

CHRIS CLEARFIELD | TILCSIK ANDRÁS

# LEOLVADÁS

MIÉRT HIBÁSODNAK MEG A RENDSZEREINK,  
ÉS MIT TEHETÜNK ELLENE?



CHRIS CLEARFIELD | TILCSIK ANDRÁS

# LEOLVADÁS

MIÉRT HIBÁSODNAK MEG A RENDSZEREINK,  
ÉS MIT TEHETÜNK ELLENE?

Kossuth Kiadó

A fordítás alapja:

*Meltdown – Why Our Systems Fail and What We Can Do About It*

by Chris Clearfield and András Tilcsik

Penguin Press, New York, 2018

Fordította Rézműves László

A fordítást az eredetivel egybevetette és szakmailag ellenőrizte

Tilcsik András

Szerkesztő Nádori Attila

ISBN 978-963-54-4373-4

Minden jog fenntartva

© Chris Clearfield, Tilcsik András, 2018

© Kossuth Kiadó, 2021

Hungarian translation © Rézműves László, 2021

Torvaldnak és Sorennak  
CHRIS CLEARFIELD

Szüleimnek  
TILCSIK ANDRÁS

## **leolvadás *fn.***

- 1.** atomerőművi üzemzavar súlyos következménye, amelynek során a túlhevült fűtőanyag megolvasztja a reaktormagot; az üzemzavar kiváltó oka lehet földrengés, szökőár, gondatlan tesztelés, hétköznapi meghibásodás – akár egy szelep egyszerű beragadása is
- 2.** egy rendszer összeomlása vagy működésképtelenné válása

# TARTALOM

Csepeli György: Várni a váratlant – Előszó a <i>Leolvadás</i> magyar kiadásához.....	9
Bevezető: Egy átlagos nap .....	15

## ELSŐ RÉSZ:

### KUDARC, KUDARC MINDENÜTT

Első fejezet: A veszélyzóna.....	28
Második fejezet: Veszélyek a horizonton.....	46
Harmadik fejezet: Hekkelés, csalás és légből kapott hírek .....	67

## MÁSODIK RÉSZ:

### A BONYOLULTSÁG LEGYŐZÉSE

Negyedik fejezet: Elhagyni a veszélyzónát.....	90
Ötödik fejezet: Komplex rendszerek, egyszerű eszközök .....	107
Hatodik fejezet: Észrevenni az intő jeleket.....	129
Hetedik fejezet: A nézetkülönbségek anatómiája .....	156
Nyolcadik fejezet: A fekvőrendőr-effektus .....	180
Kilencedik fejezet: Idegenek idegen földön .....	200
Tizedik fejezet: Meglepetés!.....	222
Utószó: A leolvadások aranykora .....	242
Köszönetnyilvánítás .....	247
Jegyzetek.....	251
Név- és tárgymutató.....	299

# CSEPELI GYÖRGY: VÁRNI A VÁRATLANT

Előszó a *Leolvadás* magyar kiadásához

Chris Clearfield és Tilcsik András könyve a lehető legjobbkor jelenik meg magyarul. A kötet az 1347. évben Európába betört pestisjárvány felelevenítésével végződik. A Keletről jött tömegpusztító veszedelem évszázadokon át megkeserítette a Nyugat életét, s csak 1894-ben találták meg ellenszerét. Most, amikor a *Leolvadás* nálunk napvilágot lát, a világot a koronavírus-járvány gyötri, mely 2019 telén indult el hódító útjára Vuhanból, milliókat betegített és ölt meg az egész világon, de egy év múltán azt látjuk, hogy már több vakcina is rendelkezésre áll, melyek várhatóan ennek a járványnak véget vetnek.

De megnyugodhatunk-e? A könyv, melyet kezében tart az olvasó, arra int, hogy legyünk résen. Még híre-hamva sem volt a vírusjárványnak, amikor Magyarországon, a Felelős Értelmiség elnevezésű csoport konferenciáján, 2019 nyarán Szathmáry Eörs evolúcióbiológus professzor a sertéspestist, a Zika-lázat és hasonló más betegségeket említve arról beszélt, hogy megállíthatatlanul jönnek a klímaváltozás nyomán új gazdatestekre találó kórokozók, melyek elsősorban a nagyvárosokba koncentrált népeiséget fenyegetik majd. Az előadó, mintha csak olvas-ta volna már a *Leolvadást*, arra figyelmeztetett, hogy a megelőzésen kívül más eszköz nincs a kezünkben az új, ismeretlen vírusok és baktériumok ellen vívott harcban. A jelenlegi vírusjárvány az emberiséget szembesítette egy váratlan, katasztrofális következményekkel járó le-olvadással, melynek melegágya a gazdasági növekedési hajszá, a klímaváltozás és a növekvő egyenlőtlenség. Szathmáry Eörs amellet érvelt, hogy egy globális világjárvány-előrejelző rendszerre lenne szükség, mely a Föld minden pontjára rálátva nyomon követi, gyűjti, értékeli

az adatokat, s ha felbukkannak a veszély első jelei, figyelmeztet és beavatkozásra sarkall. A létezők egyetemének hálózatára csatlakozó, egyre növekvő adattömeg lehetőséget nyújtana arra, hogy a nem is távoli jövőben várható, legkülönbözőbb típusú katasztrófákat az emberiség nyitott szemmel fogadhassa.

