

Beller Balázs – Dudás Zoltán

A Reason-modell a 21. században – Meddig jó a svájci sajt?

A repülésbiztonság területén számtalan olyan modell ismert, amely a légi közlekedési események szakmai vizsgálata, illetve a megelőző munka során a bekövetkezett esemény megértését, a miértekre adott válaszok megtalálását segíti elő. Mégis az elmúlt 30 évben kevés olyan elméleti modell született, amely közérthetően próbál magyarázatot találni a balesetek okaira és az ezek körül felmerült kérdésekre. Talán egyetlen elmélet igyekszik tudományos és egyben közérthető lenni, ez a Reason-féle svájcisajt-modell. A tudományos körökben az idők folyamán kísérletek történnek az elméletek megcáfolására, így ez a modell is a kritikák kereszttüzébe kerül. A cikk célja, hogy bemutassa a modellel szemben megjelenő főbb kritikákat, és ezekkel szemben igazolja időtállóságát.

Kulcsszavak: svájcisajt-modell, repülésbiztonság, kritika, légi közlekedési esemény

THE REASON MODEL IN THE 21ST CENTURY: HOW LONG IS SWISS CHEESE GOOD FOR?

In the field of aviation safety, there are numerous models that can be used in the professional investigation of aviation incidents to assist understanding the event and find answers to the reasons why it occurred. Yet over the last 30 years, a model has been developed, that attempts to explain the reasons for the occurrence in a way that is understandable to the lay public. This is Reason's Swiss-cheese model. In scientific circles, all theories are questioned and criticised over time. The aim of this article is to present, without claiming to be exhaustive, the main critical ideas against this model and to try to show why, regardless of these critiques, this theory is timeless.

Keywords: Swiss-cheese model, flight safety, critique, aviation incident

Bevezetés

A repülésbiztonságért folytatott munka egyik alapvető célja a légi közlekedési események elemzése annak érdekében, hogy a tanulságok által a jövőben bekövetkező hasonló események valószínűsége csökkenthető legyen. A légiközlekedés-biztonság területén több tudományos modell áll rendelkezésre annak leírására, hogy az

egyes légi közlekedési események milyen módon következnek be, vagyis milyen tevékenységek, történések járultak hozzá a nem kívánt végkimenetelhez. Az egyik ilyen általánosan elfogadott modell a James T. Reason-féle svájcisajt-modell, amelyet a szerző többek között a *Managing the Risk of Organizational Accidents* című könyvében tett közzé a 90-es években.

Azóta a szakterületen ez mindenki által elismert és világszerte elterjedt koncepció, amely egyben a repülésbiztonságról való gondolkodás alapja. Az elmúlt csaknem harminc év rohamos fejlődése ugyanakkor felveti annak kérdését, hogy vajon jó-e még a „svájci sajt”? Megfelelő-e ez a modell a napjainkban a légi közlekedésben alkalmazott többszörösen összetett, humán-szoftver-hardver alapú rendszerekkel bekövetkező események leírására.

A cikk célja ennek megfelelően megkérdőjelezni, megvizsgálni, hogy a repülés területén tapasztalható technikai fejlődés mennyire hagyta változatlanul azokat a körülményeket, amelyeken a Reason-modell alapul.

A svájcisajt-modell leírása

A Reason által publikált svájcisajt-modell – az emberi hibát a középpontban tartó modellként – az 1990-es évektől terjedt el a repülésbiztonság területén. Alapvetően három fontos funkciót tudhat magáénak, egyrészt légi közlekedési balesetek esetén kivizsgálási metódusként, másrészt rendszerek diagnosztikai eszközöként, valamint gondolkodási keretként lehet használni.

A modell mögött álló elmélet alapgondolata az, hogy a megelőzés érdekében – egyfajta eseményvizsgálati kronológián keresztül – az emberi hiba okainak felkutatására kell helyezni a hangsúlyt. Olyan mély összefüggéseket kell felderíteni, amelyek a hiba evolúcióját lépésről lépésre feltárják. Így napvilágra kerülhetnek azok a rejtett tényezők is, amelyek a szervezeti kultúrában, szabályokban vagy egyéb tényezőkben konzerválva előre kódolják az emberi hiba lehetőségét. Emellett el kell fogadni – mint az emberi hiba értelmezésének modern felfogását –, hogy a légi közlekedés rendszere alapvetően nem biztonságos, tehát kockázatokat hordoz magában, és az emberi hiba nem a rendszer véletlenszerű káros működésének eredménye, hanem a rendszerben megbúvó egyéb problémák következménye lehet.¹

¹ DUDÁS 2017: 76.

Reason kutatásainak központi témája egyfajta modern biztonságfilozófiai megközelítés,² amelyben fontos szerep jut a különböző hibamodellek vizsgálatának.

