Boeing 737 MAX / MCAS

A Boeing 737 MAX/MCAS története az utóbbi évtizedek egyik legsúlyosabb repülési válsága, amely rávilágított a vállalati kultúra és a biztonsági szabályozás végzetes hiányosságaira.

Az első katasztrófa

A Boeing 737 MAX első katasztrófája 2018. október 29-én történt, amikor az indonéz Lion Air 610-es járata a felszállás után 13 perccel a Jáva-tengerbe zuhant. A tragédiában a fedélzeten tartózkodó mind a **189 ember** életét vesztette.

A baleset utáni első hónapokban a felelősség kérdése megoszlott, és a Boeing próbálta hárítani a rendszerszintű hiba lehetőségét. A gyár kezdetben megpróbálta a gyanút a karbantartási hibákra és a pilóták felkészületlenségére visszavezetni. Többször jelezték, hogy az érintett gépnél már a korábbi repüléseken is jelentkeztek műszaki zavarok (téves sebesség- és magasságadatok), amelyeket a légitársaságnak orvosolnia kellett volna. A Boeing hivatalos közleményeiben kifejezte részvétét, de fenntartotta a gép biztonságos voltába vetett bizalmát.



Az Alaska Airlines Boeing 737 MAX 9 repülőgépe, N960AK lajstromjellel, a Seattle-Tacoma nemzetközi repülőtér felett.Fotó: Wikipedia / KirkXWB

A média kezdetben osztotta a gyártó véleményét, pilótahibát és az indonéz légitársaság vitatott biztonsági múltját firtatta. Azonban hamar megjelentek a gyanakvó hangok az új, automatizált rendszerekkel kapcsolatban, mivel a repülőgép szinte vadonatúj volt.

Csak körülbelül egy héttel a katasztrófa után derült ki a szélesebb szakma és a pilóták számára, hogy létezik egy **MCAS** nevű szoftver, amely a pilóták tudta nélkül avatkozhat be a gép irányításába.

Az MCAS egy szoftveres vezérlőrendszer, amelyet azért fejlesztettek ki, mert a **737 MAX** hajtóművei nagyobbak és előrébb helyezkednek el, mint a korábbi típusoké. Ez bizonyos manővereknél (éles emelkedés) hajlamosította a gép orrát a túlzott felemelkedésre, ami áteséshez (stall) vezethetett volna. Az MCAS feladata az lett volna, hogy ha a gép orra túl magasra emelkedik, az MCAS automatikusan lefelé korrigálja a vízszintes vezérsíkot (Az MCAS a vízszintes vezérsík belépőélét emeli meg, aminek következtében a gép orra lefelé kényszerült), hogy visszafogja a gép túlzott emelkedését.

Ez fordulópontot jelentett: a figyelem a Boeing tervezési hiányosságai és az **FAA** (amerikai légügyi hatóság) tanúsítási folyamata felé terelődött. A teljes igazságra – miszerint egy hibás szenzor miatt az MCAS szándékosan nyomta le a gép orrát, miközben a pilóták hiába küzdöttek ellene – csak a későbbi vizsgálatok és, sajnos, csak a második etiópiai katasztrófa után derült fény.

És hogy miért nem állították le a gépeket az első baleset után? Az első Lion Air-baleset után a Boeing és az FAA úgy ítélte meg, hogy a repülőgép biztonságos, ha a pilóták követik a meglévő vészhelyzeti eljárásokat. Később kiderült, hogy az FAA egy belső elemzése már az első baleset után kimutatta: ha nem javítják ki az MCAS-t, a gép élettartama alatt további 15 katasztrófa várható.