Clearfield és Tilcsik könyve a politika, a gazdaság, a közlekedés és a mindennapi élet területeiről vett, érdekesítően elmondott esettanulmányok során át azt bizonyítja, amit a nagy preszókratikus filozófus, Parmenidész már 2500 éve kimondott: „minden egy”. A jelenségek látható, tapasztalható, megnyilvánuló sokfélesége elfedi a mögöttük megbúvó alapvető azonosságot, melynek lényege a komplexitás. A könyv alap gondolata Charles Perrow 1984-ben megjelent könyvéből származik. Perrow szerint a szorosán csatolt komplex rendszerekre jellemző nehezen átlátható kölcsönhatások miatt jelentkeznek a látszólag nem normális balesetek, melyek nyomban normálisnak tűnnek, mihelyst belátjuk, hogy a komplexitás növekedésével mindig együtt jár a meghibásodás valószínűsége, különösen akkor, ha a komplex rendszer egyes elemei szoros egymásra utaltságban működnek.\*

Perrow felismerésének fontosságát kiemeli, hogy az idő előrehaladtával nyilvánvalóvá vált: a gazdasági-társadalmi valóság rendszerei egyre növekvő hatékonyságának ára a rendszerek bonyolultságának megnövekedése. A vezetéselmélet amerikai kutatói, Warren Bennis és Burt Nanus 1985-ben megjelent könyvükben új korszak beköszöntéről beszélnek, melynek jellemzői a változékonyság, a bizonytalanság, a komplexitás és a kértelműség. A négy jellemzőt jelölő angol szavak (*volatility, uncertainty, complexity, ambiguity*) kezdőbetűi alapján az új korszak a VUCA nevet kapta.\*\*

A VUCA-korszak természetesen semmi újat nem hozott az emberiség életébe, hiszen a természet adta meghatározottságok biztonságától megfosztott embereknek maguknak kellett megteremtíteniük a feltételeket Isten parancsának beteljesítéséhez, aki felszólította őket, hogy

---

\* Perrow, Ch.: *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1999)

\*\* Bennis, W., Nanus, B.: *Leaders: The Strategies for Taking Charge* (New York: Harper & Row, 1985)



„Szaporodjatok, sokasodjatok, töltsétek be és hódítsátok meg a földet” (1Móz 1,26). Ami új, hogy az élet egyre több kulcsfontosságú területén egyre nagyobb számban, egyre bonyolultabb rendszerek jelennek meg, melyekkel – mint a könyv ragyogóan megválasztott példái mutatják – még nem tanultunk meg együtt élni.

Karl Weick és Kathleen Sutcliffe 2007-ben megjelent hasonló témájú könyvében\*\*\* „körültekintésként” határozza meg azt a képességet, melynek birtokában a szervezetek és az alkalmazásukban álló emberek elejét vehetik a katasztrofális következményekkel együtt járó leolvadásoknak, melyek miatt felrobbanhat egy űrhajó, bekövetkezhet egy tőzsdekrach vagy meghiúsulhat egy karácsonyi (Amerikában háladásnapi) vacsora.

A spontán bekövetkező leolvadások leggyakoribb oka a korán jelentkező kis zavarok, intő jelek figyelmen kívül hagyása. Mindenki ott bujkál az ókori mítoszból ismert Kasszandra, akit a hiúságában megbántott Apollón azzalátkozott meg, hogy ismerje fel és mondja el az igazat, de soha senki ne higgyen neki. A bonyolult rendszerek működtetőinek nehezükre esik bevallani, hogy a gondjaikra bízott vállalkozás, atom- vagy vízi erőmű, kereskedelmi hálózat zavaraira utaló jelek mögött saját gondatlanságuk, figyelmetlenségük húzódik meg. Az intő jelek igazi jelentését a bennük élő Kasszandra elfojtja, s a hibák tényleges okainak feltárása helyett az öncsalás, a tagadás, a bagatellizálás tévútjait választják, amelyek egyenesen vezetnek a leolvadáshoz, a teljes rendszer összeomlásához. Carol Travis és Elliot Aronson magyarul is megjelent könyve ezt a folyamatot kinagyítva, a kezdetétől a végéig pontosan nyomon követve mutatja be.\*\*\*\*