Ezek közül az egyik a *személyközpontú modell*, amely az emberi hibára, mint pszichológiai tényezőre tekint. A hibát mentális folyamatok működésére, önfejlésre, figyelmetlenségre, feledékenységre vezeti vissza. Ennélfogva a hiba legfőbb okát a hibázóban (végrehajtó személy) találja meg, a megoldást pedig annak megnevezésében, megbüntetésében, megszegyenítésében, megfélemlítésében látja. A felmerülő problémákat újabb és újabb szabályozási aktusokkal oldja meg. Ennek az a hátránya, hogy a hibát eltávolítja a kontextusából, ezért a mélyebb összefüggések feltárása tekintetében hatástalan.³

A következő a *jogi központú modell*, amely szerint a légi közlekedési szakemberek felelősek a tetteikért, ezért nem szabad hibázniuk. Bár hibák ritkán következnek be, de bármily csekély is egy hiba, éppen elegendő ahhoz, hogy kárt okozzon. A légi közlekedési eseményekhez vezető hibák gondatlanság és vakmerősködés következményei, amely tettek példás büntetést érdemelnek. Ennek az a hátránya, hogy mivel a legtöbb hiba nem vezet légi közlekedési eseményhez, a korrekció érvényesüléséhez ki kell várni egy súlyosabb esetet, azaz nem érvényesül a repülésbiztonság területén fontos proaktív, illetve prediktív tevékenység eredménye.⁴

A harmadik elgondolás a *rendszerközpontú modell*, amely szerint a tökéletlenség az emberi természet része. A káros hatások nem felderíthetetlen rejtélyes tényezőkből fakadnak. Az első vonalbeli (végrehajtó) szakemberek nem okozói, hanem örökösei a rendszer tökéletlenségének. A megelőző tevékenység alapja a védelmi vonalak (technikai rendszerek, képzés, szabályok) erősítésén és a humán faktorra leselkedő csapdák semlegesítésén alapul.⁵

A Reason-modell olyan rendszerszemléletű elméleten alapul, amely a légi közlekedési események bekövetkezését lineáris egyenes mentén fogja fel, amelyben a kiindulópont egy-egy veszélyforrás, a végpont pedig a bekövetkezett baleset, azaz nem kívánt esemény.

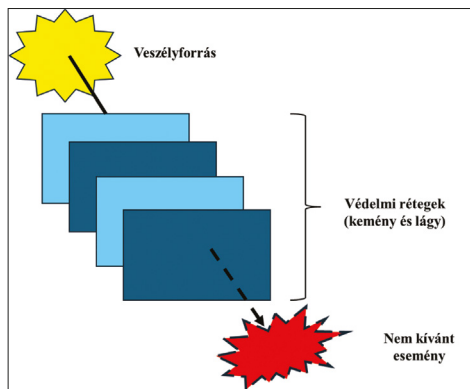
Ezt az egyenest baleseti röppályának vagy egyenesnek nevezi. Az idealizált világban ezen röppálya elé különböző szűrőket, fékeket, akadályokat lehet helyezni, úgynevezett többrétegű mélységben tagozódó védelmet lehet kialakítani.

² Annak a szemléletmódnak az elfogadása, hogy a légi közlekedési események során elkövetett hibák nem a rendszer rossz működéséből fakadnak, hanem a rejtett hibák következményei.

³ DUDÁS 2017: 76.

⁴ DUDÁS 2017: 76.

⁵ DUDÁS 2017: 76–77.

2.1. ábra. *Idealizált mélységi védelem*

Forrás: REASON 1997: 9 alapján a szerzők szerkesztése

Ennek a védelemnek a feladata megakadályozni, hogy a veszélyforrásból kiinduló baleseti röppálya végbemenjen, azaz a baleset bekövetkezését el lehessen hátrítani.

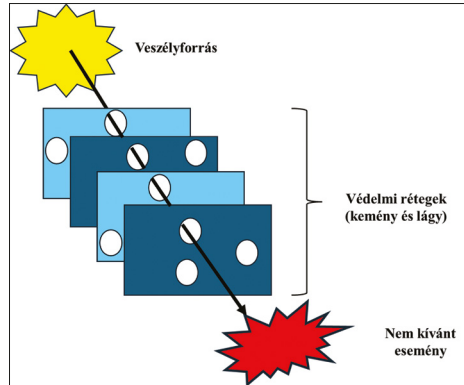
Ezek a védelmi rétegek lehetnek „kemény” és „lágy” természetűek. Reason a „kemény” védelmi rétegek vagy más néven korlátok alatt olyan technikai be-
rendezéseket ért, mint az automatizált biztonsági rendszerek, a fizikai akadályok, a veszélyjelző és figyelmeztetőrendszerek.⁶

A „lágy” védelmi rétegek közé sorolta az emberi és a „papíralapú” eljárás-
rendek kombinációját, úgymint a jogszabályi és szabályozói háttérrel, az eljárási szabályokat, a kiképzést, a felügyeleti eljárásrendeket vagy praktikusán akár a munkafolyamatok átadási-átvételi eljárásrendjét két műszakváltás között. Ide, a puha védelmek közé tartozik még a szakszolgálati engedélyek, a tanúsítványok kiadása, a hatósági felügyelet megvalósulásának módszertana, valamint a legkritikusabb szegmensként az első vonalbeli üzemeltetőkre vonatkozó eljárásrendek kialakítása, különösen a magas automatizáltsági fokú rendszerek vonatkozásában.⁷

Az idealizált világban ezek a védelmi rétegek teljesen intaktak, teljes védelmet nyújtanak a nem várt események bekövetkezésével szemben. A 2.1. ábrán látható, hogy a veszélyforrásból kiinduló baleseti röppálya nem jut át az első védelmi rétegen, ezáltal az ábrán szaggatottal jelzett nem kívánt (például légi közlekedési) esemény nem következhet be. A védelmi rétegek bármelyike képes megállítani a baleseti egyenest.

