

AZ ALAPVETŐ OK ELEMZÉS ÉS ALKALMAZÁSA A REPÜLŐTECHNIKA ÜZEMELTETÉSÉBEN

Az Alapvető Ok elemzés¹ egy olyan döntés-előkészítő és támogató módszertani eszköz, mely egy rendszeren belüli esemény rejtett vagy közvetlenül meg nem határozható okát vagy okait tárja fel. Ezen rejtett okokat nevezzük az alapvető okoknak. Az alapvető okok következtében fellépő eseményen természetesen nem csak egy egyedüli jelenséget kell értenünk, hanem hasonló jelenségek összességét, halmazát. Ilyen esemény lehet egy gépparkban fellépő hasonló meghibásodások sorozata, vagy egy szervezetben jelentkező belső problémák ismétlődése is. A rendszeren egyaránt érthetünk valamilyen feladatot végrehajtó, személyekből és technikákból álló szervezetet vagy egy integrált technikai rendszer, berendezést.

Az Alapvető Ok Elemzés főként korszerű matematikai (logikai, gráfelméleti), kockázatkezelési (például HAZOP) és minőségbiztosítási (Pareto-elv) eszközöket alkalmaz, de természetesen az adott kérdéskör szakembereinek tudására építve tárja fel a vizsgált káros esemény alapvető okát, okait.

Az eljárás egyik ága az Alapvető Ok Hibaelemzés², melyet valós, integrált technikai rendszerek, eszközök meghibásodásának, paraméter-eltéréseinek elemzésével foglalkozik [3]. Az Alapvető Ok Elemzés, illetve az Alapvető Ok Hibaelemzés eredményiként olyan javaslatok adhatók a megfelelő szinten lévő döntéshozó(k) számára, melyek segítségével a vizsgált nem kívánatos esemény teljes kiküszöbölése is biztosítható.

Ahhoz, hogy egy káros eseményt megelőzzük az alábbi négy dolgot kell pontosan ismernünk:

- olyan módszert, mely azonosítja és értékeli a vizsgált problémát előidéző okokat a javítás és a megelőzés érdekében;
- az azonosított okok által alkotott rendszer természetét;
- a vizsgált okozati rendszerhez kapcsolódó elveket és elméleteket;
- a szervezeten belüli részegységek belső irányítási rendszerét.

Minden szakember más-más módon oldja meg a felmerülő problémákat. A szerelő kijavítja az adott, meghibásodott eszközt, hogy az újra használható legyen.

¹ RCA — Root Cause Analysis

² RCFA — Root Cause Failure Analysis

A mérnök technológiai vagy tervezési megoldást keres a hasonló kérdések megoldására is. A menedzser a gyártási vagy szolgáltatási eljárás megváltoztatásán töri a fejét. Az Alapvető Ok Elemzés az okok mindegyikének pontos azonosításával egy döntést támogató javaslatot ad az egész (esetünkben a szerelő—mérnök—menedzser) rendszer számára. Ezért ez az eljárás egy olyan módszertani eszköz, mely az elemzés szigorú logikai láncolatát biztosítja.

Az Alapvető Ok Elemzés folyamatának része az okozati összefüggések csomópontjainak meghatározása. Ez egyrészt klasszikus vagy fuzzy logikai, másrészt a vizsgált rendszerhez kapcsolódó szakmai (például gépészeti vagy harcászati) szempontú elemzések egyidejű elvégzését jelenti.

Összegezve, az Alapvető Ok Elemzés adatok gyűjtésének, rendszerezésének és értékelésének egy szisztematikus folyamata, ami azonosítja azokat a belső okokat, melyek a vizsgált problémát előidézik vagy lehetővé teszik [4].

Fontos itt emlékeztetni a tisztelt olvasót arra a megfigyelésre, hogy egy repülő katasztrófa csak 3~5 kiváltó ok vagy szabálytalanság egyidejű fellépése esetén következnek be [2]. Ez nagyban megnehezíti a domináns okok meghatározását.