Az esettanulmányok azt is jól illusztrálják, hogy ha valakiben meg is szólal Kasszandra, és felismeri a korai jelek leolvadásra utaló jelentését, környezete éppen úgy nem hisz neki, mint ahogyan Kasszandrának sem hitték el a trójaiak, hogy az ajándéknak álcázott falóban harcra kész, kegyetlen görög katonák bújnak meg, akik csak arra várnak, hogy a faló a város falai mögé kerüljön. A szerzők által felhozott példák

---

\*\*\* Weick, K. E., Sutcliffe, K. M.: *Managing the Unexpected* (New York: Wiley, 2007)

\*\*\*\* Travis, C., Aronson, E.: *Történetek hibák (de nem én tehetek róluk). Az öngazolás lélektana* (Budapest: Ab Ovo, 2009., ford. Borbás Mária, Varga Katalin)

azt bizonyítják, hogy a csoportnyomással nehéz szembeszállni, s különösen bátornak kell lennie annak, aki igazát a nála magasabb rangú ítéletével szemben védelmezi.

A leolvadások különösen veszélyes válfaja, amikor a szervezetbe csalók furakodnak be, s a bonyolult működés titkainak birtokában sikeresen leplezik az általuk okozott károkat, melyek eredményeként dollárok milliárdjai tűnnek el a semmibe, tönkretett emberek ezreit hagyva maguk után. A bonyolultság a csalók és hekkerek melegágya, akik mindig egy lépéssel előtte járnak a működés biztonságáért felelős szakembergárdának.

Ijesztő a Volkswagen cégnél történetek leírása, mely azt mutatja, hogy ha a csalók a szervezet legfelső szintjeire épülnek be, az általuk okozott károk mértéke meghatározódik, s a szövevényes politikai és gazdasági érdekviszonyok miatt leleplezésük is felettébb megnehezedik.

A könyv olvasói a leolvadásokat megelőző körültekintés tényezőiről is széles körű képet kapnak. Semmelweis tragikus példája jól mutatja, hogy milyen árat kell fizetnie sokszor annak, aki igazát fel nem adva szembefordul a rangban felette állókkal. Andersen meséjéből ismerjük a csaló szabók által becsapott, meztelenül maradt király történetét, akiről csak egy kisgyerek mert kimondani az igazságot. Amit a mesében a kisgyerek mert kimondani, azt a való életben a szervezeti hovatartozás kényszereitől mentes kívülállók, idegenek teszik. A könyv a katolikus egyház szentté avatási eljárásaiban nélkülözhetetlen „ördög ügyvédje” szerepét idézi fel, amikor arra figyelmeztet, hogy a hibák, zavarok idejekorán történő felismeréséhez kezdettől fogva független szakértők bevonására van szükség. A leolvadások megelőzése, a korai intő jelek helyes értelmezése könnyebben megy, ha a szervezetnél alkalmazzák a „több szem többet lát” elvet. A több ez esetben a sokfélért is jelenti. A szerzők szerint eredményesebben nézhet szembe a szervezet a leolvadás kihívásaival, ha a független, külső szakértői gárdájában kisebbségi nézőpontok is érvényesülhetnek: ezek az emberek a többség számára nem látható, észrevétlen jelekre is felfigyelnek.

## Csepeli György: Várni a váratlant

A leolvadás kihívásaival nemcsak az egyre bonyolultabb szervezeteknek, hanem az emberiség egészének is szembe kell néznie. A dolgok és az emberek internete a társadalmi valóságot bonyolult globális egység-gé alakította, melynek épségén, zavartalan működésén az emberiség jövője múlik. A földi technológiai civilizáció leolvadására figyelmeztető jelek már megjelentek. A jelenben élő embereken múlik, hogy lakható vagy lakhatatlan Földet hagynak utódaiknak.

Bevezető

# EGY ÁTLAGOS NAP

„A gyanúmat az 'üres' szó körüli idézőjelek  
keltették fel.”

## I.

Meleg június végi nap volt. Hétfő, nem sokkal a csúcsgalamb előtt.<sup>1</sup> A washingtoni metrő piros vonalán Ann és David Wherley beszállt a városközpont felé tartó, 112-es szerelvény első kocsiájába. Hazafelé utaztak egy kórházi önkénteseknek szóló eligazításról. Egy fiatal nő átadta nekik a helyét a kocsik elejében, így Wherley-ék egymás mellé ülhettek. A gimnázium óta elválaszthatatlanok voltak. A hatvankét éves David nemrég ment nyugdíjba. A pár a negyvenedik házassági évfordulójára készült, amit egy európai úttal kívántak megünnepelni.