⁶ REASON 1997: 8.

⁷ REASON 1997: 8.



2.2. ábra. A svájcsajt-modell

Forrás: REASON 1997: 9 alapján a szerzők szerkesztése

Reason szerint a valóság ettől eltérő. A védelmi rétegek sosem zárnak tökéletesen, mindig találhatók bennük hiányosságok vagy szimbolikusan tekintve lyukak, amelyeken a baleseti egyenes keresztül tud jutni, át tud törni a következő védelmi rétegre, adott esetben pont az azon lévő lyukon keresztül a harmadik védelmi vonalig, és így tovább.

A modell nagyon jól szemlélteti azt, hogy nincs tökéletes kemény, sem tökéletes puha védelem. A mégoly alapos szabályozás és kialakított eljárásrend, adott esetben tökéletes automatizáltság, kiképzés vagy technikaiveszély-jelző és figyelmeztető-rendszer sem képes ezt megvalósítani.

Ahogy a 2.2. ábrán is megfigyelhető, a baleseti egyenes akadálytalanul hatol át a hiányos védelmi rétegeken, és így a nem kívánt esemény – a repülésben valamilyen légi közlekedési esemény – bekövetkezik. A védelmi rétegeken akár több lyuk is lehet, de amennyiben a rétegek közül akár egy is olyan helyen találkozik a baleseti egyenessel, ahol a hiányosság nem áll fenn, akkor a nem kívánt esemény az adott pillanatban nem következhet be.

Reason szerint a védelmi rétegek nem állandóak, nem helyhez kötöttek, hanem folyamatosan mozognak, változtatják helyüket, keresztmetszetüket. Emellett eltávolíthatók is, azaz a baleseti egyenes útjába helyezhetők. Szemléltetve olyanakká tűnhetnek, mint egyfajta mozgó képek, amelyek „önkéntesen léptethetők ki és be a baleseti egyenes útjába”.⁸ Egyes védelmi vonalak szándékosan is eltávolíthatók, például kalibrálási feladatok, műszaki, karbantartási feladatok vagy tesztelés

⁸ REASON 1997: 9.

során vagy hiba bekövetkezése, illetve szándékos normasértés esetén.⁹ Emellett a védelmi rétegeken képződő lyukak száma, mérete és helye is változhat a feladatot végrehajtó személy tevékenysége és a helyi körülmények alapján.¹⁰ Az elmélet néhány – a rendszerműködés biztonsági kockázatát csökkentő – védelemmel, vagy ahogy Reason említi, „kerítéssel” is számol. Ezek először az emberi hibák ismétlődésének kiküszöbölésére irányuló *képzések*, másodszor az ugyanilyen okból alkotott *szabályok*, harmadszor pedig az emberi hibák kiküszöbölésére, a munkaterhelés csökkentésére vagy valamilyen fizikai védelem megvalósítására képes *technológiák*.

A svájci sajt szeletein keletkezett hiányosságok hibákat jelképeznek, amelyek lehetnek *aktív hibák* vagy látens körülmények okozta úgynevezett *rejtett hibák/körülmények*. Az *aktív hiba* a végrehajtó személy által elkövetett emberi hiba vagy szándékos normasértés, amelynek közvetlen hatása van a rendszer biztonságára.

Dudás tanulmányában az aktív hibákat¹¹ a végrehajtókra és a szakmai tényezőkre vezeti vissza. Négy fő hibát különböztet meg:

- szabályzati hiba: a szabályok nem egyértelműek vagy nem léteznek;
- kiképzési hiba: a szabály létezik, de nem ismert;
- vezetői hiba: a szabály ismert, de nem tartatják be;
- egyéni hiba: a szabály ismert, de nem tartják be.¹²

A repülést vagy más kockázatos rendszert működtető emberi tevékenység olyan véletlen emberi hibákhoz, illetve szándékos normasértésekhez, negatív hatású eseményekhez vezethet, amelyek oka túlmutat az egyénen, az egyén pszichológiai állapotán és felelősségén. Ezek a rendszeren létrejövő *rejtett hibák és körülmények* azok, amik szemléletesen az emberi szervezetben tanyát verő állandó kórokozókhoz (patogének) hasonlíthatók. A rejtett hibák – ahogy a kórokozók is – minden rendszerben jelen vannak, akár éveken keresztül képesek lappangani, mielőtt a pillanatnyi helyi körülmények egy aktív hiba által felszínre nem kerülnek, és elő nem segítik a nem kívánt esemény, azaz baleset bekövetkezését. Egy rendszeren belül a rejtett hibák lehetnek például a gyenge tervezés következményei, a felügyelet hiányosságai, a fel nem tárt gyártási problémák vagy karbantartási hibák,

⁹ Ilyen védelmi réteg eltávolítása játszott többek között szerepet a csernobili atomerőmű-katasztrófa bekövetkezésében.

¹⁰ REASON 1997: 9.

¹¹ Dudás doktori értekezésében dinamikus hibaként hivatkozott az aktív hibákra.

