

Arany László

# A Virgin Galactic SpaceShipTwo szuborbitális űrrepülőgépeinek katasztrófája

**K**egyetlen verseny zajlik a magán űrhajózás terén. Sok-sok milliárd dollár megszerzése a cél. A Virgin Galactic Vállalat SpaceShipTwo szuborbitális űrrepülőgépeinek 2014. október 31-én történt végzetes balesetét egyértelműen a másodpilóta hibája okozta. A kaliforniai Mojave-sivatagban végrehajtott kísérleti repülés során a másodpilóta túl korán aktiválta a kereskedelmi űrrepülőgép szárnyvégnyitó rendszerét. „Ám a tervezők sem végeztek kellően alapos munkát, amikor figyelmen kívül hagyták a pilóták egyikének részéről történő szabotázs választhatóságát” – fogalmazza meg jelentésükben a Nemzeti Közlekedésbiztonsági Bizottság szakértői.

A Nemzeti Közlekedésbiztonsági Bizottság (NTSB) nyomozását Christopher Hart vezette. Az általa vezetett csoport feladata annak kiderítése volt, vajon – az előzetes feltételezéseknek megfelelően – ténylegesen emberi hiba okozta-e a *Virgin Galactic* űrrepülőgépeinek katasztrófális pusztulását. Az űrrepülőgépet építő vállalat is felállította a maga nyomozóbizottságát, s igyekezett a lehető legszorosabban együttműködni a szövetségekkel. Emellett határozottan arra kérte a szövetségeket, segítsenek meghatározni számukra azt az irányt, amely megmutatja, hogy „miként lehet megvédeni a *SpaceShipTwo* (2-es számú űrhajó, a továbbiakban: SS2) űrrepülőgépet attól, hogy emberi szándék vagy hiba ilyen katasztrófális következményeket okozzon”. A bizottságot vezető Christopher Hart várakozásának adott hangot, szavait idézve: „Reméljük, munkánk eredményeként a jövőben sikerül megakadályoznunk az ehhez hasonló súlyos balesetek bekövetkeztét.”

A *Virgin Galactic* SS2 űrhajóját úgy tervezték, hogy két pilótát és hat utast szállít szuborbitális űrrepülésre. Az utazás ára fejenként 250.000 dollár. Útjára a *WhiteKnightTwo* repülőgép hasa alól startol, kb. 15 km-es magasságból. A hangsebességet 8 másodpercen belül éri el. A hajtóműve 70 másodpercig működik, ezután kikapcsolják. A tehetlenségi erő miatt az űrhajó tovább emelkedik, egészen 100 km fölé, ahonnan aztán siklórepüléssel tér vissza. Szárnyának kialakítása lehetővé teszi, hogy bármilyen szögben képes legyen belépni a sűrű légkörbe.

2014. október 31-én – a negyedik meghajtásos próbarepülése alkalmával – az első SS2 darabjaira hullott a kaliforniai Mojave-sivatag fölött, roncsai pedig mintegy 8 km átmérőjű területre szóródtak szét a Koehn-tó környékén.

Michael Alsbury veterán berepülőpilóta, aki már korábban is repült az SS2 űrhajóval, életét vesztette a baleset során. Peter Siebold pilóta súlyosan megsérült, amikor katapultülését aktiválta, ám végül ejtőernyővel földet ért és túlélte a történeteket.

Az NTSB nyomozói kiderítették, hogy a baleset akkor következett be, amikor Alsbury túl korán kapcsolta be az SS2 szárnyvég-forgató mechanizmusát, akkor, amikor a gép még csak 0.8 Mach sebességgel száguldott, s nem pedig 1,4 Mach sebességgel, miként azt a repülési terv előírta. A repülésről készült videón jól látható, hogy a szárnyvégek teljesen váratlanul, a repülési fázisnál használt állásból elkezdenek átfordulni a fékezési állásba.