David nyugdíjazása előtt a légierő tisztjeként szolgált. Vadászpilótaként többször is kitüntették, mi több, a szeptember 11-i terrortámadás idején ő volt az a tábornok, aki vadászgépeket rendelt Washington fölé, és parancsba adta a pilótáknak, hogy belátásuk szerint lőjenek le minden utasszállítót, amely fenyegetést jelenthet a városra.<sup>2</sup> Ám még vezénylő tábornokként sem volt hajlandó sofőrrel furikázni. Szívesebben járt metrővel.

Délután 4 óra 58 perckor csikorgás szakította meg a kerekek ütemes kattogását, ahogy a vezető rátaposott a vészfékre. Üvegtörés, elhajló fém és sikolyok kakofonikus zaja hallatszott, ahogy a 112-es szerelvény belerohant valamibe: az előttük haladó vonat érthetetlen módon megállt a síneken. Az ütközés négy méter vastag tömbbé gyűrte a kocsit

fémszerkezetét, a belső burkolatot, a szétzúzott üléseket, és megölte a vonat vezetőjét, Davidet, Annt, valamint hat másik utast.

Elméletileg egy ilyen ütközés nem következhetett volna be, hiszen a washingtoni metró teljes, több mint 160 kilométer hosszú pályahálózatát úgy kábeleztek be, hogy észlelje és vezérelje az áthaladó szerelvényeket. Ha két vonat túl közel került egymáshoz, a rendszer automatikusan lelassította őket. Aznap azonban, miközben a 112-es szerelvény bevett egy kanyart, egy másik vonat várakozott előtte a síneken. A valóságban ott volt, a pályaszensorok valamiért mégsem érzékelték. A 112-es automatikusan gyorsított, mivel az érzékelők azt mutatták, hogy a pálya szabad. Mire a vezető meglátta az álló vonatot, és beletaposott a vészfékbe, az ütközés elkerülhetetlenné vált.

A mentőalakulatok még a sérülteket emelték ki a roncsból, amikor a metró mérnökei már munkához láttak. Meg kellett bizonyosodniuk arról, hogy más vonalak utasai nincsenek veszélyben. Ehhez azonban meg kellett fejteniük a rejtélyt: *hogyan válhat egyszerűen köddé egy futballpályánál kétszer hosszabb szerelvény?*

## II.

A 112-es szerelvény balesetéhez hasonló riasztó meghibásodások egyáltalán nem ritkák. Vessünk csak egy pillantást az alábbi, egyetlen hét alatt gyűjtött szalagcímekre:

### BÁNYAKATASZTRÓFA BRAZÍLIÁBAN

ÚJABB NAP, ÚJABB HEKKERTÁMADÁS: HITELKÁRTYA-  
ADATOKAT LOPÓ ROSSZINDULATÚ PROGRAM TÁMADTA  
MEG A SZÁLLODALÁNC RENDSZERÉT

A HYUNDAI EGY HIBÁS FÉKSZABÁLYOZÓ MIATT  
VISSZAHÍVJA AUTÓIT

## Egy átlagos nap

A FLINTI IVÓVÍZVÁLSÁG TÖRTÉNETE – „KORMÁNYZATI  
HIBA” KÖRVONALAZÓDIK WASHINGTONBAN

„HATALMAS HÍRSZERZÉSI BAKLÖVÉS” VEZETETT  
A PÁRIZSI TERRORTÁMADÁSOKHOZ

VANCOUVER PEREN KÍVÜL MEGEGYEZETT A FÉRFIVAL,  
AKI KÖZEL HÁROM ÉVTIZEDEN ÁT ÜLT BÖRTÖNBEN  
ÁRTATLANUL

ELKÉSETT VÁLASZ AZ EBOLA-JÁRVÁNYRA: A TUDÓSOK  
„A VESZÉLYESEN TÖRÉKENY GLOBÁLIS RENDSZERT”  
KÁRHOZTATJÁK

A RENDSZER KUDARCA: EGY HÉTÉVES GYERMEK MEG-  
ÖLÉSE ÜGYÉBEN INDÍTOTT NYOMOZÁS TANULSÁGAI

AZ IRTÁSOS-ÉGETÉSES FÖLDMŰVELÉS HATALMAS  
ERDŐTÜZEKET ÉS ÖKOLÓGIAI KATASZTRÓFÁT OKOZ  
INDONÉZIÁBAN

AZ AMERIKAI ÉLELMISZER- ÉS GYÓGYSZERFELÜGYELET  
NYOMOZ A WASHINGTONI ÉS OREGONI CHIPOTLE-  
ÉTTERMEKBEN KITÖRT E.COLI-JÁRVÁNY MIATT

A fentiek alapján ezek a napok kivételesen szerencsétlennek tűnhetnek, pedig nem volt bennük semmi különleges. Alig telik el hét anélkül, hogy legalább néhány rendszerhiba ne történne. Az egyikben ipari baleset, a másikon bankcsőd, a harmadikon szörnyű orvosi műhiba. Még az apró zavarok is nagy kalamajkát okozhatnak. Az utóbbi években például több légitársasággal is előfordult, hogy a teljes gépparkjuk földre kényszerült műszaki hibák miatt, és az utasok napokig a reptereken vesztegeltek.<sup>3</sup> Ezek dühítő problémák, de már nem lepődünk meg rajtuk. A XXI. században az élet természetes velejárója, hogy számtalan komplex rendszerre támaszkodunk, amelyek alapvetően be-

folyásolják az életünket – a villamosenergia-hálózattól a szennyvíztisztító telepeken és közlekedési hálózatokon át az egészségügyig és az igazságszolgáltatási intézményekig. Rendszereink azonban néha cserben hagynak minket.