¹² DUDÁS 2007: 20.

a kidolgozatlan eljárások, az esetlen automatizálások, a képzési hiányok vagy akár a nem megfelelő szerszámok és berendezések okozta negatív tényezők.¹³

Reason szerint az aktív hibák és a rejtett hibák közötti különbség alapvetően két, a kockázatos tevékenységet megvalósító szervezetet érintő különbségtételre alapul. Az első a hatás kiváltásának idejét jelenti. A rejtett hibákat éveken keresztül hordozhatja magában a rendszer észrevétlenül. Anélkül, hogy bármilyen jellegű problémát okoznának. Történhet mindez egészen addig, ameddig a körülmények úgy nem alakulnak, hogy az események láncolata áttöri a védelmi rétegeket. A másik különbség, hogy a hibák elkövetői milyen szinten helyezkednek el a szervezetben. Az aktív hibák elkövetői a végrehajtók (az ember-gép rendszer elemei) közül kerülnek ki, míg a rejtett hibák alapvetően a szervezet magasabb szintjein bújnak meg, és alapvetően a gyártással, a szabályozással és az irányítási feladatokat ellátó ügynökségekkel hozhatók összefüggésbe. A rejtett hibák emellett növelhetik az aktív hibák bekövetkezési valószínűségét olyan helyi tényezők, körülmények előállításával, amelyek elősegítik az emberi hibák és normasértések bekövetkezését, illetve súlyosbíthatják a nem kívánt események következményeit, mivel jelentős hatással bírhatnak a rendszerek biztonságára, védelmi rétegeire, berendezéseire.¹⁴

Reason kutatásai során arra a következtetésre jut, hogy a biztonságirányítási erőfeszítéseket a rejtett hibák felderítésére és kiküszöbölésére kell összpontosítani, és nem az aktív hibákra. Meglátása szerint minden balesetelemzés valószínűleg a rejtett hibákat, körülményeket tárja fel, és minél mélyebb a vizsgálat, annál nagyobb hangsúlyt kell fektetni ezeknek a tényezőknek a megismerésére.¹⁵

Az összetett rendszerek működése során bekövetkezett események, balesetek elemzése során több esetben bebizonyosodik,¹⁶ hogy mindig található olyan aktív hiba, amelyre visszavezethető az események láncolata, ugyanakkor minden rendszernél jelen lehetnek azon gyengeségek, amelyek már a rendszer összeállításakor, működése megkezdése előtt bekerültek, úgymond „beterveződtek” a rendszerelemek közé. Ezek láthatatlanul meglapulnak, és gyakran korrigálatlanul maradnak, így később és hosszú időn keresztül fejtik ki hatásukat.

¹³ REASON 1997: 10.

¹⁴ REASON 1997: 11.

¹⁵ LAROUZEE – LE COZE 2020: 3–4.

¹⁶ Erre volt példa a csemobili RBMK reaktor katasztrófája, ahol egyrészt az operátorok inaktívtákká a védelmi rendszerek jelentős részét az elérni kívánt cél érdekében, majd rosszul mérték föl, rosszul azonosították a reaktor működési állapotát, amely végső soron a reaktor leolvadásához és a nyomott vizes reaktorban végbemenő gőzrobbanáshoz vezetett.

Reason kutatásai emellett arra is rámutatnak, hogy a légi közlekedési tevékenység végrehajtása során olyan többszörösen összetett, egymásra ható rendszer alakul ki, amelyben bármely szereplő tevékenysége kihatással van más szereplők tevékenységére.¹⁷ Ez azt jelenti, hogy a rendszerben tevékenykedők hibái vagy a rendszerben kódolt rejtett hibák hatással vannak a rendszer többi szereplőjének tevékenységére és esetleges hibázására is. Reason svájcisajt-modellje a modern rendszerközpontú biztonság szemlélet egyik példája, amely az emberi hiba központba helyezésével természetesnek fogja fel a hibázást, azt nem a nem kívánt esemény okának, hanem távolabbi tényezők következményének tekinti. Erre figyelemmel bátorít a hibák feltárására, az eseteket hibáztatási szándék, felelőskeresés nélkül elemzi és dokumentálja. Ez a szemléletmód segít a megelőzésben, a nagyobb súlyú légi közlekedési események bekövetkezése előtt a mindennapokban előforduló eltérések szintjén képes a biztonságot fenyegető veszélyforrásokat azonosítani és kezelni.¹⁸

A svájci sajt kritikája

A svájcisajt-modell alkalmazása a légi közlekedési események vizsgálatánál hasznos és megfelelő eszköz, hiszen alkalmas az eseményfolyam megragadására és leírására. A modell nagy sikert ért el közérthetősége és szemléletessége miatt, ugyanakkor a kockázatok elemzése mellett nem vette figyelembe a légi közlekedési események analizálására is alkalmas lineáris hibaesemény-modellekre¹⁹ jellemző méretet, bonyolultságot. A modell gyakorlati alkalmazása során viszonylag hamar keletkeztek bizonyos kritikák, amelyek a modell használhatóságára, illetve az alkalmazók hiányosságaira próbáltak rámutatni.

Az egyik kritikai pont a svájcisajt-modell alkalmazási lehetőségeinek mélységét érinti. A EUROCONTROL Kiválósági Központ külön tanulmányt készített 2006-ban a svájcisajt-modell felülvizsgálatára, amelyben elsősorban ATM-szempontról vizsgálták meg a Reason-féle modell alkalmazhatóságát a légi közlekedési események kivizsgálása során. Az EUROCONTROL megfogalmazása szerint a baleseteknek sokféle mérete, alakja és formája van, ezért naivitás azt remélni, hogy egy modell vagy egyfajta magyarázat általánosan alkalmazható lesz minden egyes

¹⁷ DUDÁS 2017: 78.

