

PROF. DR. POKORÁDI LÁSZLÓ¹

TECHNIKAI RENDSZEREK MEGBÍZHATÓSÁGA ÉS BIZTONSÁGA²

Napjainkban az egyik legfontosabb társadalmi probléma a biztonság, a megbízhatóság és kockázat kérdése. Ez nagymértékben érinti a műszaki szakembereket, akik szakmai specifikumuknak megfelelően különböző technikai rendszereket terveznek, építenek és üzemeltetnek. A tanulmány a technikai — gép – ember – környezet — rendszerek megbízhatósága, üzemeltetési bizonytalansága és biztonsága fogalmát, valamint a közöttük lévő kapcsolatot mutatja be.

1. BEVEZETÉS

Az ember ősidők óta biztonságra és kényelemre vágyik. Az egyre növekvő és változó igények kielégítése csak mind bonyolultabb, integrált technikai eszközök kifejlesztésével, alkalmazásával (azaz üzemeltetésével) oldható meg. A technikai fejlődés az utóbbi időkben egyre rohamosabbá vált. Ezzel egy időben a társadalmi igények is jelentősen változásokon mentek keresztül. A — néha egymásnak ellentmondó — igények, elvárások következtében a mérnököknek már nem csak szigorúan vett szakmai kérdésekre kell felelniük. Döntéseikhez szükség van más tudományterületek véleményének figyelembevételére is. Sőt, többször esztétikai és etikai megfontolások is szükségesek a megfelelő döntés meghozatalához. Az erkölcsileg jó és rossz közti választás morálisan viszonylag könnyen eldönthető. Azonban két jó (vagy több rossz) közül a legjobb (vagy a legkevésbé rossz) kiválasztásához egyetlen szakember szubjektív döntése már nem biztos, hogy elegendő. Ezért tartja fontosnak Michelberger Pál akadémikus, hogy a jövő mérnöke, a „homo eticus” etikailag is képzett legyen [5].

Dudás [3] munkájában a repülésbiztonság kérdéseit elemezte. Megállapította, hogy a repülésbiztonság befolyásoló tényezőit három csoportba sorolják. Ezek az úgynevezett objektív, emberi tényezők, valamint a rejtett, nem azonosított veszélyek.

¹ Debreceni Egyetem, Email: pokoradi@mkk.unideb.hu

² Szaklektorált cikk. Leadva: 2009. szeptember 15. Elfogadva: 2009. december 10.

Smalko [9] cikkében a megbízhatóság és a biztonság közti kapcsolattal foglalkozik ember–gép rendszer esetén. Véleménye szerint az ember–gép–környezet halmazban a meghatározott munkafeladatok megvalósításai mennek végbe. Ez a realizáció a műveletek alábbi sorozatának eredménye: Az ember hatást gyakorol a gépre; a gép hatást gyakorol a környezetre, hogy annak kívánt reakcióját (például egy elmozdulást) kapjuk. Az előbbi folyamat pozitív eredménye esetén azt fogjuk érzékelni, hogy az ember által történt, a gép segítségével a környezet kívánt reakciójával együtt. Fontos a Smalko azon megállapítása, miszerint, kívánatos, hogy az ember és a gép hatása a környezetre effektív és ártalmatlan legyen.

A Szerző korábbi tudományos és felsőoktatási munkái során többször elemezte a különböző — például épületgépészeti [7] vagy haditechnikai [6] — rendszerek megbízhatóságának kérdéseit, valamint a kockázat- becslés és menedzsment feladatait.

A tanulmány célja a különféle technikai — gép–ember–környezet — rendszerek megbízhatósága, üzemeltetési kockázata és biztonsága fogalmának, valamint a köztük lévő kapcsolatok bemutatása.

A cikk a következő fejezetekből áll: A 2. fejezet a kockázat értelmezését, elemzési módjait tárgyalja röviden. A 3. fejezetben kerül bemutatásra a műszaki megbízhatóság fogalmának fejlődése. A 4. fejezetben értelmezzük technikai biztonság fogalmát. Az 5. fejezetben összegezzük a tanulmányban megfogalmazottakat.

2. A KOCKÁZAT

A kockázat tudományos vizsgálata XX. század elején kezdődött el, bár a klasszikus szerencsejátékokkal kapcsolatban már a XVII. században is voltak matematikai alapú kockázati megfontolások, amelyek később a valószínűségszámítás kialakulásához vezettek. A kockázat különböző meghatározásaiban közös vonás, hogy mindegyik a kockázatot elsősorban a bizonytalansággal kapcsolja össze. Például Willet meghatározása: „*a kockázat egy nemkívánatos esemény bekövetkezésének objektív bizonytalansága*” [8].

