

AZ EMBERI TÉNYEZŐK SZEREPÉNEK MEGHATÁROZÁSA A LÉGIJÁRMŰVEK KARBANTARTÁSÁNAK MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSÁBAN

SIPOS István, HUSI Géza

Lufthansa Technik Budapest,
H-1675 Budapest, Ferihegy Airport, P.O. Box 13,
istvan.sipos@lhtb.hu

Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék,
4028 Debrecen Ótemető u. 2-4,
husigeza@mfk.unideb.hu

KIVONAT

A légi járművek, így az utasszállító repülőgépek biztonságos alkalmazását a magas színvonalú karbantartása eredményeként a légi alkalmasság folyamatos fenntartásával lehet biztosítani. Az EASA 2042/2003/EK bizottsági rendelet Part 145 című részében megköveteli az érintett személyek képzését, az emberi tényezőkkel kapcsolatos ismeretek, és a bekövetkezett emberi hibázások elemzése témakörében.

Az emberi tényező fontosságát jelzi, hogy az emberi hibázásból eredő balesetek száma 4:1-hez aránylik a műszaki okból bekövetkezett balesetekhez, repülőeseményekhez. Az okokat vizsgálva jelentős kockázat, ha a dolgozók nem készültek fel megfelelően a technika szakszerű üzemeltetésére, ismereteik felszínesek, nincsenek tisztában egy berendezés működésével, hiányoznak a viselkedési minták, hézagos a kapcsolatrendszerük, akadódik az információs folyamat a helytelen szervezési megoldások miatt. Karbantartási hibák tehát nem csak az eseményt kiváltó konkrét hiba, hanem az érintett személyre valamint munkahelyi-, szervezeti- és környezeti hatásokra visszavezethető rejtett okok hatására jön létre.

Kulcsszavak: emberi tényezők, repülőgép karbantartás

“Errare humanum est”
(Cicero)

1. BEVEZETÉS

Annak ellenére, hogy a repülőgép napjaink egyik legbiztonságosabb közlekedési eszköze (egymillió kilométer a repülésben kevesebb halálos áldozatot követelő baleset jut, mint az autóutakon) a közvélemény veszélyesnek ítéli meg, mert [1]:

- az utasoknak nincs lehetőségük a kockázat elhárítására, kiszolgáltatottnak érzik magukat;
- a sajtónak köszönhetően az egész világot bejárja egy-egy baleset vagy rendkívüli esemény híre;
- csaknem mindenki életét veszíti egy repülőbaleset során.

A légi járművek, így az utasszállító repülőgépek biztonságos alkalmazását a légi alkalmasság folyamatos fenntartásával lehet biztosítani. Ennek egyik legfontosabb eleme a légi járművek rendszeres, magas színvonalú karbantartása.

A légi alkalmasság a légi jármű azon – főként műszaki követelményekben meghatározott – képessége amely lehetővé teszi a légi járművel a biztonságos repülés végrehajtását. Ez az általában folyamatos alkalmasság földi kiszolgálással és karbantartással tartható fent. Nyilvánvaló, hogy a hagyományos karbantartási és üzemeltetési módszerek közül a hibáig tartó üzemelési rendszer egyáltalán nem, a

merev ciklusokon alapuló karbantartás csak részben alkalmazható a légialkalmasság fenntartásához. Statisztikai tény, hogy a ciklikus karbantartás mellett, hogy nem eredményez gazdaságosságot, még a biztonságot sem nyújtja a megfelelő mértékben [2]. A műszaki diagnosztikán alapuló karbantartás – ami szóba jöhet a légialkalmasság fenntartásakor – hasonlóan az előző két módszerhez nem veszi figyelembe az emberi tényezőt, tisztán műszaki kérdésekre koncentrálnak.

Az Európai Unióban belül a légi járművek karbantartására vonatkozó műszaki követelményeket a 2002. július 15-i 1592/2002/EK európai parlamenti és tanácsi rendelettel létrehozott Európai Repülés Biztonsági Ügynökség (EASA) határozza meg.

Cikkünk az Európai Repülés Biztonsági Ügynökség előírásai alapján a légi jármű-karbantartás minőségügyi kérdései közül az emberi tényezők fontosságára hívja fel a figyelmet.

2. AZ EASA PART 145 ELŐÍRÁS KÖVETELMÉNYEI AZ EMBERI TÉNYEZŐKKEL KAPCSOLATOSAN

Az EASA a 2003. november 20-i 2042/2003/EK bizottsági rendelet **Part 145** című részében meghatározottak szerint irányítja és felügyeli azon légi jármű karbantartó szervezetek működését, amelyek forgalmi- és báziskarbantartások végrehajtásával biztosítják a folyamatos légialkalmasság fenntartását. Ennek során a légi jármű karbantartó szervezet az illetékes légiközlekedési hatóság által jóváhagyott eljárás és rendelkezések szerint megállapítja és ellenőrzi a karbantartásban, irányításban és/vagy minőségügyi auditokban résztvevő alkalmazottai alkalmasságát. A munkakör ellátásához szükséges szakértelem mellett, az alkalmasságnak ki kell terjednie az emberi tényező és a teljesítőképeség jelentőségének az adott személy szervezetben betöltött funkciójához szükséges mértékű megértésére.