AZ ALAPVETŐ OK ELEMZÉS FOLYAMATA

Az Alapvető Ok Elemzés elvégzéséhez egy jól definiált, logikailag felépített folyamatot kell végrehajtanunk, mely az alábbiakban foglalható össze:

- ADATGYŰJTÉS. Az elemzés elkezdéséhez szükséges az összes rendelkezésre álló adat összegyűjtése. Egyes, a témakörhöz kapcsolódó irodalom kifejezetten történelmi (azaz hosszuidő alatt történeteket jellemző) adatokat említ az elemzés alapfeltételének. Mások az úgynevezett 5P adatgyűjtési elvet említik, ami a szükséges adatok kategóriáit jelenti. Úgy, mint People (személyek); Parts (részek, részletek); Paper (dokumentumok); Position (elhelyezkedés, helyzet) és Paradigms (minták, példák) [8].
- AZ ELEMZÉS ELŐKÉSZÍTÉSE. Az elemzések, vizsgálatok megfelelő színvonalú elvégzése érdekében egy munkacsoportot kell felállítanunk. A csoport az Alapvető Ok Elemzés specialistán kívül a vizsgálatához kapcsolódó összes szakmai kérdéskör legalább egy-egy szakértőjének alkotnia.
- ADATOK ELEMZÉSE. Ekkor gráfelméleti, általában logikai fa módszerrel, a legkisebb komponensekre kell bontani a problémát, majd valószínűsíteni az azokat kiváltó okokat. A logikai fa módszer alaplépései a következők:
 - a főesemény meghatározása;
 - a hibamód meghatározása;
 - hipotézis felállítása;
 - hipotézis ellenőrzése;

- az okok (fizikai, humán, rejtett) meghatározása.
- JAVASLATOK KIDOLGOZÁSA, DÖNTÉS. A fenti elemzések eredményeként kapott lehetséges megoldásokról részletes jelentést kell készíteni a döntéshozók számára. A döntéshozót tájékoztatni kell a probléma kiküszöböléséhez szóba jöhető intézkedésekről, azok várható előnyeiről és hátrányairól. A javaslat alapján a döntést a megfelelő szinten kell meghozni. Azon a vezetési szinten, amely képes meghatározni az eszközöket a nem kívánatos esemény kiküszöbölésére, és amely közvetlenül végre is tudja hajtani vagy hajtatni ezen intézkedéseket.
- A VÉGREHAJTÁS ELLENŐRZÉSE, ELEMZÉSE. A meghozott döntés végrehajtását ellenőrizni kell, hogy a lehetséges hibákat korrigálni lehessen, illetve, hogy a tapasztalatok összegzésével későbbi hasonló feladatok megoldása hatásosabb legyen. Gondoljunk csak a folyamat első lépéseként említett adatgyűjtésre, és ott is az 5P elv „ötödik P-jére” {Paragidms (minták, példák)}.

A PARETO-ELV ALKALMAZÁSA

Az Alapvető Ok Elemzés során gyakran kerül alkalmazásra az úgynevezett Pareto-elv. Vilfredo Pareto olasz közgazdász volt, aki felfigyelt arra, hogy az ország gazdaságának döntő többsége egy kisebbségben lévő csoport birtokában van. Ezt a megfigyelést számos más tématerületre is kiterjesztették és úgy ismerik, mint a Pareto-elv vagy a 80—20 szabály. Ennek szellemében a fő cél az, hogy azt a kis számú hibaforrást, problémát kiváltó okot megtaláljuk, ami a vizsgált problémák mintegy 80%-áért „felelős”.

A Pareto-elemzés az adatokat oszlopdiagram formájában ábrázolja és megmutatja az egyes adattípusok szerint az előfordulások relatívgyakoriságát. Az oszlopdiagram készítésekor szokásos, hogy az adattípusok előfordulását csökkenő nagyságrendben rajzolják meg. Sok esetben azonban az adatokat transzformálni kell ahhoz, hogy igazi Pareto-görbe álljon elő.

A technika egyszerű, jól dokumentált és jól magyarázza a szakirodalom. Más technikákkal, mint például a fenti logikai fa elemzéssel együtt célszerű alkalmazni, így bizonyos képzésre szükség van. Az is fontos, hogy az elemzéshez a megfelelő adatok kerüljenek összegyűjtésre. A technikát elterjedten használják a minőségi körökben.

Az Alapvető Ok Elemzés célkitűzését úgy is megfogalmazhatjuk, hogy az elemi okok kiszűrése, melyek a vizsgált rendszerben fellépő káros események döntő többségét váltják ki vagy engedik meg. Ezen okok gyűjtőneve a Lényeges Néhány (Significant Few). Ha a megelőző intézkedések meghatározása során ezekre az alapvető okokra koncentrálunk, jelentős eredményeket tudunk elérni. A Pareto-elv alkalmazása hasznos segédeszköz a lényeges néhány alapvető ok kiválasztásában.