Knight a múlt század húszas éveiben már megkülönbözteti a kockázatot és a bizonytalanságot. Úgy vélte, hogy kockázatos az, ami ellen valamilyen módon lehet védekezni, mert ismerteknek tételezhetőek fel a lehetséges kimenetek és azok valószínűségi eloszlása. A bizonytalanság ellen – véleménye szerint – viszont nem lehet védekezni, mert a kimenetek valószínűségi eloszlása nem ismert. A bizonytalanság fenti fogalmát strukturális bizonytalanságnak is szokás nevezni, ami azt jelenti, hogy a modellező, a döntéshozó nem tudja meghatározni vagy felbecsülni a lehetséges kimeneteket vagy alternatívákat. A bizonytalanság gyengébb formája az úgynevezett parametrikus bizonytalanság, ami akkor áll fenn, ha a képesek vagyunk meghatározni minden lehetséges kimenetet, de azt nem tudjuk, hogy ezek közül melyik fog bekövetkezni.

Knight a kockázat és bizonytalanság tekintetében tett megkülönböztetése, bár sokan vitatták és vitatják napjainkban is, mindenképpen nagy jelentőségű, ahol a különbség az eredmények valószínűségi kimenetekhez rendelhetősége értelmében áll fenn. Ezzel kapcsolatban Keynes az alábbiakat fogalmazta meg:

„A 'bizonytalan' ismeretével kapcsolatban megjegyezhető, hogy nem tennék különbséget a bizonyosan ismert s a csupán valószínű között. A rulett játék eredménye ebben az értelemben nincs kitéve bizonytalanságnak. A kifejezést abban az értelemben használom, hogy az európai háború kilátása bizonytalan, avagy a rész ára és a kamatláb bús év múlva milyen lesz. Ilyen esetekben nincs tudományos alap bármilyen valószínűség számításához. Egyszerűen nem tudjuk.” [2]

Keynes véleménye szerint, az ismeret hiányának vagy részleges birtoklásának döntő szerepe van a kockázat, illetve a bizonytalanság definiálásában.

A „kockázat — bizonytalanság” vita nagyon régóta tart, még ma is messze van attól, hogy minden szakember által megoldásról lehetne beszélni.

Összességében megállapítható, hogy a kockázat olyan összetett fogalom, mely két alapfogalomra épül. Ezek, az egy negatív értékelésű következmény mértéke és ennek bekövetkezési valószínűsége. E kettő alapfogalmat úgynevezett *kemény* (mennyiségi, statisztikai módszereket alkalmazó), illetve *lág* (szubjektív, egyéni intuíciókra épülő) módszerekkel tudjuk meghatározni.

Az objektív valószínűség az a szám, amely meghatározása statisztikai, valószínűség-számítási vagy kombinatorikai módszerekkel lehetséges. Ha valószínűségi becslésünket csak néhány megfigyelésre alapozzuk, vagy csupán sejtésünkre, megérzéseinkre, egyéni preferenciákra hagyatkozunk, akkor szubjektív valószínűségről beszélünk. E két véglet között helyezkedik el az úgynevezett szintetikus valószínűség. Egy esemény bekövetkezésének úgynevezett szintetikus valószínűségét nem közvetlenül mérjük, hanem modellezés vagy hasonló objektív valószínűségi rendszerek alapján becsüljük.

A gyakorlatban számos olyan katasztrófaszerűen bekövetkező esemény történhet meg, amely során a bizonytalanságok, objektív valószínűségek lényeges szerepet játszanak a lehetséges kimenetek leírásában. Ilyenek lehetnek egyes légikatasztrófák, egyes orvosi műtétek eredményességével összefüggő jelenségek, például egy beépített protézis hirtelen károsodása, stb. [4].

Például az objektív valószínűségek (statisztikai) vizsgálata alapján kijelenthetjük azt a tényt, hogy a légi közlekedés biztonságosabb a közútinál. viszont több személy esetében a repüléstől való félelem fő okának a — saját megérzései alapján vélt — szubjektív valószínűség tűnik. ennek fő oka vélelmezhetően a sajtó, mely minden légi katasztrófáról részletesen beszámol, még a közúti balesetekben meghaltakról csak egy kis hírben tájékoztat. ezért, az ezzel a kérdéskörrel foglalkozó légiközlekedési szakemberek, szakértők a repülés veszélyességének társadalmi megítélését egy szintetikus valószínűségként elemzik.

Ha egy esemény következménye közvetlenül megfigyelhető és mérhető, továbbá értéke meghatározott és kifejezett, akkor objektív következményről beszélünk. Másik végletként, mint szubjektív következmény, a döntéshozó személy számára egy kockázatos helyzetben a következmény értéke teljes mértékben a szóban forgó személy értékrendszerétől és a helyzettől függ. A fenti két határ között definiálhatjuk az úgynevezett megfigyelhető következmény értéket.