¹⁸ DUDÁS 2017: 80.

¹⁹ *Linear chain of fault event model* (LCFM); LCFM-modellek többek között: hibafa, eseményfa, Isikawa-diagram, bowtie-modell.

esemény leírására. Egyes balesetek valóban egyszerűek, és ezért csak egyszerű magyarázatokat és egyszerű modelleket igényelnek. Más balesetek összetettek, és összehasonlítható modelleket és módszereket igényelnek az elemzéshez és a megelőzéshez. A baleseti modellek fejlődését olyan esetek kényszerítették ki, amelyek szembeszálltak a jelenlegi gondolkodásmóddal. Az EUROCONTROL szakemberei fokozatosan szembesültek azzal, hogy a változékonyság összefüggéseinek következtében olyan modellekre van szükség, amelyek a baleseteket mind analitikusan, mind előrejelzőként képesek figyelembe venni.

Egy új modell bevezetése azonban nem feltétlenül jelenti azt, hogy a már meglévők elavulttá váltak vagy válnak. Inkább arra szolgál, hogy rávilágítson erősségeikre és gyengeségeikre, és ezáltal bizonyos értelemben megmutassa, hogy mikor kell használni azokat, és mikor nem.²⁰

Ebből a szempontból az EUROCONTROL szakemberei szerint is a Reason-féle modell vitathatatlan értékkel bír mint kommunikációs eszköz, mint heurisztikus magyarázó vagy képzésben alkalmazható eszköz. Mint ilyen, mostanáig is jelentős hatással bírt a balesetek megértésére, és ezáltal a balesetek elemzésének és megelőzésének gyakorlati megközelítésére is. Sikeresen alkalmazták a balesetelemzés és a megelőző mérések eszközeként, bár a felbontás szintje nem megy olyan messzire, mint más modellek esetében. Ez azonban összességében nem feltétlenül hátrány, mivel az elemzés nagyobb pontossága gyakran az eredmények kisebb bizonyosságával jár együtt.²¹

A svájci sajtó nem részletes baleseti modell vagy részletes elmélet arról, hogy egy összetett társadalmi-technikai rendszerben a funkciók és entitások sokasága hogyan hat egymásra és függ egymástól. Ugyanakkor ez nem csökkenti a kommunikációs eszközként betöltött értékét, de korlátozhatja az elemzésben és a proaktív mérések támogatásaként való felhasználását. A Reason-féle modellt nem azért fejlesztették ki, hogy ilyen értelemben részletes modell legyen, ezért nem indokolt azzal vádolni, hogy nem ért el valamit, amit soha nem is akart elérni.²²

További kritikai észrevétel az emberi hibák és a rejtett körülmények közötti egyensúly megtalálásának kérdése. Dudás értekezése szerint egyes légi közlekedési balesetvizsgáló személyek az események vizsgálata során többnyire az első vonalbeli végrehajtók által elkövetett aktív hibákra fókuszálnak, azért, mert a stratégiai, döntéshozói szinten fennálló látens, rejtett körülmények kevésbé kézzelfoghatók, illetve a technikai biztonságot szavatoló rendszerek tevékenységét

²⁰ EUROCONTROL 2006: 21.

²¹ EUROCONTROL 2006: 21.

²² EUROCONTROL 2006: 21.

konstansnak tekintik. Ezáltal a légi közlekedési esemény kivizsgálása során az egyes végrehajtó személyek hibáztatása, felelőssége nagyobb teret kaphat, anélkül, hogy megállapítást nyerne a repülést és a repülésbiztonságot stratégiai szinten megalapozó üzembentartó személyek felelőssége.²³ Ezzel a kritikával Reason elgondolása egyértelműen szembehelyezkedik, ugyanakkor az általános tapasztalat az, hogy elsősorban a magasabb szintű döntéshozók részéről mindig nagy a nyomás a személyi felelősség megállapítására, még abban az esetben is, amikor a végrehajtó személy hibája egyértelműen kódolva volt a szervezet felépítésében, döntéshozatali rendszerében vagy éppen az eredménykényszer, megfelelési kényszer kiépülésében.

A harmadik kritikus észrevétel az aktív hibákon belül a végrehajtó által elkövetett szándékos normasértések kérdése. A szakmai tapasztalatok szerint az előírások megsértése a légi közlekedésben nem túl rendszeres, de előfordulhatnak az eljárásrendektől való szándékos eltérések.²⁴ Ahogy korábban már leírtuk, ezen normasértések, jogsértések a szervezeti hiányosságok (műszakvezetői döntések), a vállalati intézkedések (felső vezetői döntések), a nem megfelelő védekezés és a veszélyes cselekedetek pszichológiai előzményei miatt következhetnek be.