Ennek ellenére engedték tovább repülni a típust, amíg a szoftverfrissítés el nem készül. Az FAA (Szövetségi Légügyi Hatóság) és a Boeing közötti túlságosan megengedő viszony mögött több strukturális és gazdasági ok állt, amelyeket a katasztrófák utáni vizsgálatok tártak fel. Az FAA erőforrás- és szakemberhiány miatt már évek óta alkalmazta az **Organization Designation Authorization** (*ODA*) programot. Ez lehetővé tette, hogy a Boeing saját alkalmazottai végezzék el a biztonsági ellenőrzések jelentős részét a hatóság nevében. A gyakorlatban a Boeing *„saját maga osztályozta a háziját”*.



Egy állásszög-érzékelő szenzor látható a jobb szélen, egy 737 MAX orra közelében a seattle-i Boeing Fielden. Fotó: Mike Siegel

Ezen kívül a Boeing eltitkolta az MCAS valódi erejét és működésének részleteit az FAA elől a tanúsítási folyamat során. A rendszer eredetileg egy jóval *„szelídebb”* változatként szerepelt a dokumentációban, de a fejlesztés későbbi szakaszában a Boeing jelentősen agresszívabbá tette a szoftvert anélkül, hogy erről megfelelően tájékoztatta volna a hatóságot.

A Boeing vállalati kultúrája a mérnöki precizitás felől a pénzügyi eredmények irányába tolódott el. A cél az volt, hogy a 737 MAX vezetése ne igényeljen drága szimulátoros átképzést a pilóták számára, ezért az MCAS-t úgy tervezték, hogy az észrevétlenül *„szimulálja”* a régi típusok viselkedését. Az FAA mérnökei nem értették teljes mértékben a rendszert, és sokszor kritika nélkül fogadták el a Boeing által benyújtott elemzéseket és kockázatbecsléseket.

A második baleset: Ethiopian Airlines 302 (2019. március 10.)

Alig öt hónappal az első tragédia után az etióp légitársaság vadonatúj gépe zuhant le. A gép Addis Abebából indult Nairobiba. Hat perccel a felszállás után, 157 emberrel a fedélzetén zuhant le. Ellentétben az első esettel, az etióp pilóták már tudtak az MCAS létezéséről, és pontosan követték a Boeing által előírt vészhelyzeti utasításokat (lekapcsolták az elektromos trimm-egységet).

Ennek ellenére nem tudták visszanyerni az irányítást a gép felett, mert a szoftver annyira lefelé nyomta a gép orrát, hogy a kormánymű-trimkerék (trim wheel) fizikailag mozdíthatatlanná vált. A feketedobozok adatai kísérteties hasonlóságot mutattak: egy hibás állásszög-szenzor miatt az MCAS itt is folyamatosan lefelé kényszerítette a gépet, amíg az függőlegesen a földbe nem csapódott.

A második baleset utáni napokban Kína, majd Európa is kitiltotta a gépet a légteréből, és végül az Egyesült Államok is kénytelen volt elrendelni a globális repülési tilalmat. A gépen itt is mindenki meghalt, **így az MCAS halálos áldozatainak száma 346-ra emelkedett.**

Vizsgálat

A 737 MAX katasztrófáit tervezési hibák, vállalati mulasztások és hiányos hatósági felügyelet együttesen okozták, derült ki az amerikai képviselőház vizsgálatából. A jelentés szerint az MCAS rendszer egyetlen hibás szenzorra támaszkodott, miközben a Boeing eltitkolta a szoftver kockázatait és nem biztosított megfelelő pilótaképzést.

A vizsgálat kimutatta, hogy a Boeing vezetése 2011 után (az **Airbus A320neo** megjelenésekor) pániküzemmódba kapcsolt. A mérnököket folyamatosan sürgették a költségek csökkentésére. A vizsgálat során előkerült belső üzenetekben a Boeing alkalmazottai ilyeneket írtak: *„Ezt a gépet majmok tervezték, akiket bohócok felügyelnek.”*

Azok a mérnökök, akik korán jelezték, hogy az MCAS *„túl erős”*, vagy hogy több szenzor kellene a működésének a biztonságossá tételéhez, *„kerékkötőnek”* lettek bélyegezve, és félreállították őket.