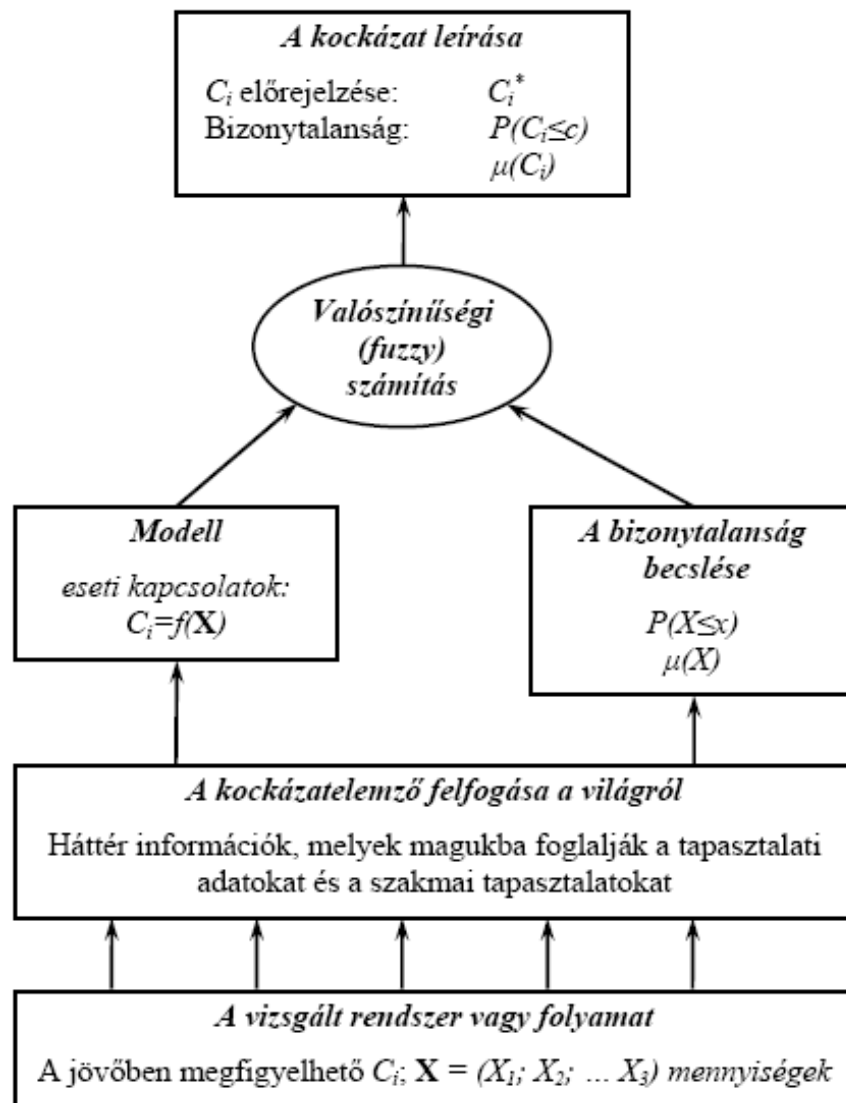
Bizonyos (például politikai vagy magánéleti) döntéseknél a várható előnyt vagy hátrányt közvetlenül nem, vagy a valóságot egysíkúan tükröző módon tudjuk objektíven számszerűsítve értékelni. Ekkor csak szubjektív vagy megfigyelhető következményt vizsgálhatunk a kockázat kezelése, csökkentése során.

Az *objektivista* szemlélet legjelentősebb követő eszméje volt a Mises és Reichenbach által képviselt „relatív gyakoriság” nézete [2]. Eszerint egy adott esemény valószínűsége valamely kísérletben, az esemény hasonló kísérletek végtelen láncolatában történő bekövetkezésének relatív előfordulása. Ez azt jelenti, hogy ha egy esemény k alkalommal megtörténik n azonos és független kísérlet során, akkor — ha a kísérletek számát kellően nagyra választjuk —, a

$$P = \frac{k}{n} \quad (1)$$

arány elvileg egészen közel lehet a vizsgált esemény „objektív” valószínűségéhez.

Ha az elegendő adat alkalmassá válik, a valószínűségi hozzárendelések közti egyensúly megvalósulhat, de nem feltétlenül, mivel szubjektív elemek mindig beépülnek a becslési folyamatba. Éles különbséget nem lehet tenni az objektív, reális kockázat és az érzéklet kockázat között.



1. ábra Előrejelző megközelítésű kockázatelemzés főbb elemei (forrás: [8])

Bayes-i környezetben megtalálhatóak a kockázatelemzés főbb elvei, melyeket az 1. ábra szemléltet.

Az alapelvek:

1. Helyezzük a középpontba a vizsgált rendszer vagy folyamat mennyiségileg kifejezhető állapotait, például a fizikai valóság és a természet mennyiségei az elemzés időpontjában legyenek megfigyelhetők.
2. A megfigyelhető értékek legyenek előre jelezhetők.
3. Annak a bizonytalanságát, hogy mely érték megfigyelhető, a valószínűségek átlagával kell kifejezni. Ez a bizonytalanság a tudás hiányának eredménye.

Az 1. ábra az alábbi módon értelmezhető: Egy kockázatelemző (vagy egy elemző csoport) végzi a kockázatelemzést. A középpontban a világ van, és parciálisan néhány jövőben megfigyelhető C ; $\mathbf{X} = (X_1; X_2; \dots X_3)$ érték írja le a világot, rendszert vagy folyamatot. Az elemző a kérdéskörrel szerzett tudása alapján egy vagy több modellt állít fel, mely leírja a kapcsolatot a C átfogó rendszerteljesítmény mérték és \mathbf{X} mennyiség között, mely a részletesebb szintű értékek vektora. Az elemző becsli az \mathbf{X} vektor bizonytalanságát, melyet egyszerűsíteni kell a becslés során. Ilyen egyszerűsítés például az X_i jellemzők közötti függetlenség feltételezése. Valószínűségi számításokat vagy a fuzzy halmazok elméletét alkalmazva, az \mathbf{X} bizonytalanságának becslése az f modellel együtt, adja az elemzés eredményét, például a C valószínűségi eloszlását és előrejelzését.