A HAZOP ELJÁRÁS ALKALMAZÁSA

A másik legelterjedtebb adatelemzési módszer az Alapvető Ok Elemzés során az úgynevezett HAZOP eljárás.

A HAZOP (HAZard OPeralbility) a veszélyek azonosítására és becslésére szolgáló egyszerű módszer [5]. A módszert 1974-ben az Imperial Chemical Industries szakemberei dolgozták ki és azóta számos módosításon esett át. A HAZOP módszer alapelve az, hogy a normál és szabványos munkakörülmények biztonságosak és veszély akkor keletkezik, ha ezektől eltérnek. Ez a módszer lehetővé teszi a felhasználó számára az üzemeltetés során fellépő veszélyek és kockázatok azonosítására szolgáló becslés elvégzését. Egy tipikus HAZOP módszerrel végzett vizsgálatban a konstrukcióra és az üzemeltetési rendszerre vonatkozó dokumentumokat (például a típusleírásokat, a földi- és légi üzemeltetési utasítás) szakemberekből álló multidiszciplináris csoport vizsgálja át. Az üzemeltetési rendszer minden elemére vonatkozóan meghatározzák a normál működéstől való minden lehetséges eltérés okait és káros következményeit. Annak érdekében, hogy minden működési zavart, ami a gyárban előfordulhat azonosíthassanak, a szakembereknek kulcsszavakból álló lista áll rendelkezésre. A HAZOP módszer részletes kockázatelemzés alapjául szolgáló prioritásokra ad javaslatot, illetve elsődleges információt nyújt a potenciális veszélyekről, azok okairól és következményeiről. Megmutatja a veszélyek csökkentésére szolgáló utakat, és a tervezés és az üzemeltetés fázisában egyaránt alapul szolgál a teljes kockázatelemzési programban teendő következő lépésekhez.

A módszer eredeti formájának vannak bizonyos korlátai. Ezek első csoportja a módszerben rejlő kiindulási feltételezésekből ered, amelyek korlátozzák annak hatókörét. A módszer feltételezi, hogy a tervezést a megfelelő előírásokkal összhangban végezték el, és a tervezés a normális üzemeltetési körülményeknek megfelelő. A HAZOP csak a feltételezett ideális körülményektől való eltérést próbálja azonosítani. A korlátok másik típusa nem szándékolt, nem is remélt, de benne rejlik a módszerben. Például a HAZOP eredendően nem alkalmas arra, hogy a környezeti sajátosságokból adódó jellemzőkkel és azok következményeivel foglalkozzon. A HAZOP ezenkívül sok időt és szakképzett munkát igényel.

Számos javaslat született a HAZOP módszer hatékonyságának növelésére. Például az általánosan használt berendezéseket számítógépen futtatható algoritmusokkal kell tanulmányozni, így a munkához szükséges idő jelentősen csökkenthető, valamint csökkentené a csoport tagjainak terhelését és fokozná a vizsgálat hatásosságát és megbízhatóságát.

Az említett korlátok ellenére is a HAZOP a leggyakrabban használt veszélyazonosítási és becslési módszer maradt.

KAPCSOLAT A MEGBÍZHATÓSÁG-KÖZPONTÚ KARBANTARTÁSSAL

Létezik egy nagyon valós tévhit a Megbízhatóság-Központú Karbantartás és az Alapvető Ok Elemzéssel kapcsolatban. Sokan azt hiszik, hogy a két fogalom látszólag ugyanaz. Noha mindkét eszköz megfelelő alkalmazásuk esetén nagyon gyümölcsöző tud lenni, de céljaik alapvetően eltérőek. Együttes alkalmazásuk esetén kiegészítik egymást és a legnagyobb nyereséget biztosítják [1].

A Megbízhatóság-Központú Karbantartás célja meghatározni valamely technikai eszköz szükséges karbantartási igényét, annak adott üzemeltetési környezetében. Ezt az adott technikai eszközhöz kapcsolódó kérdéssorozat felvetésével oldják meg, majd meghatározzák milyen üzemeltetési, karbantartási stratégiát célszerű alkalmazni az adott eszköz üzemeltetése során. Az Megbízhatóság-Központú Karbantartás egy folyamatábrát ad a válaszokra épülő legcélszerűbb üzemeltetési stratégia meghatározásához. A kérdések megválaszolásához az összes lehetséges meghibásodási módot feltárják és a meghibásodás következményének csökkentésére egy előremutató karbantartási stratégiát ajánlanak — az adott hibamódok súlyossága, kritikussága függvényében.