Az SS2 szárnyának hátsó része, a farka, vagy más szóval a „tollazata”, páros felépítésű, állásszöge változtatható, „zárt” állapotban belesimul az űrhajó deltaszárnyának síkjába, „nyitott” állapotban arra nagyjából 60°-os szöget zár be. Az űrrepülőgép a tollazatát 25 km-es magasságban nyitja ki, így lép be a sűrű légkörbe – a „tollazat” ugyanis segít az űrhajó stabilizálásában –, és a hátsó szárny ezen állapota meg is marad a repülés végéig. A hajtómű működésének idején zárt állapotban van, így adva az űrrepülőgépnek további stabilitást. Amikor Alsbury túlságosan korán nyitotta a szárnyakat (véletlenül ilyesmi nem fordulhat elő), erős turbulencia keletkezett, olyannyira erős, ami már meghaladta az SS2 űrhajó biztonsági stabilizáló mechanizmusának képességét, és ennek következtében az űrhajó darabjaira hullott.

Az NTSB hatalmas mennyiségű adatot – többek között a telemetrikus adatokat, valamint számos kabinban készült és külső videófelvételt – vizsgált át a balesettel kapcsolatban, mielőtt meghozta döntését.

## A BALESET ELEMZÉSE

Az SS2 negyedik hajtóműves repülése – amely a PF04 jelzést viselte – a *Virgin Galactic* szuborbitális űrrepülőgépeinek legnagyobb vállalkozása volt. Az előzetes tervek szerint a hajtómű, az előző kísérleti repülésekhez képest kétszer annyi ideig, 38 sec-en át működött volna. Ily módon az űrrepülőgép kétszeres hangsebességig gyorsult volna, az elérni kívánt magasság pedig kb. 40 000 m volt.

**ÖSSZEFOGLALÁS:** A Virgin Galactic magán űrhajózási vállalat SpaceShipTwo szuborbitális űrrepülőgépe 2014. október 31-én végzetes balesetet szenvedett a kaliforniai Mojave-sivatagban végrehajtott kísérleti repülés során. A cikk a baleset üzemeltetési, műszaki és konstrukciós körülményeit vizsgálja, emellett ismerteti a 2-es számú SpaceShipTwo űrsikló építési munkálatainak állását is.

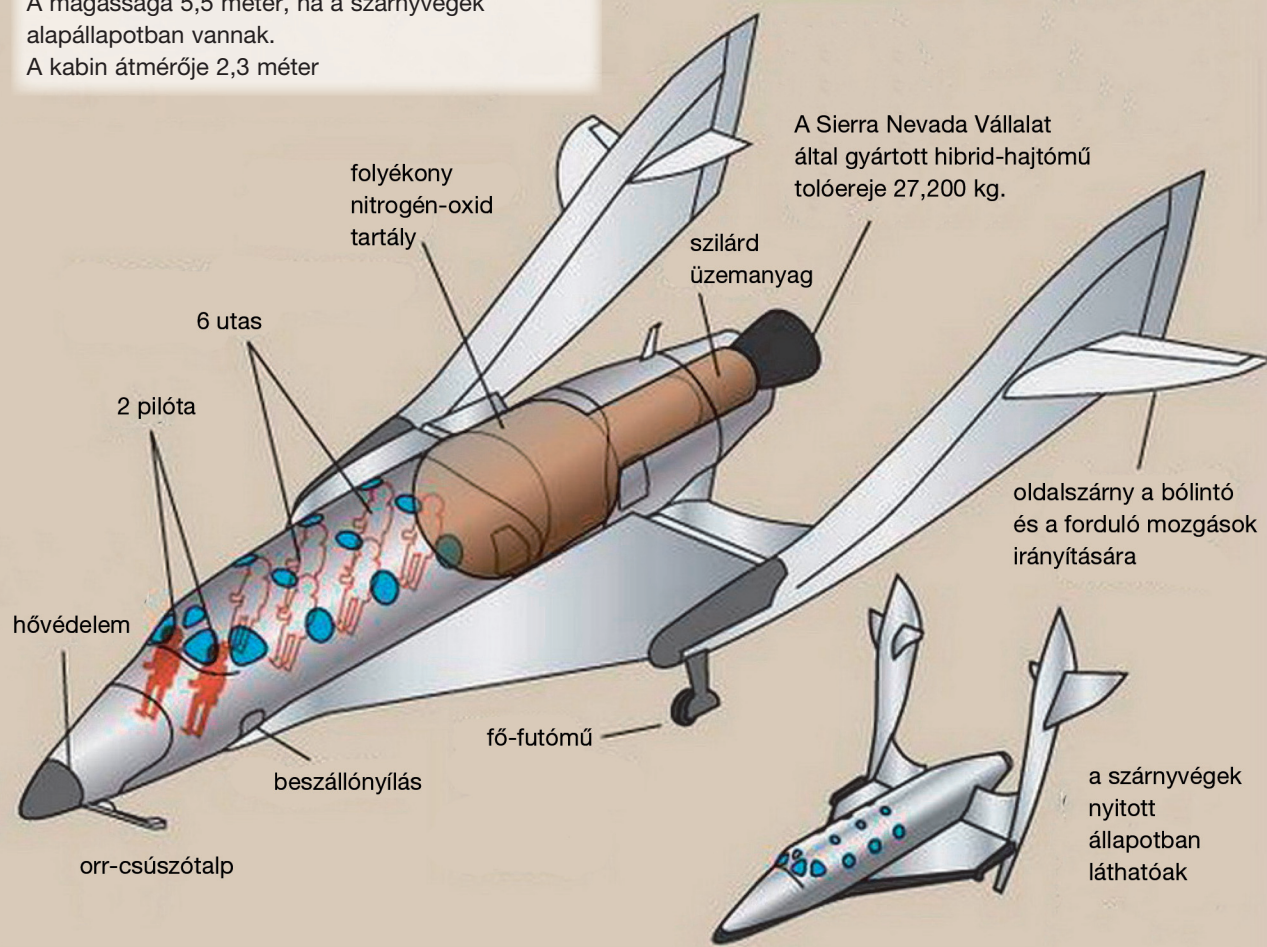
**KULCSSZAVAK:** magán űrhajózás, Virgin Galactic vállalat, SpaceShipTwo űrrepülőgép