Maurino és munkatársai publikációjukban keretet adtak a normasértések megértéséhez, és ezeket a biztonságos működési gyakorlatoktól való szándékos vagy hibás eltérésként definiálták.²⁵ Megjegyzik, hogy a készségalapú szinten elkövetett normasértések a szakképzett cselekvések repertoárjának részét képezik, és hogy ezek a cselekvések gyakran a „sarkok levágásával”, eljárások rövidítésével, azaz időtakarékossgal járnak, és leginkább rutinszerűen, nem aktívan reagáló környezetben hajthatják végre azokat. Megkülönböztetnek szabályalapú szinten elkövetett normasértéseket, amelyek általában olyan szándékos cselekedetek, amelyeket abban a hitben hajtanak végre, hogy nem járnak rossz következményekkel. Az ilyen normasértések a költség-haszon kompromisszumok eredményei, tehát ezekben az esetekben az előnyök meghaladják a költségeket. Emellett léteznek a tudásalapú szinten elkövetett normasértések, amelyek egy ritka, de betanult helyzet váratlan bekövetkezése vagy az egyénileg ismert helyzetek valószínűtlen kombinációja miatt tett lépések eredményeként történnek.²⁶

²³ DUDÁS 2007: 20.

²⁴ A szerzőknek az állami célú légi közlekedési balesetek közigazgatási hatósági vizsgálata során szerzett személyes tapasztalata.

²⁵ MAURINO et al. 1995.

²⁶ MAURINO et al. 1995: 16–21.

A fentiek alapján a kérdés ott merül fel, hogy adott esetben vajon a normasértés vezethet-e légi közlekedési esemény során olyan eredményre, amely a körülmények összjátéka miatt csak úgy oldható meg kisebb veszteséggel, ha a leírt normáktól eltérve, szándékosan azokat megszegve cselekszik a végrehajtó személy. Milyen lehet az ilyen normasértéseknek a megítélése, konzekvenciája?

Ilyen esemény volt a US Airways 1549-es járatának légi közlekedési balesete, amely során madárral való ütközést követően mind a két hajtómű leállt, és a légi jármű kényszerleszállást hajtott végre a Hudson folyó vizére. Az Egyesült Államok polgári légiközlekedés-biztonsági szervezete (*National Transportation Safety Board, NTSB*) által készített baleseti jegyzőkönyv alapján a légi jármű parancsnoka az alacsony sebesség, az alacsony magasság miatt nem tudta befejezni a két hajtómű leállása esetére előírt ellenőrző lista lépéseit, ugyanakkor a hajtóművek tolóerejének elvesztését követően a lista figyelmen kívül hagyásával elindította a légi jármű segédhajtóművét, ezáltal lehetővé téve, hogy megfelelő energia álljon rendelkezésre az Airbus A-320-214 típusú repülőgép (az elektromos rendszer, a hidraulikarendszer üzemeltetéséhez) manőverezéséhez. Ezt követően a légi jármű parancsnoka a vízre érkezés esetére az eljárásrendben szereplő *Flap 3* konfiguráció helyett a *Flap 2* konfigurációt használta a szárnymechanizáció beállításánál – ívelőlap és orrsegédszárny –, amely döntését azzal indokolta, hogy személyes tapasztalatai alapján az előírt konfiguráció nem csökkentette volna annyira az átesési sebességet, mint amennyire növelte volna a légi jármű légellenállását, ami miatt nem lett volna elegendő mozgási energia a kilebegtetés végrehajtására, azaz a vízre érkezést megelőzően a vízszintes és a süllyedési sebesség biztonságos értékre csökkentésére.²⁷ A normasértés ebben az esetben a légi közlekedési esemény következményeinek súlyosságát jelentősen csökkentette. A fedélzeten tartózkodó 155 személyből 5 fő súlyos, 95 fő kisebb sérüléseket szenvedett, 55 fő pedig nem

²⁷ *Aircraft Accident Report. Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River. US Airways Flight 1549. Airbus A320-214. N106US. Weehawken, New Jersey. January 15, 2009* 2010: 53–56; az NTSB az eseményt követően javasolta, a Szövetségi Légiközlekedési Hatóság (Federal Aviation Authority, FAA) dolgozzon ki, és vezessen be átfogó iránymutatásokat a vészhelyzeti és különleges esetekre vonatkozó ellenőrző listák megtervezésére és kidolgozására. Az iránymutatásoknak figyelembe kell venniük az ellenőrző lista kritikus pontjainak sorrendjét (például a segédhajtómű beindításának időpontja), az optimalizáló, különleges eset behatárolását elősegítő kizárások használatát, hogy csökkentsék annak kockázatát, hogy a repülőszemélyzet tagjai nem megfelelő ellenőrző listán mennek végig, vagy az ellenőrző lista egy részén ragadnak, emellett hatóság határozza meg az ellenőrző lista hosszát, az ellenőrző lista részletességének szintjét, az ellenőrző lista kitöltéséhez szükséges idő mennyiségét és a repülőszemélyzet mentális terhelésének szintjét.

sérült meg.²⁸ A sérülések jelentős része abból adódott, hogy az alacsony repülési magasság miatt a légiutas-kísérőknek nem állt rendelkezésre megfelelő idő ahhoz, hogy a vízre szállásra teljes mértékben felkészítsék a kabint és az utasokat.