Ezek a hibák – még az olyan nagy léptékű leolvadások is, mint a BP olajszenyyezése a Mexikói-öbölben, a fukusimai atomerőmű-katasztrófa vagy a globális pénzügyi válság – látszólag nagyon különböző okokra vezethetők vissza. Pedig a gyökerek meglepően hasonló. Olyan közös „örökítő anyagon” osztoznak, amelyeket a kutatók csak most kezdenek megérteni. Ezeknek a közös vonásoknak köszönhetően egy-egy ágazat baleseteiből más területeken tevékenykedők is tanulhatnak: a fogászok tanulhatnak a pilótáktól, a reklámszakemberek a kommandósoktól. Az olyan magas kockázatú, speciális területeken bekövetkezett katasztrófák okainak megértése, mint a mélytengeri olajfúrás vagy az alpinizmus, fontos tanulságokkal szolgálhat a hétköznapibb rendszerek hibáit illetően is. A hétköznapi „leolvadások” – elbukott projektek, rossz munkaerő-felvételi döntések, sőt még egy balul sikerült vacsoraparti is – valójában sok közös vonást mutatnak az olajszenyyezéssel és a hegymászóbalesetekkel. Szerencsére az elmúlt néhány évtizedben a társadalomtudósok szerte a világon olyan megoldásokat találtak, amelyek átformálhatják azt, ahogyan döntéseket hozunk, csapatokat építünk és rendszereket tervezünk, és így megelőzhetjük a sajnos egyre gyakoribbá váló összeomlásokat.

Ez a könyv két részből áll. Az elsőben azt vesszük górcső alá, miért vallanak kudarcot a rendszereink, és felfedjük, hogy látszólag teljesen eltérő események mögött – közösségimédia-fiasco a Starbucksnál, üzemzavar a Three Mile Island-i atomerőműben, tőzsdekrach a Wall Streeten, különös botrány az angol kisvárosi postahivatalokban – valójában ugyanazok az okok rejlenek. Az első rész emellett bemutatja a haladás paradoxonját: ahogy a rendszereink egyre több dologra lesznek képesek, úgy válnak egyszersmind egyre bonyolultabbá és kevésbé hibátűrővé, és ez olyan környezetet eredményez, amelyben a legapróbb hibák is végzetes katasztrófákká duzzadhatnak. Valaha ártalmatlan rendszerek ma már emberek véletlen halálát okozhatják, cégeket vihet-

nek csődbe, és ártatlanokat juttathatnak rács mögé. Az első részben azt is megmutatjuk, hogy a rendszereinket a véletlen hibákkal szemben sérülékennyé tevő változások a szándékos visszaéléseknek, így a csalásnak és a hekkelésnek is termékeny talajt biztosítanak.

A második – a könyv zömét kitevő – rész a mindnyájunk által alkalmazható megoldásokat veszi sorra. Megmutatja, hogyan tanulhatunk az apró hibákból, hogy időben észrevehessük, hol fenyeget nagyobb veszély. Elmondja, hogyan mentett életet egy recepciószáltal, hogy nyíltan szembeszállt a főnökével, és hogyan járult hozzá egy kiképzőprogram, amelyet a pilóták kezdetben felesleges „illemtanórának” minősítettek, ahhoz, hogy a repülés ma biztonságosabb, mint valaha. Megvizsgáljuk, hogy a sokszínűség miért segít elkerülni a nagy baklövéseket, és mit tanulhatunk az egyszerűség erejéről a Mount Everest hegymászóitól és a Boeing mérnökeitől. Látni fogjuk, hogyan kezelik a váratlan helyzeteket a filmstábok és a sürgősségi osztályok orvosai – és hogy az általuk alkalmazott megközelítés hogyan előzhette volna meg a Facebook félresiklott tőzsdei bevezetését vagy egy amerikai áruházlánc kanadai terjeszkedésének bukását. A köddé vált metrószerelvény rejtélyéhez is visszatérünk, hogy kiderüljön, milyen közel jártak a mérnökök a tragédia elkerüléséhez.