Aven véleménye szerint, az \mathbf{X} vektor értékei bizonytalanságának meghatározásához valószínűségi modelleket vezethetünk be, és Bayes-i eljárásokat alkalmazhatunk, mely valószínűségi eloszlásokat konzisztens módon bevonják a megfigyelt adatok elemzésébe. Ezen nézetrel vitatkozva, jelen sorok írója azt vallja, hogy a kockázat becslése során a szakértők (vagy a laikusok), mint a nem kívánt esemény bekövetkezési valószínűségével, mint a következményével kapcsolatos véleményének modellezéséhez, a fellépő bizonytalanságok becsléséhez, kezeléséhez a fuzzy halmazok elméletének alkalmazása is megfelelő módszer lehet. Ezt jelzi az 1. ábrán a fuzzy logikával kapcsolatos kiegészítések a [1] irodalomból átvett logikai diagramban.

Kiegészítve Aven megfogalmazását, a kockázatelemzés tudományos alapjai az alábbiakkal összegezhetők:

- A rendszer teljesítményéről, és a hozzá kapcsolódó megfigyelhető értékekről való ismeretek leírhatók, modellek, megfigyelt adatok és a szakértői (adott esetekben laikus) vélemények alapján;
- A folyamatos bizonytalanságbecslés a valószínűségi szabályok vagy a fuzzy halmazok elméletének alkalmazásával lehetséges.

3. A MŰSZAKI MEGBÍZHATÓSÁG

A műszaki megbízhatóságon kezdetben a rendszerek vagy berendezések hibamentes működésének valószínűségét értették, azaz egy olyan tulajdonságot, amely egy 0 és 1 közötti számértékkel adható meg. A későbbi vizsgálatok és az egyre változó társadalmi igények

rámutatnak arra, hogy a műszaki megbízhatóság ennél jóval összetettebb fogalom, mert nemcsak a hibamentesség, hanem más tényezők is befolyásolják.

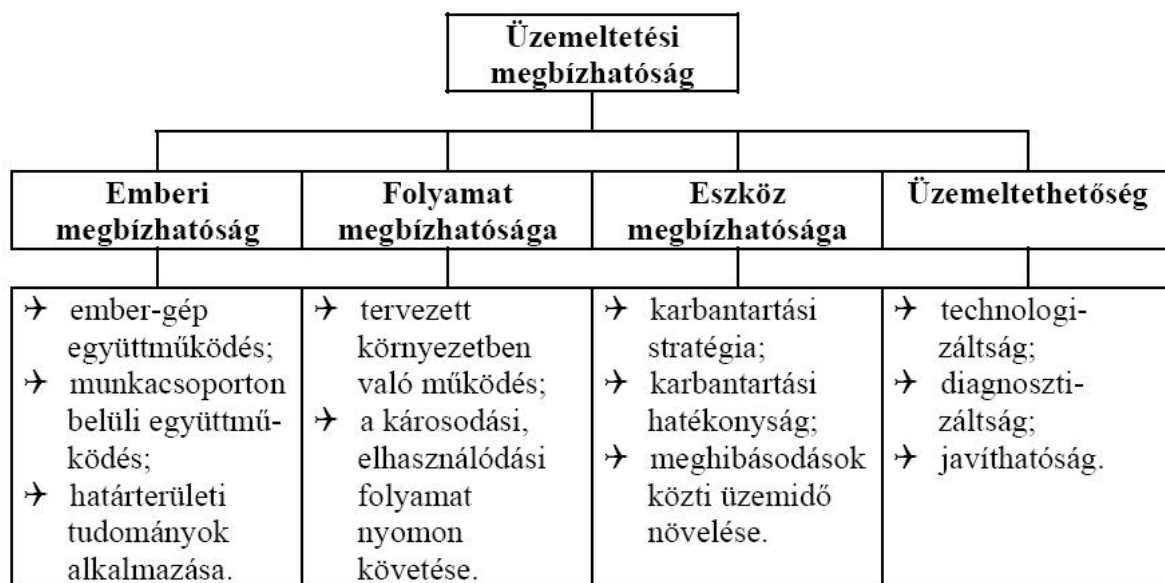
A műszaki megbízhatóság mára már egy olyan gyűjtőfogalommá vált, amelyet a használhatóság és az azt befolyásoló tényezők, úgymint a hibamentesség, a karbantarthatóság és a karbantartás-ellátás jellemzésére használnak. A fentiek alapján megbízhatóság az alábbi összetevőkből épül fel:

- hibamentesség;
- tartósság;
- javíthatóság;
- tárolhatóság.