További kritikai észrevételként jelenik meg, hogy a svájcisajt-modell nem Reason által kidolgozott elmélet, mint ahogy a modellben alkalmazott mélységi védelem kialakítása sem. Larouzee és Le Coze²⁹ szerint Reason a modell kidolgozásakor a mélységi védelem koncepcióját John Wreathall munkájával erősítette meg. Wreathall atomenergiái mérnök volt, 1981-ben találkozta egy emberi hibával foglalkozó konferencián. Ismeretségük közös gondolkodásban, kidolgozói munkában csúcsosodott ki, amelynek eredménye az 1987-ben kialakított első *szervezeti baleseti modell* volt. Ebben az elgondolásban Wreathall normatív modellt dolgozott ki minden termelő szervezet számára. A modellben öt elem jelent meg: a politikai döntéshozók (tervezők és felső vezetők), a részlegekre (karbantartás, képzés, üzemeltetés stb.) osztott vezetői lánc, az előfeltételek (képzett és képzetlen kezelők, technológia és berendezések, jövőbeli tervek, karbantartás stb.), a termelő tevékenységek (a kezelők és a gépek összehangolása) és a védekezés (műszaki, emberi és szervezeti védelem). Reason erre az alapra ráépítve kísérte meg körülírni, hogy egy rendszerben hol (a hibák taxonómiája) és hogyan (a kórokozók metaforája) keletkeznek, és kombinálódnak a hibák, ami balesethez vezet. A modell mélységi védekezése az atomenergia felhasználási területéről érkezett.³⁰ Ugyanakkor a svájcisajt-szeletek ötletét eredetileg Rob Lee vetette fel az 1990-es évek elején, aki abban az időben Canberrában volt a Légiközlekedési Balesetvizsgáló Iroda vezetője, és az ötletét részben fel is használták egy 1995-ben megjelent, a légi járművek karbantartásáról szóló kiadványban.³¹

Tekintve, hogy az atomenergetika rendszere a légi közlekedés rendszerével azonos kockázati szinten működik (hiperbiztonságos rendszerek), az elmélet alkalmazás lehet mindkét szakterület biztonságának leírására, mégis felmerül a kérdés, hogy a rendszerek közti eltérő mértékű és gyakoriságú káros következményeket érintő kimenetek szempontjából vajon egyenértékűen használható-e.

Mindezek mellett a modellt kritizáló szerzők egyetértettek abban, hogy a svájci sajt metaforája könnyen érthetővé teszi az összetett gondolatokat, és így

²⁸ *Aircraft Accident Report. Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River. US Airways Flight 1549. Airbus A320-214. N106US. Weehawken, New Jersey. January 15, 2009* 2010: 6.

²⁹ LAROUZEE – LE COZE 2020: 4.

³⁰ LAROUZEE – LE COZE 2020: 4.

³¹ LAROUZEE – LE COZE 2020: 4.

jelentősen hozzájárult a szervezeti baleseti paradigma népszerűsítéséhez számos tevékenységi területen.³²

Ezekon felül fontos kiemelni, hogy habár a Reason-féle modell egyes elemei más gondolkodóktól eredeztethetők, ugyanakkor a modell hármassága – mélységi védelem, a látens kórokozók metaforája és a svájci sajt plasztikussága – együttesen Reason publikációiban állt össze egésszé.

Egy további kritikai észrevétel a svájcisajt-modell jelen körülményei között történő használatát kérdőjelezi meg. Erik Hollnagel³³ megítélése szerint Reason modellje komplex lineáris modell³⁴ – azon belül epidemiológiai modell³⁵ –, amely a balesetet rejtett körülmények és kockázatos cselekmények (emberi hibák és normasértések) lineáris kombinációjának tulajdonítja, ezáltal az elemzést az egyénről a szervezetre és annak vezetésére helyezi át, ugyanakkor a megelőzést továbbra is a rendszervédelem megerősítésére irányítja.³⁶ Ezáltal nem tekinti rendszerszintű, más néven nemlineáris komplex modellnek,³⁷ amelyet a jelenleg elfogadott modern, többszörösen összetett rendszerek értelmezésére dolgoztak ki. Ezen nemlineáris komplex modelleket a balesetek dinamikus szemlélete jellemzi, és emellett az, hogy az okok és a hatások kölcsönhatásban vannak egymással,³⁸ azaz a baleseteket úgy lehet elképzelni, mint a valós környezetben előforduló, kölcsönösen kölcsönhatásban lévő változók kombinációjának eredményét, és csak e több tényező kombinációjának és kölcsönhatásának megértése révén lehet a baleseteket valóban megérteni és megelőzni.³⁹

Ezzel Sidney W. A. Dekker is egyetért, szerinte a szervezet statikus szemlélete elősegíti a balesetek lineáris ok-okozati összefüggésének elképzelését. Véleménye szerint az olyan előfeltevések, mint a szétbontható rendszer, a független alrendszerek és az okok linearitása, arra készíthetik a biztonsággal foglalkozó szakembereket, hogy az összetevők vagy alrendszerek minőségének biztosítására törekedjenek, miközben nem veszik figyelembe a rendszer egységét.⁴⁰

³² LAROUZEE – LE COZE 2020: 6.

³³ A funkcionális rezonancia baleseti modelljének (*Functional Resonance Accident Model, FRAM*) egyik megalkotója.

³⁴ HOLLNAGEL 2004.

³⁵ TOFT et al. 2012: 10.

³⁶ LAROUZEE – LE COZE 2020: 8.