Az Alapvető Ok Elemzés célja viszont feltárni azokat a mélyebb okokat (az alapvető okokat), melyek miatt egy esemény bekövetkezik, olyannyira, hogy az esemény teljes kiküszöböléséhez szükséges lépések meghatározhatók legyenek. Ezt az elemzést a módok, eljárások elemzésével oldják meg (ez az a pont, ahol az Megbízhatóság-Központú Karbantartás megáll). Az Alapvető Ok Elemzés logikai fákát alkalmaz az ellenőrzés minden egyes szintjén. Az előnye az, hogy az aktuálisan feltárt alapvető okok az ellenőrzési folyamat során nyert tények. A két eszköz közti különbség szembeűnő: az Megbízhatóság-Központú Karbantartást megelőző karbantartási stratégia gondolata vezérli, az Alapvető Ok Elemzést pedig a karbantartást (javítást) megelőző stratégia gondolata.

Fontos tisztázni, hogy a két eszköz közti különbség az, hogy az Megbízhatóság-Központú Karbantartás kezeli a jelenséget, az Alapvető Ok Elemzés keresi és korrigálja az okokat.

KÖVETKEZTETÉSEK, AJÁNLÁSOK

A tanulmány — a szerző utóbbi években folytatott kutatómunkája újabb részeként — az Alapvető Ok Elemzést mutatta be. Az ismertetett módszertani eszköz, matematikai eszközök alkalmazásával, segíti a műszaki menedzsment döntés-

előkészítő tevékenységét. Az elemzés természetesen alapvetően támaszkodik a vizsgált rendszerhez, folyamathoz kapcsolódó területek szakembereinek tudására.

Jelen sorok írója a vizsgálati módszer továbbfejlesztése érdekében az alábbi feladatok megoldását tartja fontosnak:

- fuzzy logikai eszközök beépítése az elemzés folyamatába;
- gráfelméleti módszerek kiszélesítése és összekapcsolása más matematikai eljárásokkal;
- az eljárás integrálását a kockázatkezelési, döntés-előkészítési módszertani eszközök rendszerébe.

Valamint a fenti feladatok megoldásával egy jól algoritmizálható és így számítógépen futtatható ok-okozati rendszert elemző eljárás kidolgozását.

ALAPVETŐ OK ELEMZÉS — RÖVIDEN

Végezetül az Alapvető Ok Elemzés egy egyszerű, könnyed, „fejben is megoldható” módszerét ajánlja a szerző a tisztelt olvasó figyelmébe:

1. lépés: Határozd meg a kiinduló kérdést a probléma ismeretében!
2. lépés: Fogalmazd meg „Miért?” formában!
3. lépés: Ismételd meg a 2. Lépést legalább ötször!
4. lépés: Megkaptad a probléma alapvető okát!

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Analysis — RCM Versus RCA, <http://www.maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/ezone/rcmvrca.htm>.
- [2] CREMA, L. B., CASTELLANI, A., The Role of Human Factor in the Flight Safety, Proc. Of the 11th Hungarian Days of Aeronautical Sciences.
- [3] LATINO, R, What Is Root Cause Failure Analysis?, <http://www.Maintenanceresources.com/ReferenceLibrary/ezone/whatis.htm>.
- [4] LATINO, R., Root Cause Analysis — Quality of Process, <http://www.tpmonline.com/arc...nce/rootcause/rootcauseqltyofprocess.htm>.
- [5] POKORÁDI, L., Kockázatbecslési módszerek és technikák a repülésben, The Challenge of Next Millennium on Hungarian Aeronautical Sciences (12th Hungarian Days of Aeronautical Sciences) ISBN 963 03 78035, p. 66-77.
- [6] POKORÁDI, L., Rendszerek és folyamatok gráfelméleti vizsgálata, Tudományos Kiképzési Közlemények, MH. SzRTF, Szolnok 1993/2-3, p. 33-44.
- [7] ROHÁCS, J., POKORÁDI, L., ÓVÁRI, GY., KAVAS, L. Anomalies in Integrated Aircraft Systems, Proceedings of the 20th Symposium Aircraft Integrated Systems, Garmisch-Ratenkirchen, 2000, p. 275-287.
- [8] Root Cause Analysis, Solve Tomorrow's Problem Today, <http://www.rootcause.com/whatscra.htm>.
- [9] The Meeting is in 5 Minutes series „Root Cause Analysis”, <http://www.smallbear.com/publica/rootcse.htm>.