A repüléstudományi szakirodalmak [7] szerint a műszaki megbízhatóság, mint összetett tulajdonság, magában foglalja a hibamentességet, a tartósságot, a meghibásodásokkal szembeni érzéketlenséget, az ellenőrizhetőséget, az üzemeltethetőséget, a karbantarthatóságot, a javíthatóságot, és a tárolhatóságot.

Napjainkban a hibamentességen azt értjük, hogy a technikai eszköz valamely időn belül, vagy az egész működési ideje alatt folyamatosan képes megtartani üzemképességét. Ez azt jelenti, hogy mostanra a műszaki megbízhatóság kezdeti értelmezését már „csak” mint egy részfogalmat kezeljük.

Tágabb értelemben az üzemeltetés a technikai eszközök használatának, különböző szintű kiszolgálásának és javításának összetett folyamata. Az üzemeltetés során az üzemeltetők (az alkalmazók) használják, tárolják, az üzemfenntartás keretében műszaki szempontból kiszolgálják, karbantartják, javítják a technikai eszközöket.



2. ábra Az üzemeltetési megbízhatóság kategóriái ([7] alapján)

Egy technikai eszköz üzemeltetése az eszközzel, vagy annak valamely rendszerével, berendezésével a gyártás és a kiselejtezés között történtek összessége. Ide tartozik az eszköz rendeltetésének megfelelő használata, karbantartása, javítása és ezen helyzetek bármelyikére történő várakozása.

Egyes szakirodalmak szerint, szűkebb értelemben az üzemeltetés csak a technikai eszköz rendeltetésének megfelelő alkalmazása, használata. Az üzemeltetés során az üzemeltetők a technikai eszközt egészében vagy részlegesen működtetik, üzemeltetik.

A technikai eszközök üzemeltetése üzemeltetési rendszerben történik, ami

- a technikai eszköz vagy eszközök;
- azok kiszolgálását, ellenőrzését, karbantartását, javítását szolgáló berendezések;
- az üzemeltetést végző személyek;
- a kezelőszemélyzet (vagy felhasználók);
- az üzemeltetést irányító szervezet

kölcsönös együttműködése folytán valósul meg.

Az üzemeltetési folyamat üzemvitelből, üzemállapotokból, és a közöttük fennálló kapcsolatokból épül fel.

A műszaki megbízhatóság a fent említett teljes rendszer azon tulajdonsága, hogy képes biztosítani az üzemeltetés tárgyának üzemképes állapotát, illetve azt, hogy az kielégítse a különféle (környezetvédelmi, biztonsági) előírásokat a teljes életciklusa alatt az adott üzemeltetési környezetben.

A műszaki megbízhatóság négy fő összetevőből épül fel, melyeket a 2. ábra szemléltet és a következőkben részletesen tárgyalunk.

3.1. EMBERI MEGBÍZHATÓSÁG

Az emberi megbízhatóság üzemeltetésen belüli értelmezéséhez az ember-gép kapcsolatot, mint rendszert kell alapvetően vizsgálnunk

Az ember-gép rendszerben aktívan és célratörően közreműködő ember tevékenykedik. Az ilyen rendszer vizsgálata rendszerszemléletű, interdiszciplináris megközelítést igényel, mivel a tervszerű emberi tevékenységek hatékonyabbá tételéhez antropológiai, fiziológiai, pszichológiai és általános menedzsment ismeretek szükségesek. A vizsgálatok középpontjában a műszaki szempontok szerint megtervezett környezettel kölcsönhatásban lévő, cselekvő személy áll.

Gyakorlatilag a rendszeren belüli személy cselekvőképességét kell tervezett tevékenységének alapjául venni, ilyenek:

- a cselekvés reakcióideje;

- a fizikai erőkifejtés képessége;
- mozgási képesség térben és időben;
- érzékszervi reakciók az ingerhatásokra;
- az információk befogadóképessége.

Ezen kérdéskörhöz tartozik például az épületgépészetben belül az egyre több elektronikai vezérlő, szabályzó berendezés alkalmazása. Technikailag könnyen — és olcsón — megoldható például a fűtő rendszerek legkülönlegesebb igényeket is kielégítő szabályozása. De, a potenciális felhasználók, a vevők közt jelentős számban találhatunk olyanokat, akik az „on–off” kapcsolónál bonyolultabb kezelőszervet nem tudnak(?), nem mernek(!) használni. Ilyen személyek esetén könnyen csökkenhet az adott eszköz üzemeltetési — azon belül is az emberi — megbízhatósága. Hasonló problémákra kell választ adni a fogyasztói felhasználásra készülő más technikai eszközök tervezése során is.

Általánosságban az ember–gép kapcsolat sikerének alapvető feltétele, hogy az egyiknek olyan tulajdonságai vannak, amelyek a másik tulajdonságait kiegészítik, a gépek erősek, gyorsak, pontosak és fáradhatatlanok, az emberek intelligensek, sokoldalúak és alkalmazkodók. A kombináció akkor igazán hatékony, ha a két fő alkotóelem között a funkciókat úgy osztják meg, hogy az megfeleljen azok különböző előnyeinek és korlátainak.