Mi, a könyv szerzői, más-más úton jutottunk el e kötet megírásáig. Chris a pályáját tőzsdei kereskedőként kezdte. A 2007–2008-as pénzügyi válság alatt az íróasztala mellől nézte végig a Lehman Brothers és a világ tőzsdéinek összeomlását. Nagyjából ugyanebben az időben kezdte meg pilótakiképzését, ezért személyesen is érdekelt, hogyan kerülhetők el a katasztrófális hibák. András a kutatás világából érkezett; azt vizsgálja, miért birkóznak meg olyan nehezen a szervezetek a bonyolultsággal. Néhány évvel ezelőtt „Katasztrófális szervezeti hibák” címmel indított egyetemi kurzust, amelynek során a legkülönbélebb területekről érkező vezetőikkel elemzik az újságok címlapjára kerülő kudarcokat, és megosztják egymással a hétköznapi leolvadásokkal kapcsolatos tapasztalataikat.

Könyvünk baleseti jelentésekre, tudományos kutatásokra és személyes interjúkra támaszkodik. Az ezekből összeálló elmélet mindenféle



katasztrófára magyarázatot ad, és bárki által használható, gyakorlati megoldásokat kínál. Ma, a leolvadások korában ez a tudás létfontosságú ahhoz, hogy mind a munkahelyünkön, mind a magánéletünkben helyes döntéseket tudjunk hozni, sikeresen tudjunk működtetni szervezeteket, és meg tudjunk birkózni a legnagyobb globális kihívásokkal is.

### III.

E könyv megírása során egyik első interjúalanyunk Ben Berman volt, a NASA kutatója, légiforgalmi pilóta és egykori baleseti nyomozó, aki mindemellett közgazdászdiplomát is szerzett a Harvardon. Szerinte a repülés ideális laboratórium ahhoz, hogy megértsük, miképpen akadályozhatnak meg apró változtatások súlyos katasztrófákat.<sup>4</sup>

Bár egy adott út során a meghibásodás valószínűsége elenyészően csekély,<sup>5</sup> naponta százezernél is több kereskedelmi járat szeli az eget. Katasztrófát nem okozó meghibásodások, incidensek azonban sűrűn előfordulnak, de ilyenkor a „hibacsapdák” – ellenőrzőlisták, figyelmeztetőrendszerek és hasonlók – megakadályozzák, hogy kicsússzon a kezünkből az irányítás.

A balesetek mégsem mindig kerülhetők el, ám mindegyik számos tanulsággal szolgál. A repülőgépeken a pilótafülke hangrögzítője és a fekete dobozok a személyzet minden lépését rögzítik, és információt nyújtanak arról is, mi zajlott a gép belsejében, gyakran egészen az ütközés pillanatáig. Ezek az adatok nemcsak azt fedik fel, hogy mi miért történt, hanem a jövőbeli balesetek megelőzése érdekében is kulcsfontosságúak.

1996 májusának egy gyönyörű délutánján Berman New Yorkban tartózkodott a családjával, amikor jelzett a csipogója. Ben akkor a Nemzeti Közlekedésbiztonsági Testület helyszínelő csapatának tagja volt; azon nyomozók egyike, akiket a nagyobb baleseteknél azonnal a helyszínre küldenek. Hamarosan megtudta a szörnyű részleteket: a ValuJet légitársaság 592-es járata, több mint száz utassal a fedélzetén, tíz perccel azután, hogy felszállt Miamiból, eltűnt a radarképernyőről, és lezuhant a floridai Everglades mocsárba.<sup>6</sup> A pilótáknak a légi irányítókkal

folytatott rádióbeszélgetéseiből annyi világosan kiderült, hogy a fedélzeten tűz ütött ki – annak okát azonban homály fedte.

Amikor Berman másnap megérkezett a baleset helyszínére, a levegőben még mindig terjengett az égő kerozin szaga. Törmelék hevert szétszórva a sűrű mocsárban, a törzsnek vagy bármilyen más, repülőgépre emlékeztető tárgynak azonban nyoma sem volt. A darabokra szakadt roncsot derékig érő víz, iszapos békanyál és áthatolhatatlan sás borította. A felszínen sportcipők és szandálok úsztak.

Miközben a kutatócsoportok átfésülték a mocsár fekete vizét, Berman a miami repülőtéren összeállította a saját csapatát, és nekilátott kikérdezni a járat földi kiszolgáló személyzetét. A rakodómunkások és más előtéri kiszolgálók egyesével keresték fel a ValuJet kirendeltség-vezetőjének irodáját, ahol a nyomozók aznapra berendezkedtek. A legtöbb beszélgetés valahogy így zajlott:

BERMAN: Feltűnt önnek valami a géppel kapcsolatban?

ELŐTÉRI KISZOLGÁLÓ: Nem láttam semmi szokatlant...

BERMAN: Szervizeléskor sem? Vagy máskor, például amikor a gép kitolatott?

