

## Számítógéppel segített hiba-lehetőség és hiba-hatás elemzés

**Johanyák Zsolt Csaba**

*Az előadás két részre tagolódik. Az első rész a konstrukciós hiba-lehetőség és hiba-hatás elemzés (FMEA) eredetének és céljainak ismertetése után bemutatja a konstrukciós FMEA módszerét. A második rész a számítógépes támogatás szükségességét emeli ki, valamint taglalja - az előadó doktoranduszi kutatási témáját képező - a CAD rendszerrel integrált konstrukciós FMEA szoftver megvalósításának alapelveit és modelljét.*

Az erősödő versenyhelyzet és a növekvő pénzügyi kockázat minden vállalatot arra készítet, hogy az általa végzett tevékenység minőségét szabályozó és irányító rendszerbe minél több olyan mechanizmust építsen be, mely felismeri a lehetséges hibákat és azok következményeit még a termék vagy szolgáltatás előállítási folyamatának kezdeti szakaszában, minimálisra csökkentve ezáltal a szükséges változtatások költségeit. a hiba-lehetőség és hiba-hatás elemzés (FMEA) kiválóan alkalmas e feladat ellátására.

### **Mire jó az FMEA?**

Az FMEA-t az USA-ban fejlesztették ki a repülőgépipar és űrhajózás-technika területén, ahol a legkisebb hiba is végzetes következményekkel járhat, ezért igen nagy hangsúlyt helyeznek a megelőzésre. A 70-es években már széleskörűen alkalmazták az autóiparban, ami hamarosan maga után vonta az eljárás szabványosítását [1] is. Az autógyártó cégek nagyon szigorú elvárásokat támasztanak beszállítóik minőségbiztosítási rendszereivel szemben (pl. [2]), ez jelentős mértékben hozzájárult az eljárás széleskörű elterjedéséhez. Így a minőségirányítással és a minőségügyi rendszerek elemeivel foglalkozó ISO 9004 már a tervezés minősítésének és jóváhagyásának egyik lehetséges eszközeként ajánlja ezt a módszert. Az elemzés célja az egyes hibalehetőségek felismerése a termék életciklusának minél korábbi szakaszában, a hiba előfordulásának megelőzése, és az esetlegesen előforduló hibák vevőhöz való eljutásának megakadályozása, s ezáltal egyrészt közvetlen költségmegtakarítás elérése, másrészt a vállalat jó hírnevének megőrzése. A megvizsgált terület szempontjából az elemzés két alaptípusát különböztetjük meg:

- **Konstrukciós FMEA.** Célja a konstrukciós megoldásokból és a tervező által készített előírásokból eredő hibák feltárása és kiküszöbölése.

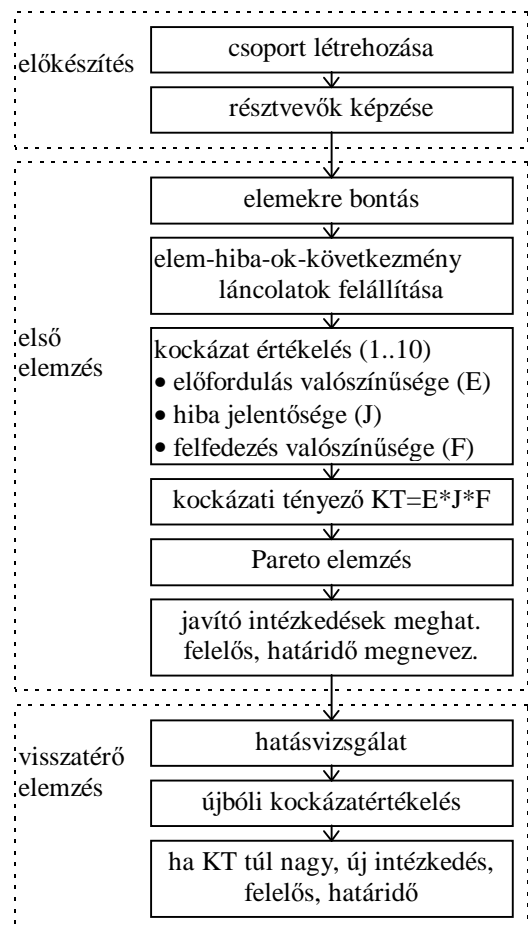
- Folyamat FMEA. Célja a gyártás során az anyagbeszerzéstől a csomagolt áru kiszállításáig a gyártási technológiából, anyag-, gép-, és eszközhibából, valamint emberi mulasztásból eredő hibák feltárása és kiküszöbölése.