Az emberi megbízhatóság másik nagy kérdésköre az üzemeltetési rendszeren belül kialakított ember–ember kapcsolat is. Ez a mindenkori vezetők felelőssége. Igen fontos területe az emberi megbízhatóság kutatásának az emberi tényező vizsgálata is.

3.2. FOLYAMAT MEGBÍZHATÓSÁGA

Az üzemeltetési folyamat megbízhatóságának egyik legfontosabb eleme a technikai eszköz, illetve eszközpark elhasználódása pillanatnyi mértékének pontos ismerete. Ezen kérdéskörrel foglalkozik a károsodás elmélet, illetve a megbízhatósági modellek elméletének tudománya.

A megfelelő időben elvégzett megfelelő mértékű karbantartás is fontos szerepet játszik az üzemeltetési folyamat, illetve rendszer megbízhatóságában. (Gondoljunk csak a közelmúltban történt budapesti csőtörés-sorozatára.)

Az elhasználódási, károsodási folyamat pontos ismeretét segítik a napjainkban egyre jobban kiépülő márkaszerviz hálózatok is. Ezek a műhelyek biztosítják az adott eszközpark (például egytípusú gázkazán) meghibásodási adatainak egységes gyűjtését és feldolgozását. Például az ilyen adatok alapján történnek különféle gépjárművek időnkénti úgynevezett berendelése is. Ez akkor történik, amikor a gyártónál egy gyártási szérián belül megnövekszik valamely elem meghibásodásának mértéke.

3.3. ESZKÖZ MEGBÍZHATÓSÁGA

Az üzemeltetési megbízhatóság ezen részfogalma lényegében a korábban bemutatott műszaki megbízhatóság fogalmát takarja. Egy technikai eszköz megbízhatóságán azt a tulajdonságát értjük, hogy az előírt funkcióját képest ellátni adott feltételek között, adott időszakon belül.

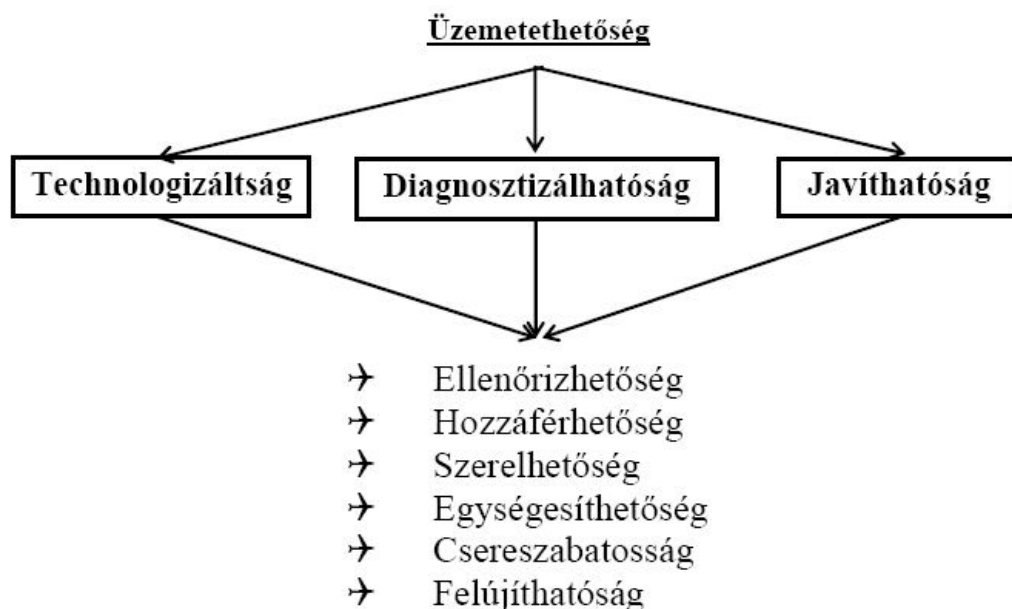
3.4. ÜZEMELTETHETŐSÉG

A technikai eszköz azon tulajdonságát, hogy működőképessége helyreállítható, vagyis meghibásodásainak, sérüléseinek keletkezési okai feltárhatók, és megelőzhetők, valamint következményeik javítással, műszaki karbantartással elháríthatók, javíthatóságnak nevezzük.

A javíthatóság mellett értelmezni kell az úgynevezett üzemeltetési technológizáltság fogalmát is. Ez a technikai eszköz azon tulajdonságainak összessége, amelyek megmutatják, mennyire alkalmas arra, hogy a műszaki karbantartási és javítási munkák valamennyi fajtája a leggazdaságosabb technológiai eljárások alkalmazásával elvégezhető legyen [6]. Fontos követelmény az is, hogy a karbantartási, javítási és hibakeresési technológiák valamilyen (elektronikus vagy nyomtatott) formában rendelkezésre álljanak.

A technikai eszköz üzemeltethetőségi alkalmasságának harmadik — napjainkban a korszerű üzemeltetési stratégiák térhódításával egyre fontosabbá váló — jellemzője a diagnosztizálhatóság. Ez az eszköz azon tulajdonsága, hogy létezik-e megfelelő pontossággal mérhető olyan műszaki jellemzője, amelynek ismeretében a pillanatnyi műszaki állapot egyértelműen meghatározható.