Fontos megjegyezni, hogy az emberi tényezőknek ilyen mértékű felértékelődése a minőségközpontú menedzsment-rendszerek sajátja is, amelyek közül kézzelfoghatóan a TQM (Total Quality Management) rendszerben jelenik meg. A TQM köztudottan a munkatárs meglévő képessége és készsége megléte mellett az emberi tényezőkre, a felhatalmazásra, a bizalomra, a folyamatos fejlesztésre, a munkatársak egymásrautaltságára, a team-munkára alapozva alakítható ki egy szervezetnél, annak ellenére, hogy a valóságot sokszor a standardizált, széttagolt rutinmunkával, a beépített ellenőrző mechanizmusokkal jellemezhetjük és a csoportnak az ellenőrző, fegyelmező szerepe dominál.

Az EASA Part 145 előírás megköveteli, hogy a légi járművek karbantartásában érintett személyek (nemcsak a szakszolgálati engedéllyel ellátott repülőgépszerelők), kötelesek az emberi tényezőkkel foglalkozó **alap-** és **ismétlő** tanfolyamokon részt venni. Ezek a tanfolyamok - gyakorlati példákon keresztül - az emberi tényezőkkel kapcsolatos ismereteket, valamint az emberi hibázások kezelésének módját mutatják be a légi járművek karbantartási folyamataival összefüggésben.

Az alaptanfolyam hossza és tartalma az érintett állomány beosztásához (munkaköréhez) igazodik, míg az ismétlő tanfolyam az emberi tényezőkkel kapcsolatos ismeretek felfrissítésére és a légi járművek karbantartása során bekövetkezett emberi hibázások elemzésére irányul. Az alaptanfolyamot az EASA Part

145 engedéllyel rendelkező légi jármű karbantartó szervezethez való belépést követő első hat hónapon belül, míg az ismétlődő tanfolyamot az alaptanfolyamot követő minden két éven belül legalább egy alkalommal kell megtartani.

Az alaptanfolyam az alábbi témakörökbe sorolható ismeretek oktatására irányul:

- az emberi tényező bemutatása;
- biztonsági kultúra / szervezeti tényezők hatása;
- az emberi hibázás és a hibázások hatása;
- az emberi teljesítőképesség és annak korlátai;
- a munkakörnyezet szerepe;
- a légi járművek karbantartásánál alkalmazott eljárások, információk, eszközök és gyakorlat;
- a kommunikáció jelentősége;
- a csoportmunka fontossága;
- szakmaiság és szavahihetőség;
- az emberi tényezőkre visszavezethető működési rendellenességek az adott karbantartó szervezeten belül.

Ha végignézzük ezt a felsorolást könnyen találhatunk kapcsolatot az EASA Part 145 előírás és a 6 szigma¹ között. Gyakorlatilag egyik minőségügyi irányzatnál sem tapasztalható olyan széleskörű és mély oktatási tevékenységet, mint a 6 szigma-nál, ahol a vállalat minden tagja kap valamilyen képzést a lehető legkevesebb hiba elérése érdekében. Ugyanakkor a 6 szigma a gyártás, szolgáltatás nagy mennyiségéből, azoknak a hasonlóságából, tehát a megismételt folyamatok hibamentességét, műszaki tűréshatáron belül tartását tűzi ki célul. Ennek a célnak az eléréséhez, eszközöként, a szabályozottság minden körülmények között fenntartását és a képesség (gép-, folyamat-, mérőeszköz-képesség) biztosítását alkalmazza. Természetesen a már említett TQM alapelveket – az MSZ EN ISO 9001:2001-el együtt – a 6 szigma is vallja (pl. vevőközpontúság, vezetés felelőssége, munkatársak bevonása, stb.), ezért a 6 szigma programra úgy tekinthetünk, mint a TQM-hez vezető egyik lehetséges út. Felmerül a kérdés, hogy azoknál a folyamatoknál ahol a fő jellemző nem a tömegszerűség hanem egyedi gyártás szolgáltatás és annak minősége alkalmazható-e egyáltalán valamilyen statisztikai értékelésen alapuló minőségjavítás vagy nem. Erre P.B.Crosby [13] minőségfelfogásában találunk magyarázatot, akinek alapvető minőségszemlélete az, hogy a minőséget a vezetőség tevékenysége határozza meg, és a minőség az nem más, mint a követelményeknek való megfelelés. Ez azt jelenti, hogy az EASA Part 145 előírás pont ezeket a követelményeket foglalja össze az emberi tényezőkkel kapcsolatosan, célul tűzve a karbantartás közben elkövetett hibák elfogadható kockázati szint alá történő csökkentését.

Az EASA Part 145 szerinti oktatás filozófiája kiemelten kezeli a biztonsági kultúra tárgykörben, hogy abszolút biztonság és ezáltal 0 hibázás nem létezik, ellentétben

¹ A matematikai statisztikában a "szigma" a szórás jelöli. A 6 szigma módszer a folyamatjavítás egyik eszközeként a szórás csökkentésére törekszik. Nevezetesen: a szigmát a folyamat teljesítményének mérésére használják olyan szempontból, hogy mennyire sikerült a hibamentes eredményt elérnünk. A hiba mindaz, ami kiváltja a fogyasztó elégedetlenségét, például a vevői elvárásokat nem teljesítő termék, a gyenge minőségű szolgáltatás vagy a nagy ár.

P.B.Crosby minőségfelfogásával aki egyértelműen a szervezeti működés 0 hibáját tűzte ki célul. Azóta kiderült és több helyen bizonyítást is nyert elfogadható kockázattal számolnunk kell, ami napjainkban egymillió repülésre vetítve 2-3 olyan repülőbalesettel számol, ami emberáldozattal jár (ez 99,999997%-os megfelelésnek, és közel 5 szigma minőségnek felel meg). Cél, hogy ez a szám az elkövetkező 10 évben egy nagyságrenddel csökkenjen (0,2-0,3 npmo/ppm² ebben az esetben mutató jóval meghaladja 5 szigma minőség értéket).