³⁷ Idetartozik például az Erik Hollnagel- és Örjan Goteman-féle FRAM és a Nancy G. Leveson által kidolgozott rendszerelméleti baleseti modell és folyamatelemzés (*System-Theory Accident Model and Process, STAMP*) is.

³⁸ LAROUZEE – LE COZE 2020: 8.

³⁹ TOFT et al. 2012: 3.

⁴⁰ LAROUZEE – LE COZE 2020: 8.

A bemutatott kritikák, bár jogosan kérdőjelezték meg a Reason-modell egyes funkcióit, sohasem jutottak el odáig, hogy a megalapozó elmélet alapjait kezdjék ki. Ahogyan bemutattuk, a támogató elméletek és a későbbi kutatások is inkább megerősítették a modell időtállóságát. A méltán kritizált szabálysértés mint hibatípus kidolgozását (hanyag, hedonikus, rossz szándékú, hasznos) például English és Branaghan⁴¹ végezte el, támaszkodva a svájcisajt-modellt is megalapozó Rasmussen⁴² korábbi kutatásaira. Ilyenformán a modell folyamatosan fejlődik, és a kritikák ezt mindinkább elősegítik.

Összegzés

A Reason-modell vagy populárisabb megnevezésében svájcisajt-modell nyilvánvaló limitációi ellenére a mai napig a biztonságról való gondolkodás keretét biztosítja a légi közlekedési szakterületen. A modellt támogató leíró elmélet megjelenése óta a biztonságtudomány számtalan kritikát fogalmazott meg például a leegyszerűsítő jellegű lineáris eseménylánc koncepciója vagy a meghatározatlanságnak teret engedő funkcióhiányosságok (sajtszeletlyukak) és a szándékos szabálysértés alapjainak kidolgozatlansága miatt. Mindezen kritikák ellenére a modell semmit sem veszített frissességéből és szemléletességéből. Továbbra is népszerű maradt. Hasonló erejű átfogó modellt, amely mindenki számára érthető, nem alkottak az elmúlt évtizedekben. Érthetőségben és komplexitásban talán csak Hollnagel *Safety I-Safety II* koncepciója közelíti meg Reason elméletét. A svájcisajt-modell több évtizeden átívelő története során az azt megalapozó elmélet cáfolatára nem vállalkoztak kutatók, a kritikák pedig nem elvettek, hanem inkább hozzátettek annak tudományos értékéhez. Így a koncepció minden bizonnyal tovább él majd, képletesen szólva a modell nevét adó svájci sajt továbbra is fogyasztható marad.

Felhasznált irodalom

Aircraft Accident Report. Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River. US Airways Flight 1549. Airbus A320-214. N106US. Weehawken, New Jersey. January 15, 2009 (2010). Washington, DC: National Transportation Safety Board. Online: www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1003.pdf

⁴¹ ENGLISH–BRANAGHAN 2012.

⁴² RASMUSSEN 1982.

- DUDÁS Zoltán (2007): *A repülési biztonságkultúra fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédség légierijében különös tekintettel az emberi tényező formálására*. PhD-disszertáció. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Kossuth Lajos Hadtudományi Kar Hadtudományi Doktori Iskola. Online: <https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12061/Teljes%20sz%F6veg!.pdf?sessionid=DA8D6EF7F3762F5508AE9406A28BB256?sequence=1>
- DUDÁS Zoltán (2017): Repülésbiztonság emberi hiba nélkül? *Repüléstudományi Közlemények*, 29(1), 75–82. Online: www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_1/2017-1-06-0389_Dudas_Zoltan.pdf
- ENGLISH, Dave – BRANAGHAN, Russel J. (2012): An Empirically Derived Taxonomy of Pilot Violation Behavior. *Safety Science*, 50(2), 199–209. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.08.009>
- EUROCONTROL (2006): *Revisiting the „Swiss Cheese” Model of Accidents*. Brétigny-sur-Orge Cedex: EUROCONTROL Experimental Centre. Online: www.eurocontrol.int/publication/revisiting-swiss-cheese-model-accidents
- HOLLNAGEL, Erik (2004): *Barriers and Accident Prevention*. London: Routledge. Online: <https://doi.org/10.4324/9781315261737>
- LAROUZEE, Justin – LE COZE, Jean-Christophe (2020): Good and Bad Reasons: The Swiss Cheese Model and Its Critics. *Safety Science*, 126, 10466. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104660>
- MAURINO, Daniel E. et al. (1995): *Beyond Aviation Human Factors. Safety in High Technology Systems*. London: Routledge. Online: <https://doi.org/10.4324/9781315261652>
- RASMUSSEN, Jens (1982): Human Errors. A Taxonomy for Describing Human Malfunction in Industrial Installations. *Journal of Occupational Accidents*, 4(2–4), 311–333. Online: [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(82\)90041-4](https://doi.org/10.1016/0376-6349(82)90041-4)
- REASON, James T. (1997/2016): *Managing the Risks of Organizational Accidents*. New York: Routledge. Online: <https://doi.org/10.4324/9781315543543>
- TOFT, Yvonne et al. (2012): Model of Causation: Safety. In HaSPA (Health and Safety Professionals Alliance): *The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals*. Tullamarine: Safety Institute of Australia. Online: <https://ohsbok.org.au/wp-content/uploads/2013/12/32-Models-of-causation-Safety.pdf>