Az MCAS-tudatos elhallgatása (A "Sim-Gate")

Ez volt a vizsgálat legsúlyosabb morális megállapítása. A Boeing legfőbb célja az volt, hogy a légitársaságoknak ne kelljen szimulátoros átképzést fizetniük a pilótáknak (ami gépenként több millió dollár lett volna). Ezért a Boeing meggyőzte az FAA-t, hogy az MCAS csak egy apró háttérfolyamat, ami nem érinti a repülésbiztonságot. A pilóták kézikönyvéből **szándékosan törölték az MCAS**

említését. A vizsgálat feltárta a Boeing vezető berepülőpilótájának üzenetét, amiben azzal dicsekszik, hogyan *„verte át”* a szabályozó hatóságokat, hogy ne írják elő a szimulátort.



Az indonéz Nemzeti Közlekedésbiztonsági Bizottság (KNKT) végleges Lion Air JT610 737 MAX baleseti vizsgálati jelentése 189 megállapítást sorol fel, melyek elmagyarázzák, hogy milyen tényezők okozták a repülőgép lezuhanását és a fedélzeten tartózkodó mind a 189 fős személyzet és utas életét a 2018. október 29-i, Jakartából a Bangka szigetén található Pangkal Pinangba tartó járat során. Fotó: KNKT

A Boeing azt feltételezte, hogy ha az MCAS tévesen elindul, a pilóták 3 másodpercen belül felismerik a hibát és lekapcsolják. A valóságban a pilótafülkében ilyenkor tucatnyi vészjelzés szól egyszerre (shaker, audio riasztások), ami teljes kognitív túlterhelést okoz. Mérnöki alapelv a repülésben a *„redundancia”* (mindenből legalább kettő kell). A vizsgálat érthetetlennek találta, hogy egy kritikus rendszert miért kötöttek rá egyetlen sérülékeny szenzorra.

A vizsgálat zárójelentése kimondta: **a katasztrófák nem „balesetek” voltak, hanem megelőzhető tragédiák, amelyeket a technikai hibák, a vállalati kapzsiság és a hatósági felügyelet teljes csődje okozott**.

Az események tágabb értelmezését, főleg a Boeing szemléletmódjának megváltozását, mint baleseti okot – a mérnöki központúságtól a pénzügyi mutatók elsődlegességéig – legmélyebben **Jerry Useem** újságíró tárta fel és kötötte össze az 1997-es **McDonnell Douglas egyesülés**sel.

Useem szerint bár formailag a Boeing vette meg a McDonnell Douglas-t, a gyakorlatban utóbbi vezetői és profitközpontú szemlélete vette át az irányítást a Boeing felett. A vizsgálat rámutatott, hogy a McDonnell korábbi vezérigazgatója, **Harry Stonecipher**, nyíltan hirdette a váltást. Híres mondása szerint: *„Azzal a szándékkal változtattam meg a Boeing kultúráját, hogy ne egy nagyszerű mérnöki irodaként, hanem üzleti vállalkozásként működjön”*.

Useem hangsúlyozta a főhadiszállás Chicagóba költöztetésének jelentőségét is, amivel a gyár fizikailag és szellemileg is leválasztotta a felsővezetést a seattle-i mérnököktől és a gyártósoroktól. A mérnöki precizitás helyét átvette a költségcsökkentés és a részvényvisszavásárlások politikája, ami közvetlenül vezetett a 737 MAX fejlesztése során elkövetett végzetes döntésekhez és az MCAS szoftver eltitkolásához.

A Boeing megtérése

A hosszú évekig tartó leépítések és a rossz hírnév miatt a tapasztalt mérnökök egy jelentős része elvándorolt a konkurenciához (Airbus) vagy az űriparba (SpaceX, Blue Origin).