3. MIÉRT FONTOS AZ EMBERI TÉNYEZŐ ISMERETE?

Cicero közismert megállapítása szerint: „Tévedni emberi dolog”. A hibázás képessége született tulajdonsága minden emberi lénynek és sohasem szüntethető meg teljeskörűen. Mint mindannyian, még a legképzettebb emberek is követhetnek el váratlan hibákat, akár több tucatot is naponta. Ezért gyakran hallható: „Mindenkinek joga van tévedni, senki sem tökéletes.” Elkerülhetetlen, hogy néha egy-egy hiba csússzon akár az előkészítésbe, akár a kivitelezésbe. De nem mindegy, hogy a hibának mekkora és milyen természetű következményei vannak. A légiközlekedésben a hibák megengedhetetlenek, hiszen azok katasztrófához is vezethetnek. Viszont az, hogy "megengedhetetlen", nem jelenti azt, hogy nem is történik meg.

A légijárművek karbantartása az évek során jelentősen megváltozott. A legújabb légijárművek olyan anyagokat, hajtóműveket és elektronikus alrendszereket tartalmaznak, melyek a korábbi típusokban nem léteztek. Ezért a repülőgépszerelők munkája egyre bonyolultabbá és kimerítőbbé válik.

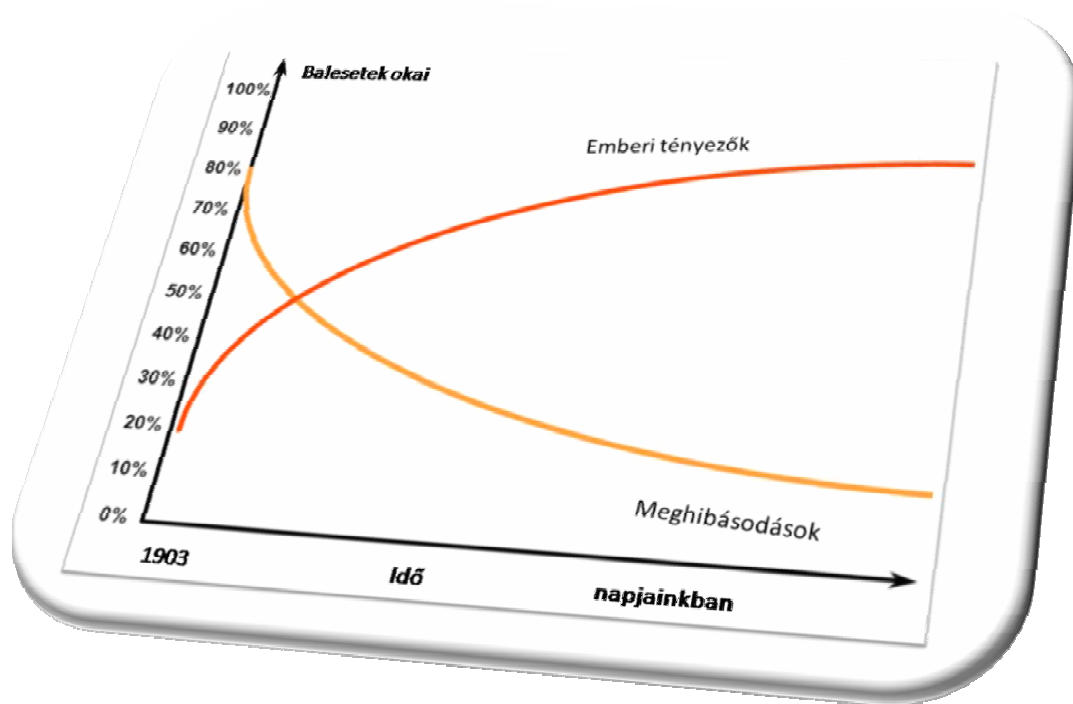
Az új anyagok és az elektronikus rendszerek alkalmazása azonban nem jár együtt a légijárművek karbantartásában közreműködő repülőgépszerelők és felügyelők munkaterhelésének valamint a szakmai tudás megkívánt szintjének csökkenésével, mivel a karbantartások jelentős része továbbra is emberi közreműködéssel, sok esetben az ergonómia által nem javasolt munkakörülmények között kerül végrehajtásra (1. ábra).



1. ábra A sárkány karbantartása régen és ma, de még mindig különleges testhelyzetben

² Az egymillió hibalehetőségre jutó nemmegfelelőségek száma, azaz milliomodrász.

Az **emberi tényező** fogalma akkor kezdett elterjedni, amikor a kereskedelmi légi közlekedésben felismerték, hogy az emberi hibázásból eredő balesetek száma egyre jelentősebb mértékben meghaladja a műszaki okból bekövetkezett légiközlekedési balesetek és repülőesemények számát.



2. ábra Légijármű balesetek okainak változása a „kezdetektől” napjainkig [3]

Ezt a változást szemlélteti a 2. ábra, amelyen látható, hogy napjainkban a műszaki okokra visszavezethető balesetek aránya már csak 20 százalék, az emberek (repülőgépvezetők, légiforgalmi irányítók, repülőgépszerelők, stb.) által okozott 80 százalékkal szemben.