A szabvány csak az eljárás keretét határozta meg, tág területet hagyva a körülményekhez, feladatokhoz való rugalmas alkalmazkodás számára, így az idők folyamán különböző FMEA altípusok fejlődtek ki. Ezek közül széles körben alkalmazzák a termék-, a rendszer- és a környezet elemzésre szakosodott változatokat.

Az elemzés folyamata hasonló az összes típus esetén, ezért a továbbiakban csak a konstrukciós FMEA-val foglalkozunk.

### Konstrukciós FMEA

Az elemzés folyamata három szakaszra tagolódik (1. ábra). A módszer csoportmunkára épül, ezért a hatékonyság érdekében különösen fontos szerepe van az előkészítésnek. Ez magába foglalja a csoport összetételének és létszámának kialakítását, valamint szükség esetén a résztvevők képzését. Az oktatást nem szabad elhanyagolni, mert mint minden új módszer esetében, itt is csak akkor számíthatunk sikerre, ha mindenki hisz az eljárás jóságában, és nem csak a főnöki utasítás kényszerének engedelmessé alkalmazza azt. A második szakasz a konstrukció első átvizsgálását foglalja magába. Itt első lépésként alkotó elemeire bontják azt, majd minden egyes elem esetén megkeresik a hiba lehetőségeket, azok okait és következményeit, felállítva ily módon az ún. elem-hiba-ok-következmény láncolatokat, melyek egy-egy összetartozó információsort kötnek egy csoportba. Minden egyes láncolatot három szempont szerint külön-külön értékelnek 1 és 10 közé eső számokkal, figyelembe véve a jelenlegi állapotot, azaz a már beépített ellenőrzési és megelőző intézkedéseket. Többféle módszer terjedt el a három kockázati mérőszám által nyújtott információ értelmezésére. A legáltalánosabb a kockázati tényező (KT) kiszámítására épül, melyet aztán egy Pareto elemzés keretén belül használnak fel. A Pareto elemzés célja lényegében egy fontossági sorrend felállítása a különböző láncolatok között. A megállapított sorrendet követve a munkacsoport minden egyes láncolat esetén meghatározza a kockázat csökkentése érdekében szükséges teendőket (terv átdolgozása), a végrehajtásért felelős személyt és a megvalósítás határidejét. A harmadik



1. ábra. Az elemzés lépései

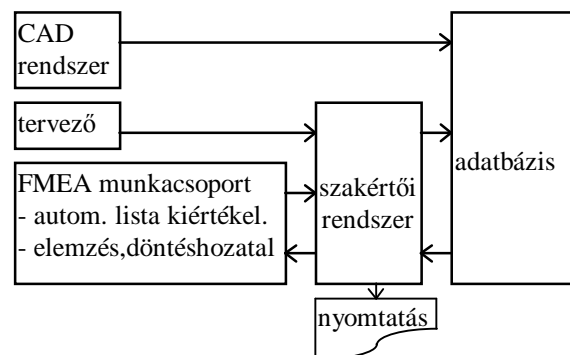
fontossági sorrend felállítása a különböző láncolatok között. A megállapított sorrendet követve a munkacsoport minden egyes láncolat esetén meghatározza a kockázat csökkentése érdekében szükséges teendőket (terv átdolgozása), a végrehajtásért felelős személyt és a megvalósítás határidejét. A harmadik

szakasz a visszatérő elemzés, ami a határidő lejártakor következik. Ekkor megvizsgálják az előírt intézkedések megvalósítását és annak hatásait. Újból kiszámolják a kockázati számokat és magát a kockázati tényezőt. Amennyiben ennek értékét még mindig túl magasnak találják, újabb intézkedést javasolnak a probléma megoldására. Kedvezőtlen esetben a harmadik szakasz egy láncolat esetén többször is megismétlődhet. A konstrukció gyakorlati megvalósítása, legyártása csak azután következhet be miután a munkacsoport az összes kockázati tényezőt elfogadhatóan alacsony értékűnek ítélte meg.