**ABSTRACT:** On 31 October 2013, the suborbital spacecraft SpaceShipTwo owned by the private spaceflight company Virgin Galactic had a fatal accident over the Mojave desert in California. This article deals with the operational, technical and design conditions of the accident and, in addition, the status of building of the second spacecraft SpaceShipTwo.

**KEY WORDS:** private spaceflight, the company Virgin Galactic, spacecraft SpaceShipTwo

1. ábra. A Virgin Galactic VSS Enterprise szuborbitális űrrepülőgép adatai és szerkezeti rajza

A kétfős személyzet hat utast szállíthat.  
Az űrrepülőgép hossza 18,3 méter.  
A szárnyainak fesztávolsága 8,3 méter.  
A magassága 5,5 méter, ha a szárnyvégek  
alapállapotban vannak.  
A kabin átmérője 2,3 méter



A kísérlet egyben egy új szilárd hajtómű próbája is volt, a korábbi repüléseknél használt gumi-alapanyagú helyett egy nejlon alapanyagú hajtóművet próbáltak ki.

A repülés hónapokat késett. „A hajtómű problémája miatt a PF04 repülésének időpontját számos alkalommal elhalasztották.” Ez derült ki a Virgin Galactic által az NTSB részére eljuttatott tucatnyi dokumentumból, valamint a bizottság által végrehajtott meghallgatások során. A repülést már az előző, sikerrel végrehajtott 2014 januári próba után, a meglévő hajtómű leghosszabb üzemidejű próbájaként kezdték el tervezni. „A folyamatos problémák miatt azonban a munka többször félbeszakadt, és csak júniusban folytatódott” – tudatta a vállalat.