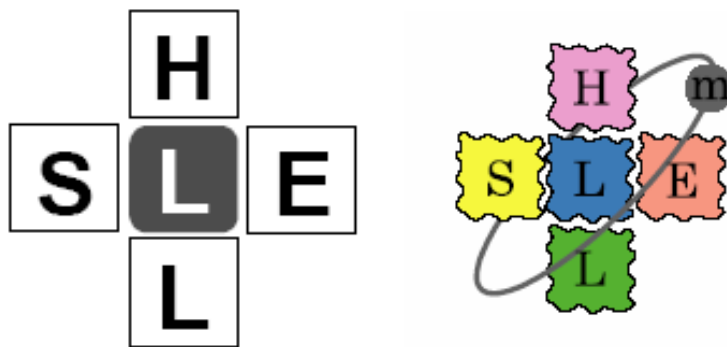
A légijárművek karbantartása közben is követnek el hibákat, csak az nem mindegy, hogy milyen gyakran és milyen súlyosakat. A jelenleg ismert statisztikai adatok szerint az emberi hibázásból bekövetkező balesetek 6%-át okozzák karbantartási hibák, míg az ilyen jellegű hibák további 12-15% esetén közrejátszanak a balesetek kialakulásában [4]. Ez a 20% körüli érték jelentős kockázata a karbantartásnak. A **kockázat ismerete** alapvető fontosságú hiszen, a karbantartás eredményének bizonytalanságára utal. Nyilvánvaló, hogy a karbantartás sikerességének esélyeit növelni kell annak érdekében, hogy a karbantartás okozta hibák – mint kockázati tényezők – csökkenjenek. Ez csak oly módon lehetséges, ha a karbantartást nem csak, mint műszaki probléma és annak kockázata, hanem – a műszaki problémát kiegészítve – az emberi tényezőket is mint a kockázatot befolyásoló tényezőket vesszük figyelembe. Éppen ezért nagyon fontos az emberi hibázás természetének a megértése.

4. AZ EMBERI TÉNYEZŐ FOGALMA

Az EASA Part 145 előírás meghatározása szerint [14]: „Az emberi tényező azokat az elveket jelenti, amelyek a repüléstechnikai tervezésre, tanúsításra, szakképzésre, működésre és karbantartásra vonatkoznak, és amelyek biztonságos kölcsönös kapcsolatot igyekeznek teremteni az emberi tényezők és más rendszerösszetevők között, megfelelő figyelemmel az ember teljesítőképességére³.” Az emberi tényező az alábbi kölcsönhatásokban fejeződik ki:

- ember és technika;
- emberek és előírások;
- ember és a környezet;
- ember és ember.

Ha rendszerelméleti keretben gondolkodunk, és a légi járművek karbantartását egységes rendszerként tekintjük, akkor annak egyes elemei szorosan összefüggnek egymással és tulajdonságai ezeknek az összefüggéseknek a figyelembevételével érthetők meg [2]. E rendszeren belül a CAP 715 [5] (Civil Aviation Publications) nyomán négy alrendszer különíthető el (3. ábra), de nyugodtan odatehetjük az 5. (m) alrendszert ami az elkötelezett menedzsment szerepét jelöli.



3.ábra Az eredeti és a menedzsmenttel kiegészített modell

A SHEL modell összetevői:

S. a karbantartási eljárásokat és kézikönyveket, a karbantartási ütemtervet, egyéb írott és íratlan szabályokat tartalmazó **S**oftware;

H. a légi járművet, a szerszámokat, a mérőeszközöket, a javító anyagokat, alkatrészeket, stb. tartalmazó **H**ardware;

E. a hangárt, a forgalmi karbantartás feltételeit, a munkahelyi feltételeket, a vezetés összetételét, az irányítási struktúrát, stb. magába foglaló munkakörnyezet (**E**nvironment);

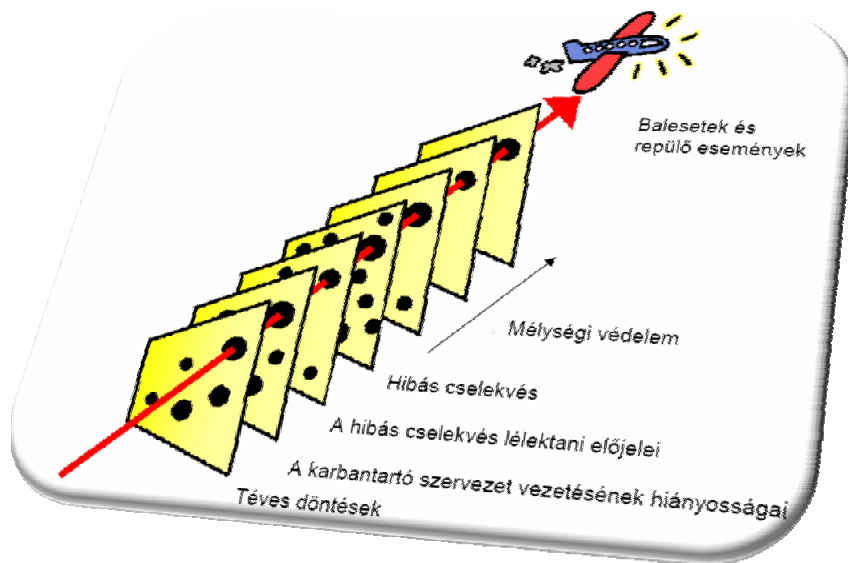
L. a rendszer negyedik eleme maga az ember a saját fizikai, pszichés és pszichofiziológiai jellemzőivel (**L**ifeware), aki a modell középpontjában elhelyezkedve, kapcsolatban áll más emberekkel (**L**ifeware) is;

³ Az emberi teljesítőképesség az emberi képességek és korlátok összessége, amelyeknek hatása van a légi közlekedés biztonságára és hatékonyságára.

m. a minőségért elkötelezett menedzsment. (A Japán haditengerészet külön foglalkozik a menedzsment szerepével (m-SHEL néven) a rendszerek és az operátorok együttműködésének értékelésekor [17.]