## Számítógépes támogatás

Az FMEA-t alkalmazó vállalatok többsége két oldalról is nyomás alatt áll. Egyrészt a minőségügyi és biztonságtechnikai követelmények teljesítése érdekében törekedni kell arra, hogy az elemzés lehetőleg mindenre terjedjen ki, másrészt ott vannak a szorító határidők és pénzügyi keretek, és az FMEA hatása csak közép vagy hosszútávon mutatkozik meg. A hagyományos módon végrehajtott eljárásnak számos gyenge pontja van. Körülményes a dokumentálás, nehézkes a korábban elvégzett elemzésekbe beépített tudásanyag visszakeresése. Az erőforrások optimális kihasználása ebben az esetben csak a számítástechnika bevetésével érhető el. Egy ilyen célból készült szoftverrendszer legalább a következő szolgáltatásokat kell nyújtsa:

- adatbázis-kezelési lehetőségek az egyes alkotó elemekhez kapcsolódó típushibák eltárolására, visszakeresésére, valamint az adatok karbantartására;
- hiba lehetőségek, okok, következmények és javító intézkedések listájának automatikus előállítás, ha egy olyan elemet vizsgálunk, melyre korábban már végrehajtottuk az elemzést;
- határidő-figyelés;
- adatvédelem és -titkosítás;
- elemzés kinyomtatása;
- könnyen tanulható és kezelhető, felhasználóbarát felület.



2. ábra. CAD rendszerrel integrált FMEA programcsomag

## Tudásalapú FMEA rendszer

Még ma is nagyon gyakran előforduló probléma, hogy ha egy sok tapasztalattal rendelkező szakember megválk a vállalattól, hamarosan beáll a káosz. Rengeteg részletkérdés nincs dokumentálva, mert vagy nem tartották fontosnak, vagy egyszerűen nem volt rá idő. Ilyenkor sok idő és pénz kell arra, hogy mindent újra kiderítsenek. Egy másik probléma, hogy az emberek felejtenek, vagy nem ott és akkor jut eszükbe a megfelelő információ amikor arra szükség lenne. A módszer gyenge pontjait felismerve tanszékünk 1994-ben elindított egy projektet egy konstrukciós FMEA programrendszer megvalósítása érdekében. A feldolgozandó tudásanyag sokrétűsége és nagy mennyisége következtében egy CAD

