredek; vagyis **a sűrűség megváltozására sokkal inkább hat a levegő hőmérséklete, mint a páratartalma**. (Ez ott válik érthetővé, hogy a levegő víztartalma még a legtelítettebb esetben sem haladja meg kg-onként, azaz kb. m^3 -enként az 50 g-ot(!), vagyis a súlyban alig jelenik meg.) Tehát pl. a levegő **olyan mértékű hígulása, amit egy, a már említett, kb. 32°C -os légbuborék kialakulása okoz** (ez ún. izogram, vagyis azonos víztartalmú folyamat [ld. diagram: 1-től 2-ig]), ez változatlan hőmérséklet mellett **a páratartalomnak majd 30 %-os növekedésével állna csak elő** (itt a %-ot mint mértékegységet értjük) [ld. diagram: 3], ám **akkora többlet a hazai erdőkben közel sem mutatkozik** (inkább 10 % alatti). (Arról nem is beszélve, hogy az állomány levegője a lombzat árnyékolásától ugyanakkor hűvösebb is, vagyis a páratartalom ilyen növekedése nagyrészt csak viszonylagos (a hőérzetünkben igaz ez játssza a főszerepet), de végeredményben még csak nem is csökken a sűrűsége [ld. diagram: 4]; s egyébként pedig ez a levegő az állomány tetején gyorsan szétkeveredik.)

Összegezve tehát a helyszín kiséghajlatára vonatkozó eredményeinket: a levegő sűrűségcsökkenése okán **a felszállóban kialakult melegebb légbuboréknak sokkal kedvezőtlenebbül kellett volna befolyásolnia a teljesítményt, mint az erdő fölötti nyirkosabb levegőnek** – ennek ellenére jelen esetben nem a felszállóban, a repülés függőlegesen emelkedő szakaszában adódott gond, hanem a vízszintes irányú gyorsításkor.



3. A repülést befolyásolható áramlási hatásokról

A légijármű vezetője a saját elmondása szerint a felszállóhelyen – ezek szerint tehát az **irtásban lent** – **gyenge, 2-4 kt-s északias lengedezést** érzékelt; majd az erdőből kiemelkedés után, már a gyorsítás közben – ami délkeleties irányba történt – egy erős hátszellőkésről, sőt, leáramlásról számol be; annak ellenére, hogy az alapáramlás minden kétséget kizáróan déli, tehát szembeszél volt, az időjárás pedig nyugodt, legfeljebb termikes. A térség (Nyugat-Somogy és Kelet-Zala) domborzati elemei, a Marcali-hát – aminek déli végén a helyszín is fekszik – és a szomszédos patakvölgyek (Boronka, Rinya) is pont mind észak-déli futásúak, vagyis nemigen változtathatták az áramlást (kiváltképp ilyen lankás terepen, mérsékeltébb szélnél).

A lent tapasztalt gyenge északias lengedezésnek ugyanakkor lehet alapja, ugyanis a felszállóhely egy észak-déli irányban hosszúkasan elnyúló irtás déli csücskében van, így amikor déli szél fúj fölötte, pont ott, az elején, a fák **szélárnyékában kialakulhat egy gyenge visszaforgó örvény**, hogy azok tövében ellentétes lesz a légmozgás iránya.

A hivatkozott hátszellőkés lehetséges okát keresve visszatérhetünk az irtásból olykor elszakadó termik-buborékokra is, lévén hogy ez az irtás (a nyilvános műholdas fényképek tanúsága szerint) kilométeres távolságban az egyetlen, ám egyben a lehető legjobb termik-kiváltó hely; így feltételezhető, hogy termik-buborék csak innen szakadhatott el – ez esetben viszont a befúvása (ami a felszálló levegőt pótolja oldalról) a felszállótól délre, azaz a röppálya területén csak délies irányú befúvást okozhatott, vagyis ezzel sem magyarázható egy északirányú szellőkés.

(Nem jöhet szóba ennek okán porföregteg (dust-devil) sem, mert bár az időjárási feltételek lehetővé tették volna ilyenek képződését, ám azok erdőben sosem alakulnak ki, s abba behatolni egyáltalán nem képesek; ha pedig egy esetleg az irtásban alakult volna ki, akkor az is a helyszíntől el, észak felé sodródott volna a széllal.)

Vegyük észre viszont, hogy **az alapáramlás lökései** az átlag kétszeresei, **azt 6-8 kt-val meghaladó, déli irányúak voltak** – ami egyébként erős termikus turbulenciára utal.

Ha a légijármű a fák közül már délies orriránnyal, és pont egy ilyen szellőkésnél bukkant elő – ami több mp-ig is eltarthat – akkor **az segíthette a gyorsítás kezdeti szakaszának fenntartását** (előtte pedig ugye függőlegesen, szélárnyékban emelkedett); **és a szél ezt követő megüledését relative farokirányú hatásnak élhette meg** (a repülés irányát a felszálló és a helyszín helyzetéből 125°-osnak számítva 3-5 kt-s erősségűnek), hiszen az erdő feletti szél irányával és erősségével – mint láttuk – nem volt tisztában.

Ha pedig az alapáramlás egyik ilyen befúvása egybeesett az irtásban fészengő termik-buborék elszakadását kiegyenlítő befúvással – amit maga a felszállás jó eséllyel kiválthatott – akkor ezek együttesen akár 10 kt feletti (de 16 kt-nál nem nagyobb) déli növekményt, megszűnésük pedig – a repülés irányát is figyelembe véve – **akár 10-kt körüli hátszélbefúvás hatásával egyezhetett meg**. (De a „nagyon erős lökés” és az „erős leáramlás” megnevezés azért vaskos túlzás, hiszen ilyesmi alatt repülés-időjárási értelemben viharos, azaz 35 kt-nál erősebb szelet és zivataros leáramlást lehetne érteni.)

B.A. Javaslat biztonsági ajánlásra

Tekintettel arra, hogy az üzemeltető a környéken több, a nevezetthez hasonló kialakítású – azaz zárt erdőbe vágott – felszállót tart fenn, s azokat vadgazdálkodási célokra is használja, vagyis az őszi átmenet szeles, valamint a téli átmeneti napszakok talajközelsben szélnyírásos helyzeteiben, így **javasolt lenne** la. az egyik helyen **a lombkorona szint fölé nyúló szélmérő elhelyezése is** (és ez egy többemeletes épület tetejéről már nem is jelentene túl nagy magasságkülönbséget). Ezt a hazai szabályozás tételesen nem írja elő (a nemzetközi ajánlások azért utalnak rá: a méréseknek jellemezniük kellene a fel- és leszállás teljes egészét), de pl. a 2005-ben Pécsen történt mentőhelikopter-baleset ügyében is biztonsági ajánlás tárgyát képezte.

Egy ilyen műszer és felszerelésének költsége ma már eltörpül egy veszélyes repülőüzem kiadásaihoz képest, s ugyanakkor már az üzemben is hasznosulhat: pl. a világhálóra kötve távolból (akár wap-on is) elérhető az üzem előkészítését segítő.

Budapest 2008 szeptember 3.

(Sárközi Szilárd)
légiforgalmi-időjárási szakértő

9. számú függelék: Grafikon a súlypont meghatározására