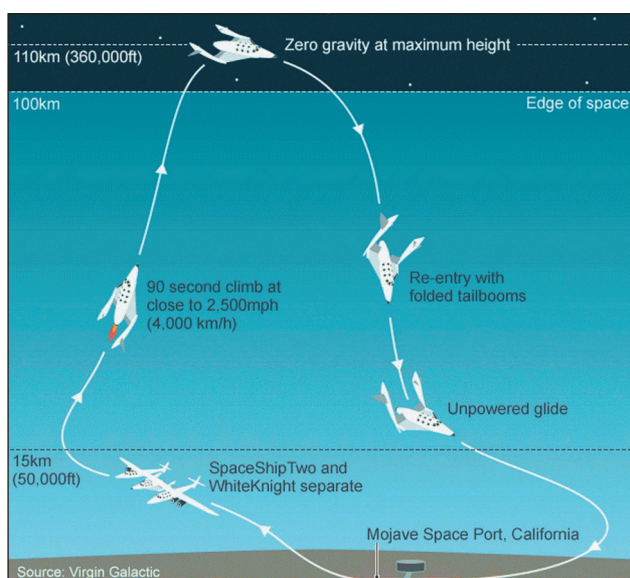
2014. május végén a Virgin Galactic bejelentette, hogy áttér a nejlon, azaz a poliamid alapú üzemanyag használatára, ami miatt az űrhajón további változtatásokat kellett végrehajtani. (Néhány változtatást, például az űrhajó szárnyába épített újabb tartályt, a nyilvánosságra hozott dokumentumokban kitakartak.) „A változtatások és a hajtómű további fejlesztései, valamint a minősítési üzemeltetések májustól egészen a 2014 októberében végrehajtott PF04 küldetésig zajlottak” – tudatják a dokumentumok.

A PF04 repülést eredetileg október 23-ra tervezték, azonban elhalasztották, mert az űrhajóra ható terhelésekre vonatkozóan további adatelemzésekre volt szükség. November 6-án az NTSB nyomozóinak kérdésére Matt Stine-metze, a Scaled Composit programigazgatója az SS2 és a WhiteKnightTwo gépeket illetően elmondta, úgy érezte, a Virgin Galactic nyomást gyakorol rá a repülés végrehajtása érdekében. Emiatt „némi ideges volt”, ahogy a terhelésre vonatkozó kérdések korábbi, nem teljes körű kivizsgálása miatt is. Késésben voltak ezzel a munkával, ezért úgy vélte, az űrrepülőgép még nincs teljesen kész. „100%-os támogatást kapott abban a tekintetben, hogy leállítsa a repülést, ha úgy érzi, nem áll minden készen” – összegezte a vele folytatott beszélgetés tapasztalatait az NTSB.

A PF04 kísérletet végül október 23-ról október 31-re halasztották, a Virgin Galactic és a Scaled Composit ezt az időt „városházi” találkozóra használta. A találkozón, a Scaled Composit tisztviselői elmondták, megtárgyalták a Virgin Galactic vezérigazgatójának a terhelésre vonatkozó problémákkal kapcsolatos kérdését, aki azzal fordult hozzájuk, hogy: „Mire van még szükség?”. A négyórás találkozót „eredményesnek” ítélték a Scaled Composit szak-