Földre vezényelt Boeing 737 MAX repülőgépek Seattle-ben, 2019. július 1-jén. Fotó: REUTERS/Lindsey Wasson

A Boeingnél mindenesetre jelenleg egyfajta *„kényszerű megtérés”* zajlik, de a mérnöki kultúra visszaállítása sokkal nehezebbnek bizonyul, mint a leépítése volt. A 2024-es botrányok után a cég több radikális lépésre szánta el magát.

A vezérigazgatói posztot **Kelly Ortberg** vette át. Ez szimbolikus és praktikus váltás is; ellentétben elődjeivel (akik jogászok vagy pénzügyi szakemberek voltak), Ortberg gépészmérnök. Első intézkedései között szerepelt, hogy a főhadiszállást (átvitt értelemben és fizikailag is) közelebb hozza a gyártáshoz. Bejelentette, hogy ő maga is Seattle-ben, a gyárak közelében fog dolgozni, nem egy távoli irodaházban.

A Boeing bejelentette, hogy visszavásárolja a **Spirit AeroSystems**-t, azt a beszállítót, amelyet még a költségcsökkentési láz idején (2005-ben) szerveztek ki. Ezzel vissza akarják szerezni a közvetlen ellenőrzést a repülőgépvázak gyártása felett. Belátták, hogy a minőséget nem lehet *„kiszervezni”* a profit reményében.

Bevezették a *„Speak Up”* programot, amely elméletileg garantálja, hogy a dolgozók retorzió nélkül jelenthessék a gyártási hibákat. Ez közvetlen válasz a korábbi mérnöki panaszokra, amiket a vezetés egyszerűen elnyomott.

Közben az Airbus

Az Airbus és a Boeing közötti különbség ma már nemcsak technikai, hanem filozófiai szakadékká mélyült. Az Airbus tudatosan használta ki a Boeing botlásait, de a sikerük titka egy évtizedekkel ezelőtti döntésben rejlik. Míg a Boeing (a MAX-ig) hitt abban, hogy a pilótának fizikai kapcsolatban kell

lennie a kormánnyal, az Airbus már a 80-as években bevezette az elektronikus kormányvezérlést (*Fly-by-Wire*).

Az Airbus szoftverei (*„Flight Envelope Protection”*) eleve megakadályozzák, hogy a pilóta olyan manővert hajtson végre, ami áteséshez vezetne. Ez beépített része a rendszernek, nem egy utólag *„ráhegesztett”* kiegészítő, mint az MCAS lett volna.

Az Airbus gépek (A320-tól az A380-ig) pilótafülkéje szinte ugyanolyan. Egy pilóta minimális képzéssel átülhet egyik típusból a másikba, így a légitársaságoknak nem kell trükközniük a szimulátoros órákkal.

Amikor a MAX-okat a földre parancsolták, az Airbus azonnal elkezdte felfuttatni az **A321 neo** gyártását. Ez a gép lett a Boeing *„rémálma”*, mert messzebbre repül és több utast visz, mint a 737-esek. Mára az Airbus rendelésállománya messze meghaladja a Boeingét. Sok olyan légitársaság, amely évtizedekig *„csak Boeing”*-flottát üzemeltetett, most kényszerből vagy bizalomvesztés miatt átpártolt az Airbushoz.

Az Airbus egy európai konzorcium (francia, német, spanyol, brit tagokkal). Bár ez sokszor lassítja a döntéshozatalt a politika miatt, paradox módon meg is védi a céget a rövid távú pénzügyi manipulációktól. Ráadásul az Airbusnál nem tudott volna megtörténni egy olyan *„kulturális puccs”*, mint a McDonnell Douglas egyesülés a Boeingnél, mert a kormányzati felügyelet és a mérnöki tanácsok súlya jelentősen nagyobb a részvényesi nyomásnál.

Great bugs

Egy számomra *„kedves”* és közelálló témát szeretnék egy blogsorozat formájában körbejárni, ami ezzel a bon mot-tal foglalható össze:

A program utasításaid és nem szándékaid szerint működik.

„Programs do what you tell them to do, not what you want them to do.”