Az üzemeltethetőségi alkalmasság legfőbb jellemzői a javíthatóság, az üzemeltetési technológizáltság és a diagnosztizálhatóság a 3. ábra szerinti tulajdonságokat foglalják magukba. Látható, hogy ezek főképpen szerkezeti, technológiai tulajdonságok, amelyeket a technikai eszköznél a tervezéskor és gyártáskor kell kialakítani. A megfelelően kidolgozott és alkalmazott üzemeltetési rendszer és stratégia szintén befolyásolja ezeket a tulajdonságokat.



3. ábra. Az üzemeltethetőséget meghatározó főbb tulajdonságok (forrás: [7])

A 3. ábrán megadott tulajdonságok közül az ellenőrizhetőség, a hozzáférhetőség és a szerelhetőség, mind azt mutatják meg, hogy adott meghibásodott vagy ellenőrizendő elem

esetében a közvetlen munkavégzés (például ellenőrzés, alkatrészcsere) az összes munkavégzés (előkészítés ellenőrzéshez, ellenőrzés, ellenőrzés utáni munka) hányad részét teszi ki. Fontos itt megjegyezni, hogy az ellenőrzés önmagában sohasem diagnosztizálás, bár lehet annak része.

Ugyanakkor a felújíthatóság, az egységesíthetőség és a csereszabatosság a javíthatóság olyan mutatói, amelyek az eszköz azon tulajdonságait fejezik ki, hogy egészenek vagy egyes rendszereinek, elemeinek hányad része javítható, hányad része cserélhető ki a karbantartás, javítás során egységekként (blokkokként), a rendszer hányad része javítható csereszabatos alkatrészek felhasználásával.

A hozzáférhetőség és szerelhetőség biztosítása a különféle épületgépészeti berendezések, és vezetékek megfelelő kialakításával, illetve épületen (például a falakon) belüli elhelyezésével történhet. Az egységesíthetőséget és csereszabatosságot a teljes szakmán belüli egységes, szabványos alkatrész-kialakításokkal (csövek és csőcsatlakozók) lehet egyszerűen biztosítani.

A felújíthatóság elemzésekor fontos megjegyezni egy, napjainkra jellemző, üzletpolitikai szempontot. Több berendezést azért készítenek felújíthatatlanná, hogy az üzemeltető ne javíthatassa azt, hanem inkább cserélje ki egy újra, amit persze a gyártótól kell megvásárolnia.

4. A MŰSZAKI BIZTONSÁG

A technikai biztonság befolyásoló tényezőit hagyományosan három csoportba soroljuk. Ezek az úgynevezett objektív tényezők: a technikai rendszer és annak működési környezet, az emberi tényezők, melyeket szubjektív tényezőknek is nevezhetünk, valamint a rejtett, vagy másként, nem azonosított veszélyek csoportja.

4.1. OBJEKTÍV TÉNYEZŐK

Objektív tényezőnek nevezünk minden olyan körülményt, mely a rendszer működésének biztonságát közvetve, vagy közvetlenül, emberi tevékenységtől függetlenül befolyásolja. Ezek közé alapvetően két tényező-csoport sorolható: a technikai rendszer és a működési környezet, vagyis az a fizikai közeg, melyben a rendszerben lezajló folyamat végbemegy. Az objektív tényezők jellemzője, hogy aránylag lassan változnak, így egy adott időszakban állandónak tekinthetők. Könnyű belátni, hogy egy kor tudományos-technikai fejlettsége, egy adott szintű technikai színvonalat, ezzel együtt biztonságot képes előállítani. A rendszert körülvevő infrastruktúra szintén állandónak tekinthető egy adott szervezetnél, egy adott időszakban. A rendszert befolyásoló természeti környezetre ez már csak részben igaz. Az éghajlat hatása ugyan konstans, de a gyors változásokra képes időjárási viszonyok már nehezebben kiszámíthatók. Összefoglalva: az objektív tényezők jellemzője a viszonylagos állandóság és kiszámíthatóság.

Környezeti tényezők

A környezet alatt, szűkebb értelemben, azt a tényleges fizikai feltétel és körülmény halmazt értjük, melyben a rendszer működése megvalósul. Bár a környezet, az objektív tényezők között a legkevésbé befolyásolható, mégsem sorolható a fatális tényezők közé. Még a környezet hirtelen változása okozta helyzetekre is fel lehet készülni, vagy el lehet kerülni azokat. Itt mutatkozik meg

az emberi tényezők jelentősége. Az ugyanis mindig emberi mérlegelés eredménye, milyen szintű kockázatnak teszik ki a rendszert üzemeltető, illetve a környezetében tartózkodó személyeket. Nem szabad tehát az objektív tényezők eme csoportjára úgy tekinteni, mint megváltoztathatatlan veszélyforrásokra.