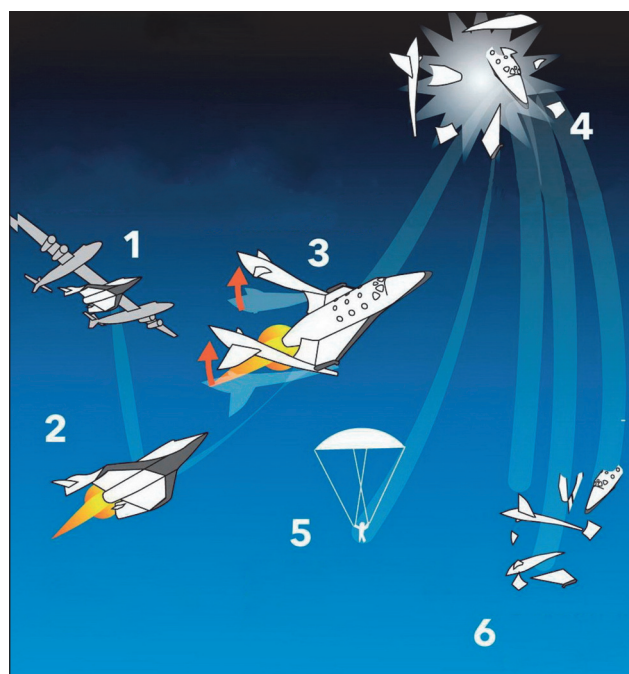
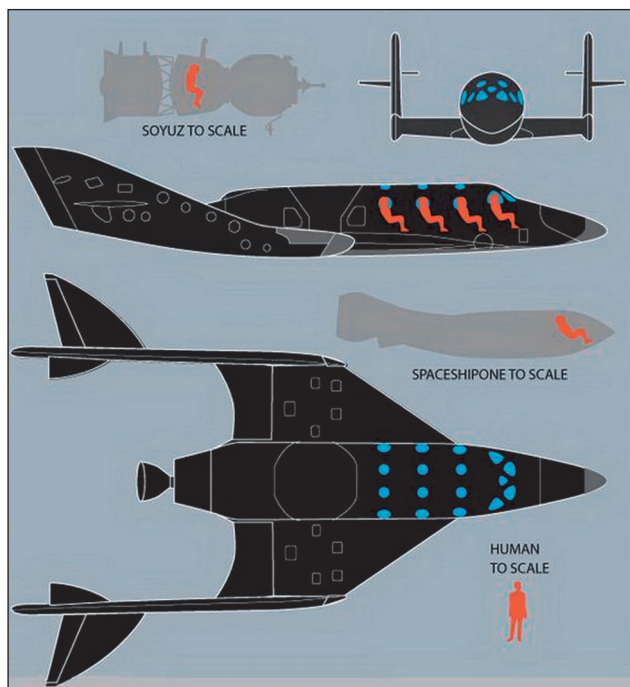


2. ábra. A SpaceShipTwo repülési profilja – amikor majd utasokat is szállít. A levegőbe a WhiteKnightTwo hordozógép hasa alatt indul. 15 km-es magasságban leválik, majd 90 másodpercig kapaszkodik fel, ahonnan siklórepülésben tér vissza, a sűrűbb légkörben nyitott szárnyvégekkel ér földet a kaliforniai Mojave Űrkikötőben

emberei, ám a PF04 kísérlettel kapcsolatban semmiféle további halasztás nem történt.

„Az egyik kérdés, ami felmerült – emlékszik vissza a *Scaled Composite* alelnöke, Cory Bird –, az SS2 szárnyforgató rendszerének aktiválását lehetővé tévő zárszerkezet volt. Erről a szerkezetről csak nagyon kevés szó esett” – idézte fel az eseményeket az NTSB nyomozójának, Mr. Whitesidesnek a kérdésére.

3. ábra. A SpaceShipTwo méretarányos rajza a Szovjuz űrhajóhoz és az Ansari Xprize-győztes SpaceShipOne űrrepülőgéphez képest



4. ábra. A balul végződött kísérleti repülés fázisai

1. A WhiteKnightTwo szállítógép hasa alá rögzítve látható a SpaceShipTwo űrrepülőgép.
2. A leválás rendben végbemegy, az űrrepülőgép bekapcsolja hibrid hajtóművét. 3. Kilenc másodperccel a hajtómű indítását követően a szárnyvégek váratlanul mozgásba lendülnek, és felveszik a fékezési állapot szögét.
4. Két másodperccel később az űrrepülőgép darabjaira kezd hullani.
5. Peter Siebold pilóta sikeresen katapultált és földet ér.
6. A másodpilóta életét veszti a balesetben

A zárszerkezet kritikus alkotója volt az SS2 szárnyforgató rendszerének, amelynek feladata a visszatérés során az űrhajó ikerszárny-végeinek 60°-kal való elfordítása, így módon növelve az űrhajó stabilitását és kormányozhatóságát. A zárok feladata a szárnyvégek rögzítése alapállapotban, különösen akkor, amikor nagyjából az 1 Mach tartományban, azaz a hangsebesség környékén, az aerodinamikai erők emelőhatást fejtenek ki rájuk. A *Scaled Composite* mérnökei felismerték, hogy a szárnyvégek viselkedése abban a fázisban egyenesen „katasztrofális” volt. Fontos volt tehát, hogy a szárnyvégeket rögzített állapotban tartsák a hajtómű működésének kezdeti időszakában, vagyis amikor az SS2 űrrepülőgép a hangsebesség közelében jár.