Mivel a munkám egy jelentős része az ipari (PLC) szoftverfejlesztésről szól, ezért jól ismerem belülről a témát, én (illetve ugye a programom) is produkált már meglehetősen hajmeresztő hibákat; mondjuk a fél hamburgi kikötő áramtalanítása egy mozdulattal (meg egy benézett földeléskábellel).

A sorozat várható és már megírt bejegyzései:

- Therac-25: A hibaüzenet, amit senki nem értett
- Patriot rakéta: Hogyan ölt meg 28 embert egy tizedesvessző?
- Ariane-5: A 370 millió dolláros „copy-paste”.
- Boeing 737 MAX / MCAS: Amikor a pénzügyesek helyettesítik a mérnököket
- A B-2 Spirit és a pára: Miért nem bírja az esőt a világ legdrágább gépe?
- Mars Climate Orbiter: Akkor most mérföld vagy kilométer?
- Deepwater Horizon 2010: Amikor a „téves riasztások” igazzá válnak
- Intelsat-708: Tech-transzfer és katasztrófa
- A Davis-Besse atomerőmű esete a vírussal
- A Trans-Szibéria gázvezeték 1983-as robbanása - Az első igazán káros trójai kód
- A Stuxnet sztori - Mindössze egy berendezésre írt vírus

2026/05/05 20:02

Ez egy elfeledett sarka a netnek, örülök, hogy sikerült elvetődnöd ide!

Továbbra is keresek megjelenési lehetőséget az írásaim számára. Ha esetleg van ötleted, oszd meg velem! Elérhetőségeim az Impresszumban találhatók.

A passport.blog jelenlegi egyetlen megjelenési lehetősége a Facebook. Ha értesülni szeretnél az új bejegyzésekről, kövesd a Bolyongó Facebook oldalt.

Ha szeretnéd a bejegyzést kinyomtatni, vagy önálló formában menteni, ennek a legegyszerűbb módja a PDF formába konvertálás. Ezt a jobb oldali, fentről negyedik (Adobe) ikonnal teheted meg.

Eddigi bejegyzések a bolyongó.hu-n

Az összes bejegyzés ABC-be rendezett indexe itt található. A blog helyekhez köthető bejegyzései a google.maps térképen is megtalálhatók: A világ valódi csodái. A mostanában a blogon megjelent írások a főoldalon jelennek meg.

2026/05/28 18:05

Források

manufacturing-today.com: Financialization Killed Boeing: A Cautionary Tale
npr.org: 'The Indicator From Planet Money': Boeing's biggest blunder? Financial engineering
Fortune: The forces behind Boeing’s long descent
Simple Flying: Did The Boeing-McDonnell Douglas Merger Cause The 737 MAX Crisis?
Harvard Business School: Why Boeing’s Problems with the 737 MAX Began More Than 25 Years Ago
managerism: Boeing – Bad Managers And GE-Style Culture (pdf)
BBC: Boeing's 'culture of concealment' to blame for 737 crashes
safetywise.com: The Boeing Case and Its Implications for Workplace Safety in Other Organisations
cpajournal.com: The Story of Boeing’s Failed Corporate Culture
aviationtoday.com: Lion Air 737 MAX Final Accident Report Cites AOA Sensor, MCAS Among Multitude of Contributing Factors
Seattle Times: The inside story of MCAS: How Boeing’s 737 MAX system gained power and lost safeguards

Ajánló

Hasonló jellegű bejegyzéseket a **Érdekes történet** tag alatt talál:

- 60 éves a Trabant
- A 18-as járat
- A 61. vágány
- A Berlinben lezuhant szovjet vadászrepülőgép története
- A CIA lopott műholdja
- A dannenwalde-i baleset
- A Davis-Besse atomerőmű esete a vírussal