Anyagi tényezők

Alapvető követelmény a technikai rendszerek biztonságának magas szintje. A technikai rendszerek megbízhatósága, elsősorban a folyamatos fejlesztésnek köszönhetően egyre javul. Ez nem csak azt jelenti, hogy maguk a berendezések egyre megbízhatóbbak. Például repülésben az olyan modern számítógép vezérlésű technológiák, mint a fly-by-wire, vagy a modern fedélzeti adatrögzítők a repülőtechnikát a biztonság eddig nem látott dimenziójába emelik. A pilótahibát kiküszöbölő, földnek ütközést és összeütközést elhárító (aktív) rendszerek tovább növelik a repülésbiztonság szintjét.

4.2. SZUBJEKTÍV TÉNYEZŐK

A tényezők második csoportja az emberi tényezőket foglalja magába. Közös jellemzőjük az aktivitás és a gyors változás képessége. Egy adott rendszer tervezéstől, annak üzemeltetéséig, a egyetlen terület sem nélkülözheti az emberi megfontolást és tevékenységet. Az emberi tényező át meg átszövi a gép–ember–környezet halmaz egységét, éppen ezért van döntő szerepe a biztonságban.

A modern kutatások nyomán az emberi tényező egyre árnyaltabban jelenik meg. Míg azelőtt csupán az emberi tényező kapcsán az operátor hibáira koncentráltak, addig ma az emberi tényező köre már kiterjed a karbantartókra és a rendszerirányítókra is. Emberi tényezőkön mindazon egyéni és szervezeti jellemzők és hatások összességét is értjük, amelyek a biztonság alakulására közvetlen hatással bírhatnak.

Elméletileg tehát, ha az emberi tévedések, hibázások száma csökkenne, az elegendő lenne a biztonsági mutatók azonnali jelentős javulásához. Másrészről a technikai eszközök és kiszolgáló rendszerek fejlettsége, biztonsága, a számítógépes rendszereknek köszönhetően már olyan szinten áll, hogy az emberi tényező vált gyenge láncszemmé a biztonság láncolatában. Az emberi tényező ma már nem csak biztonsági tényező, hanem sajátos nézőpont is.

4.3. REJTETT TÉNYEZŐK

A veszélytényezők harmadik csoportjába azok a rendszert veszélyeztető körülmények és jelenségek tartoznak, melyeket még nem azonosítottak, vagy képtelenek előre jelezni. Amikor a tényezők összejátszása során nem állapítható meg pontosan és tisztán, mely tényező-csoportban keresendő egy nem kívánt esemény okai, akkor azonosíthatatlan, vagy rejtett veszélyként jelenik meg a kockázatkezelés folyamatában.

5. ÖSSZEGLÉS

A társadalmi igények változásával egy időben a műszaki szakemberekkel, a műszaki tudománnyal szembeni elvárások is jelentős mértékben változtak. Ma már nem elegendő a megfelelő

megbízhatósággal — elfogadható kockázattal — működő technikai rendszer, azaz a gép–ember–környezet halmaz. Az egyik legfontosabb igény a biztonságos, azaz a környezetre nem káros műszaki eszközök tervezése, alkalmazása. Ezen elvárások jelentős, de szakmailag nagyon szép kihívást jelentenek korunk mérnökeinek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AVEN T. – KÖRTE J., On the use of risk and decision analysis to support decision-making, Reliability Engineering and System Safety 79 (2003) p. 289–299.
- [2] BÉLYÁCS I., A kockázat változó szerepe az értékszámításban, akadémiai székfoglaló előadás anyaga, <http://www.mta.hu/fileadmin/szekfoglalok/000873.pdf>
- [3] DUDÁS, Z.: Repülésbiztonsági veszélyek és kockázatok, 100 éves a géprepülés tudományos konferencia kiadvány ZMNE RMI, 2003. ISSN 1714-0604.
- [4] FOOLADI, S. –SZABÓ, S. – SZŰCS, G. – DARÓCZI, L. – DEÁK, GY. – CSERNÁTONY, Z., Effect of Blood and operation conditions on structural and mechanical properties of bone cement, First Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest June 11-12 2004, ISBN 963 420 799 5 pp.128-134, (2004).
- [5] MICHELBERGER, P.: A társadalom új elvárásai a közúti közlekedéssel szemben, kihívás a mérnöki társadalom felé, Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági gépek, 1998 7-8, p.243-245
- [6] POKORÁDI, L.: Bevezetés a műveleti kockázatkezelésbe, Új Honvédségi Szemle, Budapest, 1999/4, p. 130–136.
- [7] POKORÁDI, L.: Az üzemeltetési megbízhatóság aktuális kérdései, Magyar Épületgépészet, LI. Évfolyam, 2002/11., p 19–21.
- [8] POKORÁDI, L.: Rendszerek és folyamatok modellezése, Campus Kiadó, Debrecen, pp.242. (ISBN 978-963-9822-06-1)
- [9] SMALKO, Z.: Relations between Safety and Security in Technical systems, International Journal of KONBIN. 1(3), 2007, 63–73., DOI 10.2478/vl0040-008-0005-y

SAFETY AND SECURITY OF TECHNICAL SYSTEMS

Nowadays ones of the most important social problems are safety, security and risk. It affects the technical specialists who plan, build applied and maintain different technical systems. The subject of this paper deals with conception of safety, security and risk and the relationship between safety and security in the man – machine – surrounding systems.