Az űrrepülőgép biztonságának növelése érdekében a szárnyvégeknek tehát zárt állapotban kell lenniük a hajtómű működése idején. Viszont ha a visszatérés során a szárnyvégek zárt állapotban maradnának – például azért, mert a nyitószerkezet nem működik –, az a helyzet az SS2 számára ugyancsak végzetes lenne. A pilótának kell tehát kioldania a zárszerkezetet a transzszonikus tartományon túl, hogy ha esetleg a zárszerkezet beragadna, a repülést félbe lehessen szakítani kellően alacsony sebességen ahhoz, hogy a biztonságos leszállás még kivitelezhető legyen a szárnyvégek kinyitása nélkül is.

A *Scaled Composite* mérnökei azon az állásponton voltak, hogy a zárszerkezetet már 1.2-szeres hangsebesség-nél ki lehet nyitni, ám hagytak némi mozgásteret a másodpilóta számára, hogy az 1.4–1.5 Mach tartományban is végrehajthassa ezt a műveletet. Ekkor azonban már figyelmeztető jelzés jelenik meg a műszerfalán a zárok továbbra is zárt állapotáról, a pilótáknak pedig ez esetben le kell kapcsolni a hajtóművet, és félbeszakítani a repülést. Így

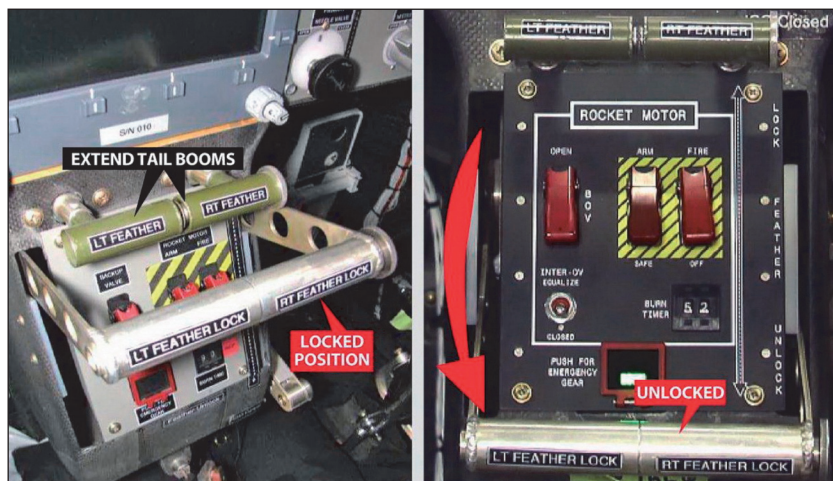




5. ábra. A Virgin Galactic kísérleti űrrepülőgépe, a VSS Enterprise, 13 másodperccel hajtóművének begyújtását követően, 2014. október 31-én megsemmisült. A fedélzeti kamera felvétele néhány pillanattal a katasztrófa bekövetkezése előtt készült



7. ábra. Az űrsikló darabjaira hullik. Leszakadnak a szárnyvégek, elszabadulnak a különböző kábelkötegek, láthatóvá válik a vázszerkezet



6. ábra. Bal oldalon: a szárnyvégek nyitószervezete zárt állapotban, a két fogantyút egy kar takarja, hogy a pilóta véletlen mozgása ne hozhassa működésbe azokat

kellett volna eljárni a PF04 kísérlet során, ha a szárnyak továbbra is zárt állapotban maradtak volna 1.8 Mach esetében is, amely esetben a maximális sebességet 2.0 Mach-ra tervezték. Ez volt az első eset, amikor a szárnyvégek a hajtómű működésének teljes ideje alatt zárt állásban maradtak volna, vagyis olyasmint szerettek volna végrehajtani, amit a korábbi kísérleti repülések során egyetlen alkalommal sem.