- A drogbáró alagútjai
- A drogfutárság veszélyei
- A Dunning-Kruger-hatás
- A Jennifer projekt
- A Kaktusz-kupola
- A Kaszpi-tengeri Szörny
- A Mars Climate Orbiter (MCO) program banális katasztrófája
- A millió dollár pont
- A moszkvai Metro–2 legendája
- A Poligon
- A rénszarvas és a tengeralattjáró
- A Silk Road hagyatéka
- A Stuxnet sztori
- A Te könyved milyen vastag?
- A Trans-Szibéria gázvezeték 1983-as robbanása
- A valódi Mad Max
- A Világ valódi csodái
- A világvégi mozi
- A Volga Atom és az atomautók elfeledett őrülete
- A Wall Street Market bukása
- Alkohol az űrben
- Amikor egy naperőmű teszi oázissá a sivatagot
- An0m sztori
- Atlantropa
- Atomvillanás fentről
- Az ekranoplán; ismét a hullámok felett
- Az elhagyott szovjet nukleáris világítótornyok
- Az oroszok hibrid hadviselése a európai GNSS rendszer ellen
- Basilique Notre-Dame de la Paix, a világ legnagyobb katolikus temploma
- Basilique Notre-Dame de la Paix, die größte katholische Kirche der Welt
- Basilique Notre-Dame de la Paix, the world’s largest Catholic church
- Bayernturm, a funkcióját vesztett kilátó
- Bayernturm, the observation tower that has lost its function
- Blackout in Spain
- Blackout Spanyolországban
- Boeing 737 MAX / MCAS
- Csernobil árnyéka: Negyven évvel a katasztrófa után
- Csernobil és Putyin katonái
- Csónakokkal az anyahajó ellen – a Millennium Challenge 2002 gyakorlat
- Das Ekranoplan – wieder über den Wellen
- Das Jennifer-Projekt
- Das Vermächtnis der Seidenstraße
- Der Bayern-Turm, ein Aussichtsturm, der seine ursprüngliche Funktion verloren hat
- Der Dunning-Kruger-Effekt

- Falkland háború
- Felhőkarcoló ablakok nélkül
- Gladbecker-túszdráma
- Hadsereg romokból
- Hedy Lamarr: filmszínésznő és feltaláló
- Hitler Pervitinjétől a meth-ig
- Hitler utolsó amerikai katonája
- Hogyan lett Kínának repülőgép-hordozója?
- Híd a Kwai folyón
- Hűtővonat atomrakétákkal
- Kukoricamező bombázó
- Kémek hídja
- Majak
- Mazsolabombázók
- Mert az Opel sosem kop' el
- Modernkori bolygó hollandi
- Neuralink
- Német hackerek és a KGB
- Orwell elmaradt, a bürokrácia győzött
- Ottó utazásai
- Probstzella – végállomás
- Stromausfall in Spanien
- Surtsey, az ötvenéves sziget
- Sztálin elfeledett vasútja
- Teufelsberg FSB
- The Dunning-Kruger effect
- The ekranoplan: back on top of the waves
- The Jennifer Project
- The Legacy of the Silk Road
- Therac-25: A hibaüzenet, amit senki nem értett
- Vészjelzések a Dakotáról
- Whiskey on the rocks
- Whisky-háború a Hans szigetért
- Wie dick ist dein Buch?
- Yokoi háborúja
- Átadták a világ leghosszabb alagútját
- Ördögnyál
- Öreg fiúk bankrablócsapata

2026, great bugs, Boeing, érdekes történet, tech, USA, 737 MAX, MCAS, Seattle, Lion Air, FAA, ODA, Ethiopian Airlines, Addis Abeba, Sim-Gate, Jerry Useem, Harry Stonecipher, McDonnell Douglas, Chicago, Kelly Ortberg, Spirit AeroSystems, 2018, 2019

Bejegyzésmegtekintések száma: 390

From:
https://mail.bolyongo.hu/ - **bolyongó**

Permanent link:
https://mail.bolyongo.hu/doku.php?id=passport:boeing_737_max_mcas

Last update: **2026/08/01 17:25**