A SHEL modellből következik, hogy az ember és munkakörnyezetének vizsgálata nem csupán a dolgozót (adott esetben a repülőgépszerelőt) körülvevő fizikai környezeti tényezőket jelenti, hanem a munkavégzés során használt eszközöket, anyagokat, továbbá a munkamódszert, a munka szervezetét akár egyéni, akár csoporton belül végzett munkáról van szó. Tehát amikor a munkakörben elkövethető hibák kockázatait mérlegeljük akkor fontos azt megállapítanunk, hogy a munkakör (beosztás) milyen követelményeket támaszt az ott dolgozóval szemben, és a konkrét dolgozó ezeknek a követelményeknek mennyire felel meg [15]. Mindezek kapcsolatban vannak magával az emberrel: a képességeivel, a lehetőségeivel és a korlátaival.

Reason [6] elmélete alapján, – amit Scott és társai továbbfejlesztettek [7] – a fenti kölcsönhatások, mint a nemkívánatos esemény kialakulásának genézise az ún. „svájci sajt” („Swiss cheese”) példán keresztül ábrázolhatók (4. ábra). Az „svájci sajt” elmélet szerint a sajton az egyes lyukak az aktív hibázásoknak felelnek meg. Baleset és repülési esemény akkor következik be, ha ezek a hibázások pont egybe esnek, egymást erősítik.



4. ábra A svájci sajt modell

Az EASA Part 145 előírás fő törekvése, hogy a légi járművek karbantartásában résztvevő embereket képessé tegye a műszaki háttér, a karbantartó szervezet és a légi jármű által támasztott igényekhez való alkalmazkodásra. Olyan tudatformálást igyekszik megvalósítani, amely késszé és képessé teszi az embereket annak felismerésére, hogy személyes felelősségük kiterjed a teljes rendszer hibátlan működésére, mind a technikát, mind a szervezetet, mind a működés eredményeit illetően. Kétirányú alkalmazkodás során a karbantartó vállalatnak olyan technikai

háttérrel, szervezetet kell kialakítani, amely igazodik az emberek magatartási lehetőségeihez, és számol viselkedésük lehetséges változtatásaival. Ha a „sajt bármelyik szeletén” (4. ábra) el lehet ézni, hogy a lyukak száma és nagysága minimális legyen, akkor a védelem megvédi a légi járművet az eseménytől.

A légi jármű karbantartás stratégiáját annak tudatában célszerű kialakítani, hogy az ember bármikor tévedhet, mivel többnyire öntudatlanul, automatikusan végbemenő a magatartása. Nem zárható ki, hogy a **tévedni emberi dolog** elvnek megfelelően olyan hibák következnek be, amelyeket a konkrét viszonyokhoz nem alkalmazkodó viselkedéssel okoz a dolgozó.

A valóságban azért mond csődöt az ember kritikus helyzetekben, mert felkészületlen azok kezelésére. Éppen ezért el kell sajátítani a dolgozókkal azokat az ellenlépéseket, amelyekkel a hibákat megelőzhetik, és rendszeresen fel kell újítani ezeket a fontos készségeket [8].

A négytényezős rendszerben (**ember, technika, előírások, környezet**) az ember akkor képes a másik három feltétellel együttműködni, ha képes felismerni viselkedésének előfordult hibáit, és ha alkalmazkodik a konkrét követelményekhez, feltételekhez.

A már említett négytényezős rendszerben konfliktusok alakulhatnak ki az ember és a technika között; az ember és az előírások között; ember és a munka eredményei között; végül ember és ember között is. A gépek, berendezések, és más tárgyi feltételek sok esetben megnehezítik, illetve kizárják a biztonságos munkavégzést.

A zavarforrások abból is adódhatnak, hogy a dolgozók nem készültek fel megfelelően a technika szakszerű üzemeltetésére, hiányoznak az ehhez nélkülözhetetlen viselkedési minták. A minőségre alapozott, biztonságos, szakszerű és ergonómiaileg kifogástalan magatartási viszonyok kialakulását megnehezítik alkalmatlan szervezési megoldások is. Az is előfordulhat, hogy a dolgozó nem sajátította el az adott szervezetnek megfelelő magatartási szabályokat, és ezért nem kívánt hatások érik.

Konfliktushoz vezethet, ha a repülőgépszerelők ismerete felszínes, ha például nincsenek tisztában egy berendezés működésével, annak lehetséges veszélyforrásaival, stb. Az emberek közötti konfliktusok eredhetnek abból, hogy hézagok a kapcsolatrendszer, akadódik az információs folyamat az irányítás egymás alá rendelt szintjei között.

Az említett zavarforrások rontják a minőséget, ellenségei a termelékenység és a minőség javításának. Ezért a karbantartás megújítását célzó intézkedések egyik elsőrendű célja a konfliktusok minimumra szorítása. Tapasztalatok szerint súlyosabb költségköltségekkel járnak a bekövetkezett üzemzavarok, balesetek, mint azok az intézkedések, amelyek elemzésükkel és elhárításukkal kapcsolatosak.

Lényeges szempont, hogy a légi járművek karbantartásában résztvevő személyek tudatában legyenek a karbantartás közben előforduló veszélyeknek. Ezeket a lehetséges veszélyeket ismertetni kell a dolgozókkal, lehetőleg a már előfordult esetek alapján. Fontos, hogy felhívják a figyelmet a lehetséges hibák bekövetkezésére, és az abból származó következményekre.