Miközben a szárnyvégek mozgatójának témája felmerült a városközi találkozó, nem tűnt úgy, hogy ez az ügy bármi módon szerepet kapna a repülés során. A terhelésekre vonatkozó elemzésekkel elkészültek, és úgy tűnt, immár semmi sem gátolja az október 31-i indulást. A kísérleti repülésben résztvevők, köztük a katasztrófa során életben maradt Pieter Siebold pilótát is, semmiféle rendelkezéssel nem tették említést sem az előkészületek, sem pedig a *WhiteKnightTwo* hordozó-repülőgépről, délelőtt 10.07 perckor (keleti parti idő) történő leválásig a – Mojave Repülő- és Űrkikötő légtérének északi részén. Bár nem volt minden problémamentes, a felszállást késleltetni kellett, ugyanis a hajtómű nitrogén-oxidja még nem érte el a megfelelő hőmérsékletet, a széllel kapcsolatban is aggodalmak merültek fel, az SS2 fedélzeti számítógépe pedig véletlenszerűen újraindította

önmagát, miközben az űrhajó a *WhiteKnightTwo* hasa alatt függött. Semmi olyan nem történt, ami egy kísérleti repülés esetén ne lett volna megszokott.

A repülést megelőzően Michael Alsbury másodpilótának különböző eljárások sorozatát kellett megtanulnia, amelyek végrehajtása a hajtómű működésének idején az ő feladata volt. Tekintettel az események gyors folyamatára, a *Scaled Composites* szakemberei arra a következtetésre jutottak, hogy a hagyományos, „ellenőrző listás” megoldás ez esetben nem elég hatékony, nem egy szokásos „kérdés-válasz rendszer” van tehát, ahol a pilóta szóban adja ki a parancsot és a másik fél megerősíti azt. Alsbury feladata volt, hogy a hajtómű működése idején hangosan bemondja azt az állapotot, amikor az űrhajó eléri a 0.8 Mach sebességet, azaz jelentse,

hogy közelednek a hanghatárhoz – vagyis a hangrobbanás bekövetkeztéhez, amikor is számos vibráció éri az űrrepülőgépet, miközben átlépi a hanghatárt. Jelentenie kellett a stabilizátorok szögállását; továbbá, 1.4 Mach sebességnél ki kellett oldania a zárszerkezetet.

10:07 perc 26,91 másodperckor elhangzott Alsbury jelentése: „0,8”, utalva arra, hogy néhány másodperccel az SS2 hajtóművének beindítását követően, az űrrepülőgép a hangsebesség átlépéséhez közelített. Az NTSB szakemberei által a baleset után elvégzett próbákból az derült ki, hogy az űrhajónak még 15 másodperc kellett volna ahhoz, hogy elérje az 1,4 Mach sebességet, amikor Alsburynek nyitnia kellett volna a szárnyvégeket.

8. ábra. A SpaceShipTwo maradványai







9. ábra. A 2-es számú SpaceShipTwo űrsikló szerelés alatt a hangárban

Ám kevesebb mint fél másodperccel azt követően, hogy Alsbury bement az űrhajó sebességét – az NTSB birtokában lévő dokumentumok, videó- és hangfelvételek egyértelműen bizonyítják –, Alsbury a bal kezével a zárkioldó szerkezet fogantyúja felé nyúlt. A fogantyút úgy tervezték meg, hogy véletlen mozdulat ne oldhassa ki a zárszerkezetet: a pilótának lefelé kellett elmozdítania egy kart, hogy „szabaddá tegye” a zárszerkezetet, majd lefelé húznia egy fogantyút. 10:07 perc 28,39 másodperckor Alsbury jelentette: „Kioldva”. Hat tized másodperccel később a videófelvételeken már jól látható, a kar nyitott pozícióban áll.

Nem egészen négy másodperccel később a felvételek véget érnek. Sem Alsbury, sem Siebold nem tesz egyetlen megjegyzést sem a szárnyvégek nyitásával kapcsolatban, semmi egyéb nem hangzik el, csupán egyetlen szó valamelyikük részéről, nagyjából egy másodperccel a felvétel vége előtt: „Imbolyog”.