ELŐTÉRI KISZOLGÁLÓ: Nem, minden rendben levőnek tűnt.

BERMAN: Volt-e bármi, ami felkeltette a figyelmét?

ELŐTÉRI KISZOLGÁLÓ: Nem, tényleg nem láttam semmi rendkívülit.

Senki sem látott semmit.

Ám két meghallgatás között, miközben a kávéját szűrőcsölgette, Berman észrevett valami érdekeset az asztalon tornyosuló iratok között. A halomból kiállt egy lap alja, rajta Candalyn Kubeck, a járat kapitánya aláírásával. Berman tüzetesen átnyálazta a papírköteget. Először nem volt benne semmi különös – csak az 592-es ValuJet-járat szabványos repülési dokumentumai.

Az egyik lapon azonban megakadt a szeme:

**SabreTech**<sup>TM</sup>

**SZÁLLÍTÓJEGY** **NO: 01041**

**CÉLÁLLOMÁS:** VALUJET AIRLINES, CONCOURSE C, GATE 2B,  
HARTSFIELD AIRPORT, ATLANTA, GA, 30320

**DÁTUM:** 1996. 10. 05.

**FUVARÓZÓ:** VALUJET (COMAT)

TÉTEL	MENNYISÉG	EGYSÉG	CIKKSZÁM	SOROZATSZÁM	ÁLLAPOT	LEÍRÁS
1	5	DARAB	„5 DOBOZ”			OXIGÉNTARTÁLYOK
						„ÜRES”
...						

Egy szállítójegy volt az egyik reptéri karbantartó alvállalkozó cégtől, a SabreTechtól,<sup>7</sup> amely szerint a ValuJet tulajdonában álló anyagokat („COMAT”, company-owned materials) szállítottak. Ez felkeltette Berman kíváncsiságát. A gépen tűz ütött ki, ez a dokumentum pedig arról árulkodott, hogy oxigéntartályok voltak a fedélzeten. De nem csak ez tűnt fel neki: „A gyanúmat az ’üres’ szó körüli idézőjelek keltették fel” – mondta el nekünk Ben.

A nyomozók autóba ültek, áthajtottak a SabreTech reptéri irodájába, és felkeresték az ügyintézőt, aki aláírta a szállítójegyet. Megtudták tőle, hogy a jegyen oxigéntartályként feltüntetett cikkek valójában vegyi oxigénfejlesztők voltak – ezek termelik az oxigént a maszkok számára, amelyek az utasok elé esnek a felső rekeszekből, ha a kabinban megszűnik a túlnyomás.

- Tehát ezek üres tartályok voltak? – kérdezte Berman.
- Használaton kívüli, nem javítható, lejárt tartályok.

Ez intő jel volt. A vegyi oxigénfejlesztők bekapcsoláskor hatalmas hőt termelnek, és szerencsétlen körülmények között a máskor életmentő oxigén pokoli tűzvészt szabadíthat el. Ha a dobozok nem ténylegesen kiürült, hanem lejárt oxigénfejlesztőket tartalmaztak – olyanokat, amelyek elérték az engedélyezett élettartamuk végét –, akkor időzített

bombaként lapulhattak a fedélzeten. Hogyan történhetett ez meg? Hogy kerülhetett fel ilyen halálos rakomány egy utasszállító gépre?

A nyomozás hibák, véletlen egybeesések és hétköznapi kavarodás ingoványát tárta fel. Korábban a ValuJet vásárolt három repülőgépet, és a SabreTech-et bízta meg azzal, hogy újítsa fel azokat a miami repülőtér egyik hangárjában. A gépeken található oxigénfejlesztők jelentős része lejárt, ezért cserére szorultak. A ValuJet felhívta a SabreTech figyelmét, hogy amennyiben egy tartály még nem *ürült ki* (vagyis továbbra is képes oxigént fejleszteni), akkor biztonsági kupakkal szükséges ellátni.

Csakhogy a *lejárt* és a *ki nem ürült* tartályok megkülönböztetése nem kis zavart okozott. Sok tartály lejárt, de még nem ürült ki. Mások lejártak, és ki is ürültek, de olyanok is akadtak, amelyek üresek voltak ugyan, de még nem jártak le. És voltak lejáratási időn belüli, ki nem ürült tartalék tartályok is. „Ha ez az Olvasónak zavarosnak tűnik, ne vesződjön azzal, hogy megpróbál rendet tenni a tartályok besorolását illetően. A SabreTech szerelői sem vesztegették rá az idejüket, és ez nem is az ő dolguk lett volna” – írta William Langewiesche pilóta és újságíró az *Atlantic* magazin hasábjain:

Igen, egy szerelő talán a ValuJet munkalapján túl felüthette volna az MD-80-as hatalmas karbantartási útmutatóját is, amelynek 35-22-01/h pontja eligazította volna „az oxigénfejlesztők tárolása és ártalmatlanítása” kérdéseiben. Ha lelkiismeretesen sorra vesz minden lehetőséget, a szerelő a kézikönyv egy másik részéből azt is megtudhatta volna, hogy „minden javítható és javíthatatlan (ki nem ürült) oxigénfejlesztőt (tartályt) hőhatástól és esetleges sérüléstől védett helyen kell tárolni”. Ha eltűnődik a zárójelben szereplő magyarázatokon, kikövetkeztethette volna, hogy a „ki nem ürült” tartályok egyszersmind „nem javíthatónak” minősülnek, és szállítókupak híján az ilyen tartályokat talán jobb lenne biztonságos helyen „inicializálni”, a 2.D. pontban leírt eljárásnak megfelelően.<sup>8</sup>

És így tovább: még apróbb részletek, még több különbségtétel, további szakkifejezések, figyelmeztetések és műszaki szakzsargon.

Védőkupakok felszerelésére azonban nem került sor, és az oxigén-fejlesztők egyszerű kartondobozokba kerültek. Néhány héttel később átvitték őket a SabreTech szállítási és átvételi részlegére; ott várakoztak, amíg a fuvarügymintézőnek nem szóltak, hogy ürítse ki a helyet. Észszerűnek találta, hogy a dobozokat a ValuJet atlantai központjába szállítsák.

A tartályokra zöld címkét ragasztottak. A zöld címke hivatalosan „javítható” jelent, de az nem világos, hogy a szerelők mit értettek ez alatt. Az ügyintéző azt hitte, a címke arra utal, hogy a tartályok „nem javíthatók” vagy „működésképtelenek”, és ebből arra következett, hogy üresek. Egy másik hivatalnok kitöltött egy szállítójegyet, és idézőjelbe tette az „üres” és „5 doboz” megjelöléseket, de csak azért, mert szöveges adatnál így szokta.

A dobozok lépésről lépésre keresztülhaladtak a rendszeren, a szerelőktől az ügyintézőkig, a földi kiszolgáló személyzettől a gép rakteréig. A gép legénysége sem szúrta ki a problémát, így Kubeck kapitány aláírta a repülési dokumentumokat. „Ennek eredményeként az utasok utolsó védvonalra is összeomlott – írta Langewiesche. – Nem volt szerencsénk, a rendszer a vesztüket okozta.”

A washingtoni 112-es metrószerelvény és a ValuJet 592-es járata balesetének vizsgálói felfedték, hogy mindkét tragédia ugyanarra az okra vezethető vissza: rendszereink egyre növekvő bonyolultságára. A 112-es katasztrófájakor Jasmine Garsd, az amerikai közzérádió (National Public Radio, NPR) egyik műsorkészítője is a szerelvényen utazott, csak néhány kocsival hátrébb. „Az ütközés olyan volt, mint amikor egy gyorsan pergő film váratlanul megszakad – emlékezett vissza. – Azt hiszem, az ilyen pillanatokban az ember két dologra jön rá: az egyik, hogy milyen aprók és védtelenek vagyunk az általunk épített hatalmas gépezetekkel szemben, a másik pedig az, hogy mennyire nem vagyunk tudatában a sebezhetőségünknek.”<sup>9</sup>

De van még remény. A bonyolultságról, a szervezetek viselkedéséről és a kognitív pszichológiáról az elmúlt néhány évtizedben szerzett ismereteink révén kezdjük érteni, hogyan fajulhatnak apró hibák óriási katasztrófává. Nem csak azt értjük, hogyan következnek be efféle bal-

## Egy átlagos nap

esetek, hanem azt is, hogyan előzhetjük meg azokat apró lépésekkel. Egy maroknyi cég, kutató és csapat forradalmi megoldásokon dolgozik, amelyek megakadályozhatják a leolvadásokat – miközben nem igényelnek fejlett technológiát vagy dollármilliókat.

2016 tavaszán előadást szerveztünk, amelyen Ben Berman a repülés kockázatkezelési tanulságairól beszélt a természet zsúfolásig megtöltő érdeklődőknek. A közönség hihetetlenül sokszínű volt: humánerőforrás-szakértők, köztisztviselők, vállalkozók, orvosok, nonprofit szervezetek vezetői, jogászok – még a divatszakma képviselőiben is eljött valaki. Berman intelmei azonban minden szakterületre egyformán érvényesnek bizonyultak. „A rendszerhibák – intette a hallgatóságot – rendkívül költségesek. Könnyű alábecsülni őket, pedig mind a munkában, mind a magánéletben nagy a valószínűsége, hogy előbb-utóbb belefutunk valami hasonlóba.” Itt megállt, és kinézett a közönségre. „A jó hír, hogy szerintem képesek lehetünk valódi változást előidézni.”