5. AZ EMBERI HIBÁZÁS

Az emberi hiba (human error) általános fogalom, amely magában foglal minden olyan helyzetet, amelyben a mentális vagy fizikai cselekvések megtervezett sorozata nem éri el előre eltervezett szándékozott célját és ez a kudarccal nem tulajdonítható valamilyen rendkívüli véletlenszerű körülménynek [9]. Vagyis a hiba az elvárt és a megvalósult tevékenység (vagy viselkedés) szándékolatlan eltérése miatt következik be [10]. Egyes elméleti szakemberek, mint például James Reason [11] az előzetes szándék nélkül bekövetkező eltéréseknél különbséget tesznek az elvétések (slips), a kihagyások (lapses) és a tévedések (mistakes) között. Mások felteszik a kérdést arra vonatkozóan, hogy mennyire megbízható az ember, az emberi munka. Ismeretes az emberi megbízhatóság HEP vizsgálati módszere, ahol az emberi hibák valószínűségének becslését gyakran a HEP (**H**uman **E**rror **P**robability — Emberi Hiba Valószínűség) értékelési módszerrel tanulmányozzák [16]. Itt megjelenítik a kockázat növelő és kockázat csökkentő értéket az alapján, hogy az emberi hiba mennyire észrevehető, milyenek az ellenőrzés körülményei, vannak-e ellenőrzési listák, kell-e az elvégzett műveletet dokumentálni, mennyire monoton a tevékenység, vannak-e párhuzamosan végzendő műveletek stb. Az emberi hibák bekövetkezésének valószínűsége (HEP) négy tényező szorzatával határozható meg:

$$HEP = RF \times PF \times DF \times BHEP \quad (1)$$

ahol:

RF a helyreállítási tényező ami egy korábban elkövetett hiba korrigálhatóságát illetve annak hatékonyságát jelenti (Recovery Factor);

PF a végrehajtási tényező ami a vizsgálati- és/vagy munkautasítás valamint az ellenőrző lista használatától függő érték (Prosegergy Factor);

DF egy függőségi tényező ami párhuzamosan végzendő feladatoktól függő érték (Dependence Factor),

BHEP az emberi hibák bekövetkezésének minimális valószínűsége (Basic Human Error Probability). Ezzel mindig számolni kell, mint a Reason által elméletben igazolt [11] tévedés gyakorlatban meglévő lehetőségével.

A légi járművek karbantartása során bekövetkező hibák közül például az alábbiak sorolhatók ide:

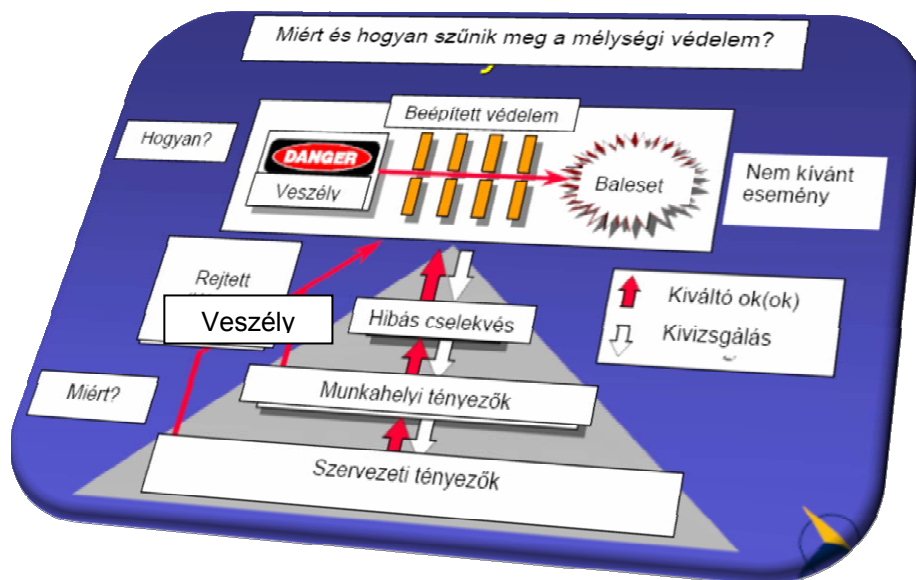
- egy alkatrész vagy berendezés helytelen beépítése;
- egy alkatrész kifelejtése;
- egy alkatrész, vagy berendezés helytelen irányú beszerelése;
- elégtelen mennyiségű olaj (vagy más folyadék) betöltése valamely rendszerbe;
- hibás működés vagy állapot felismerésének elmaradása;
- szerszám elhagyása a légi járművön.

Külön kategóriába tartozik a **veszélyeztetés** (violation), amelynél nem engedélyezett, tiltott, nem helyénvaló tevékenységet végeznek [10]. Ezáltal szándékosan térnek el az elvárt tevékenységtől (vagy viselkedéstől), amelynek

következtében zavar, vagy nem-megfelelőség keletkezik. A veszélyeztetés a légiközlekedésben alkalmazott előírásoktól való szándékos eltérések, vagy a karbantartó szervezet politikájának, előírásainak és folyamatainak tudatos megsértése miatt alakulhat ki.

Mivel a légitársaságok karbantartásánál bekövetkező események létrejöhetnek úgy a hibázás, mint a veszélyeztetés miatt, ezért minden esetben különös figyelemmel kell a szándékosságot vagy az önkéntelen (spontán) beavatkozást vizsgálni.

Az emberek gyakran úgy gondolják, hogy az emberi hiba mindig annak a személynek a hibájából következik be, aki utolsónak látott el valamilyen tevékenységet a légitársaságon, vagy aktivált egy üzemmódot. Azonban ez téves következtetés, mivel az eseményt kiváltó aktív hiba nem csak az ún. hibás cselekvés eredményeként, hanem az érintett személyre valamint munkahelyi-, szervezeti- és környezeti okokra visszavezethető rejtett (látens) hibák hatására jön létre (5. ábra).