Képek és videók rögzítették az SS2 sorsát, amint az űrhajó az aerodinamikai erők hatására darabokra hullik, miközben a szárnyvégek a nyitott állapot felé mozognak s az űrhajó egyre tovább gyorsul. Darabjai szerteszét szóródtak a sivatagban, egyes elemek 50 km-re is elsodródtak északkeletre, Ridgecrestben, egy főiskola közelében hulltak le, továbbá egy golfpályán, a Haditengerészet Légifegyverek Állomásánál, a China-tó környékén. Siebold – bár csonttöréseket és egyéb sérüléseket szenvedett – a csodával határos módon túlélte a balesetet, tisztán tudott katapultálni a széteső űrhajóból és leszállni ejtőernyővel.

## A KÖZELJÖVŐ

A Virgin Galactic műhelyéből 2016. február 19-én gurult ki a második SS2-es. Mindez nagyjából 15 hónappal azt követően történt, hogy az első szuborbitális űrrepülőgép darabjaira hullt az egyik kísérleti repülés során. Az új űrrepülőgép egyúttal nevet is kapott, Stephen Hawking volt a „keresztapa”, tőle származik a VSS Unity elnevezés.

Charles Branson, a Virgin Galactic milliárdos alapítója a Virgin Vállalat honlapján 2016 januárjában elmondta, továbbra is érvényben van a Hawking számára felajánlott ingyenyegyzet az űrrepülőgép egyik útjára – amennyiben a tudós egészségi állapota ezt lehetővé teszi. „Hawking professzor számos alkalommal beszélt arról, mennyire csodálja a Virgin Galacticnak a világűr demokratizálására irányuló

törekvését” – írja Branson. – „Korábban pedig megosztotta az irányú érzéseit, mennyire szeretné, ha az emberiség sokkal nagyobb része ismerhetné meg a világűr csodáit.”

Branson nyilvánosságra hozta elkötelezettségét a Virgin Galactic Vállalat célkitűzéseinek elérését illetően, amelyben a baleset kivizsgálását követően csak tovább erősödött. – „A Virgin Galacticnek nemcsak az a célja, hogy embereket juttasson az űrbe, hanem hogy összekapcsolja a világűrt az emberekkel. Hiszünk benne, hogy a világűr felfedezése jobbá teszi az életet a Földön – szélesebb perspektívát kínálva számunkra a legégetőbb kihívásaink megoldásában.”

A második SS2-es, a VSS Unity, abban az időben, amikor az Enterprise-t elvesztették, 65%-os készütségi állapotban volt. Hat hónappal a balesetet követően engedték rá futóművére. Az űrrepülőgépen végzett további munkálatok során újabb biztonsági berendezéseket építettek be annak érdekében, hogy a szárnyvégeket ne lehessen idő előtt kinyitni.

A február 19-i bemutatkozás egyben a Virgin Galacticnek az SS2-es űrrepülőgéppel folytatandó kísérleti repülések – a függesztett, a szabad és a hajtómű működése melletti repülés – nyitánya is volt. Valamennyi esetben a WhiteKnightTwo, az Éva nevet viselő szállító-repülőgép vetették igénybe.

Először a kifutópályán végrehajtott, vontatásos próbának tették ki az új űrrepülőgépet, majd 2016. szeptember 9-én a VSS Unity végrehajtotta első, ezúttal még függesztett repülését. Számos, hasonló kísérletet követően, az év december 3-án már szabadon szárnyalhatott. 2017-ben folytatódnak a szabad repülések kísérletek, s várhatóan az év végén már a hajtóművét is beindítják – amennyiben minden a terveknek megfelelően alakul.

A Virgin Galactic pilótacsoportja hét tagú. A társaságban szerepel: Rick Sturckow és Kelly Latimer – az első női berepülő pilóta – ő az űrhivataltól, az Armstrong Repülési Központból, Kaliforniából érkezett. A csoportot David Mackay, a Royal Air Force egykori berepülő pilótája, a Virgin Atlantic kapitánya vezeti.

## FORRÁSOK

<http://www.space.com/31523-virgin-galactic-second-SpaceShipTwo-rollout.html>  
<http://www.thespacereview.com/article/2800/1>

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)