5. ábra A nem kívánt esemény kialakulása [11 alapján]

A nem kívánt események minden esetben elemi események láncolataként jönnek létre, amelyek kialakulásának végső okát a hibás szervezeti eljárásokban és döntésekben, az ellenőrzés és tájékoztatás hiányosságaiban, a nem megfelelő munkahely kialakításban jelölik meg. Reason szerint [11] ezek a rejtett (látens) hibák a felsővezetés döntéseinek eredményeként keletkeznek. A rejtett (látens) hibák időben és térben gyakran távol vannak az eseménytől és ezért nehezen azonosíthatók. Hosszú ideig, akár éveken át is észrevétlenek maradhatnak, bizonyos feltételek mellett vagy az aktív hibákhoz kapcsolódva azután nem kívánt események (balesetek) előidézői lesznek.

Reason érdeme, hogy elsőként elemzi a (beépített) védelmi rendszert, kiemelve a műszaki alrendszerből [1]. A védelmi rendszer elemei különböző funkciókat láthatnak el attól függően, hogy milyen célt szolgálnak. Felismerhetik a veszélyt illetve a veszélyforrást; figyelmeztethetnek a veszély jelenlétére; megvédhetnek a sérüléstől

vagy kártól; visszaállíthatják a rendszert biztonságos állapotába; visszatartják a káros energia vagy anyag elszökését; biztosíthatják a menekülési útvonalat.

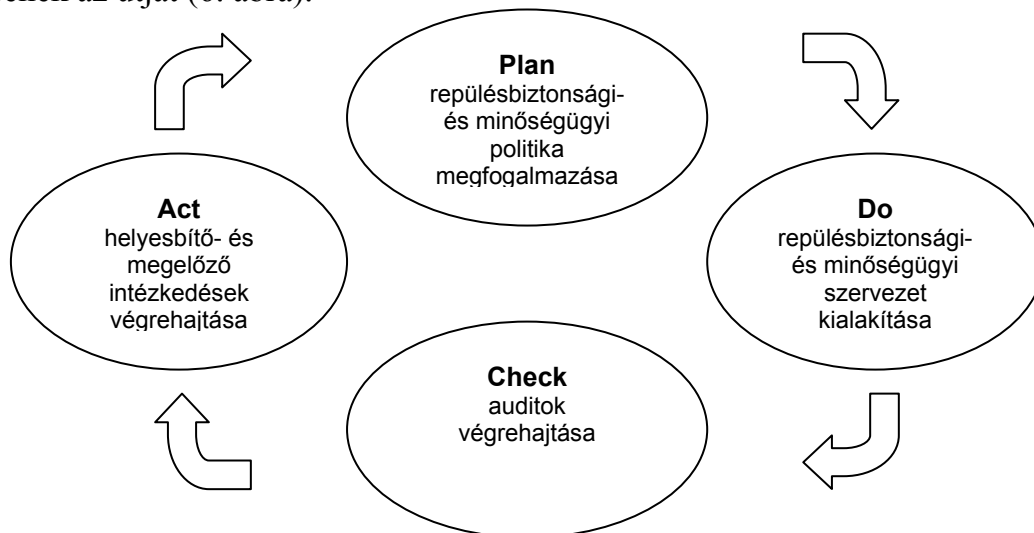
Baleset bekövetkezéséhez vezethet valamely védelmi gát kikapcsolása, vagy a védelmi rendszer hiányossága. Ez utóbbi három tényezőre vezethető vissza:

- emberi (előírás megszegése, nem rendeltetésszerű használat, képzettség és gyakorlat, tudatosság hiánya, önelégültség, fáradtság, motiváció, stb.);
- műszaki (meghibásodás); és
- szervezési (biztonsági és minőségügyi alapelvek, munkakörülmények, szabályok, előírások, dokumentációk, műveleti tervezés, termelési nyomás, ellenőrzés és felügyelet, oktatás, tapasztalatok visszacsatolása, stb.) tényezőkre.

6. AZ EMBERI TÉNYEZŐK HATÁSA A KARBANTARTÁS MINŐSÉGÉRE

Az EASA Part 145 előírás a légitársaságokat karbantartó szervezet keretein belül megköveteli egy minőségirányítási rendszer alkalmazását is, amelynek szerves részét képezi a folyamatos légialkalmasság feltételeit biztosító minőségügyi és repülésbiztonsági politika alkalmazása.

Ennek keretein belül kell meghatározni, hogy a légitársaság karbantartó vállalat minden szintjén nyilvánuljon meg a minőségi elvekkel szembeni elkötelezettség, épüljön fel (és működjön) egy minőségirányítási rendszer, amely többek között az emberi tényező figyelembevételével meghatározza a legfőbb minőségi paraméterek elérésének az útját (6. ábra).



6. ábra A repülésbiztonsági- és minőségügyi rendszer felépítése

Mivel a légitársaság karbantartó vállalatok fő célja a repülésbiztonsági követelményeknek megfelelő légialkalmas légitársaság biztosítása, így a karbantartás minőségének a repülésbiztonsági követelmények betartását kell szolgálnia [12]. A fenti célok megvalósítását szolgálja az EASA Part 145 engedéllyel rendelkező légitársaság karbantartó szervezeteknél alkalmazandó Karbantartás Szervezeti Szabályzat is, amely a jól ismert PDCA ciklus (6. ábra) elvei alapján:

- megfogalmazza a repülésbiztonsági követelmények teljesítésének elsődlegességét elismerő repülésbiztonsági- és minőségügyi politikát (**Plan**);
- meghatározza a repülésbiztonságért és a karbantartások minőségéért viselt felelősségeket és hatásköröket tükröző minőségügyi- és repülésbiztonsági szervezet kialakításának módját (**Do**);
- elrendeli rendszeres és független repülésbiztonsági auditok, valamint a bekövetkezett események kivizsgálásának végrehajtását (**Check**);
- megköveteli a helyesbítő- és megelőző intézkedések kidolgozását és bevezetését (**Act**).

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ember központi szerepet játszik a légijárművek karbantartásában. A karbantartási feladatok ellátására a vezetők és a beosztottak döntéseket hoznak, amelyeket az egyéni ismeretbázisuk és szakmai gyakorlatuk befolyásolja legnagyobb mértékben. Ahhoz, hogy ezek az ismeretek és a meghozott döntések valóban csökkentsék a repülésbiztonságra vonatkozó kockázatot szükség van alap- és ismétlődő tanfolyamokra.

A karbantartási munka teljesítményét úgy is lehet mérni, hogy meghatározzuk, a munkahely (beosztás) milyen követelményeket támaszt az ott dolgozóval szemben, és a munkatárs ezeknek a követelményeknek hogyan felel meg, milyen színvonalon teljesíti azokat. Az EASA Part 145 előírás fő törekvése, hogy a légijárművek karbantartásában résztvevő embereket képessé tegye a műszaki háttér, a karbantartó szervezet és a légijármű által támasztott igényekhez való alkalmazkodásra. Az alkalmazkodást legnagyobb mértékben az emberi tényezők ismerete és értékelése segíti, mely által növekszik a karbantartás minősége és ezzel együtt csökken a légijármű karbantartása közben elkövethető emberi hibázások száma.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Malik Rami: A repülés biztonságát meghatározó emberi tényezők vizsgálata, Szakdolgozat, 1998. ELTE, D-0805.
- [2.] Péczely György: A karbantartás korszerű irányzatai Karbantartás és Diagnosztika 2000/2 (július)
- [3.] William L. Rankin, Ph. D.: Human Factors Design for Maintainability, Conference in Quality in Commercial Aviation, September 19-22, 1999. Hotel Inter-Continental Dallas, TX
- [4.] William L. Rankin, Ph.D. & Steven L. Sogg: Update on the Maintenance Error Decision Aid (MEDA) Process, MEDA/MEMS Workshop and Seminar May 21-23, 2003, Aviation House, Gatwick, UK
- [5.] CAP 715: An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR 66
- [6.] James Reason (1990-10-26). Human Error. Cambridge University Press. ISBN 0521314194

- [7.] Scott A. Shappell and Douglas A. Wiegmann (February 2000). The Human Factors Analysis and Classification System—HFACS: The "Swiss cheese" model of accident causation. National Technical Information Service.
- [8.] Dr. Dúll Sándor: Az emberi tényező jelentősége a munkabalesetekben. A karbantartás és az emberi tényezők ENERGOREP 95' Siófok 1995. nov. 28-30.
- [9.] James Reason and Alan Hobbs: Managing Maintenance Error – A Practical Guide, Ashgate Publishing Company, 2003.
- [10.] Boeing, Maintenance Error Decision Aid (MEDA) Users Guide
- [11.] James Reason: Managing the Risks of Organizational Accidents, Ashgate Publishing Company, 2004.
- [12.] Dr. Sipos István: A minőség és a repülésbiztonsági kapcsolata, Magyar Minőség, 2003. augusztus - szeptember.
- [13.] Crosby, Philip B. : Quality is Free – if you understand it Charman and CEO, Philip Crosby Associates II, Inc. (www.philipcrosby.com)
- [14.] EASA a 2003. november 20-i 2042/2003/EK bizottsági rendelet Part 145 című része
- [15.] Husi Géza – Kiss Bacsó László – Mikula Gyula: A munkaértékelés gyakorlata az általunk kidolgozott BAHUMI módszerrel, Debreceni Egyetem Műszaki Főiskolai Kar, Tudományos közlemények III/1 szám, Debrecen, 2004.
- [16.] Committee on the safety of nuclear installations: critical operator actions: human reliability modeling and data issues. Principal Working Group No. 5 - Task 94-1 Final Task Report prepared by a Group of Experts of the NEA Committee on the Safety of Nuclear Installations 1998 NUCLEAR ENERGY AGENCY
- [17.] Hiroko Itoh, Nobuo Mitomo, Takeshi Matsuoka, Youji Murohara: An Extension of m-SHEL Model for Analysis of Human Factors at Ship Operation In proc. of the 3rd International Conference on Collision and Groundings of Ships (ICCGS 2004) pp.118-122, Izu, Japan, October 25-27 2004.

HUMAN FACTORS IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF AIRCRAFT MAINTENANCE ENGINEERING

The safe use of aircrafts can be assured by maintaining suitability for use in the air as a result of the high-standard maintenance. The Part 145 of the Decree of the European Commission EASA 2042/2003/EK requires the qualification of affected persons in the field of knowledge relating to human factors and analyses mistakes made by people. The importance of human factors is indicated by the proportion between accidents and aircraft events resulted by mistakes made by people and taken place for technical reasons of 4 to 1. Analysing the causes an important risk is that employees are not enough qualified for the professional operation of techniques, their knowledge superficial and they are not completely aware of the operation of an apparatus, they do not know any example for behaviour, the system of their contact is imperfect and the information flow keeps stalling because of the wrong solutions for organisation. Maintenance errors are resulted not only by concrete errors causing an event, but also they can be attributed to hidden causes or workplace, organisational and environmental effects.