rendszerrel integrált tudásalapú szoftver alapelveinek kidolgozása lett célként meghatározva. A rendszer nem helyettesíti az elemzést végző munkacsoport szakértőit, az emberi kreativitás nélkülözhetetlen. A rendszer feladata "mindössze" annyi, hogy könnyebbé, gyorsabbá és hatékonyabbá tegye az elemzést végző szakértő csoport munkáját. A CAD rendszer segítségével a tervező elkészíti a konstrukciós tervet. Ez tartalmazza az egyes elemekre vonatkozó geometriára és anyag-kiválasztásra vonatkozó . Ezek az információk bekerülnek az adatbázisba, ami lehet önálló vagy a vállalati információs rendszer része. A konstrukció teljes leírásához szükségesek még az egyes elemek feladatát, működését meghatározó információk. Ezt a tervező adja meg a szakértői rendszer interfészprogramja segítségével. A tudásalapú rendszer elemenként haladva előveszi a tervezési információt az adatbázisból, megvizsgálja, hogy készült-e már ugyanilyen, vagy hasonló paraméterekkel rendelkező elemre vonatkozó elemzés, és ha igen akkor automatikusan közli az elemző csoporttal a korábban felismert hibalehetőségeket, okokat és következményeket, azok értékelését, esetleg a korábban tapasztalt meghibásodásokhoz kapcsolódó költségeket, és felkínál egy vagy több, korábban már bevált javító intézkedést. A munkacsoport ezt elfogadja, vagy az időközben szerzett újabb tapasztalatokra, változásokra való tekintettel megváltoztatja esetleg elveti azt. Ezután következik a kockázati tényezők szokásos értékelése, amit a szakértő rendszer az adatbázisban található minőség költség adatok kikeresésével segít, majd egy automatikus Pareto elemzés a határidők fontossági sorrendben történő megállapítása érdekében. Amennyiben a rendszer nem talál ugyanolyan vagy hasonló elemre vonatkozó korábbi adatot, az elemzés a hagyományos módszerrel folytatódik. Az FMEA eredménye mindig hozzáadódik az ismeretbázishoz. Az alkalmazott modell talán legérdekesebb kérdése a hasonlóság vizsgálata és a hiba-lehetőség lista összeállítása. Egy idő után a tapasztalati tudást jelképező információhalmaz meglehetősen nagy méreteket ölt, ezért egy olyan adattárolási módszerre van szükség, mely biztosítja úgy a gyors elérhetőséget, mint a folyamatos bővíthetőséget. Erre fastruktúraszerű objektumhierarchia kínálkozott a legjobb megoldásnak. A fastruktúra minden "levele", azaz végpontja egy-egy elem azon tulajdonságait tartalmazza, melyek csak rá jellemzőek. A csomópontok csoportokat jelképeznek. A csoportok olyan tulajdonságok tárolására szolgálnak, melyek a csoport minden tagjára jellemzőek. A tárolt információmennyiség növekedésével a hierarchia többszintűvé válik. Egy új elem vizsgálata esetén a rendszer az előre megadott tulajdonságok alapján megpróbálja besorolni azt valamelyik csoportba. Ha ez sikerül, és az adott csoportban talál egy a vizsgálat tárgyával teljesen megegyező elemet, akkor készít egy teljes elem-hiba-ok-következmény láncolat listát a korábbi tapasztalatok alapján. Ha teljesen azonos elemet nem talál a rendszer, de valamelyik csoportba sikerül besorolni az elemet a hasonlósági kritériumok alapján, akkor egy részleges, a csoportra jellemző listát kapunk. Ez természetesen kisebb értékű mint az előző, de kiindulópontként nagy segítséget nyújthat. Amennyiben sehova se sikerül besorolni az új elemet, a rendszer egy új főcsoportot nyit számára. Természetesen egy-egy elem besorolásánál és hasonlósági vizsgálatánál nem vehetjük figyelembe annak összes tulajdonságát. Ezért felelősségteljes szerepe van annak aki

megállapítja, hogy egy adott alkalmazási területen melyik az a néhány jól körülhatárolt tulajdonság típus, amit figyelembe veszünk a besorolás folyamán.

A projekt jelenleg a szakértői rendszer kidolgozásának fázisában van. Az alkalmazott szakértői shell a Kappa-PC 2.3.

### **Irodalomjegyzék**

- [1] DIN 25448: Ausfalleffektanalyse (Fehler -Möglichkeiten- und -Einfluss - Analyse), 1990.
- [2] Q101 Qualitätssystemrichtlinie, Ford AG, Köln, 1985.
- [3] Deckers, Jürgen - Schäbe, Hendrik: FMECA rechnergestützt erstellen, Qualität und Zuverlässigkeit, 1992, s. 366-369.
- [4] Nedeß, Christian - Nickel, Joachim: FMEA wissensbasiert erstellen, Qualität und Zuverlässigkeit, 1993, s. 689-693.
- [5] Leistungsfähiges FMEA-System, Qualität und Zuverlässigkeit, 1994, s. 235.
- [6] Pfeifer, Tilo - Spiekermann, Jürgen - Zenner, Thomas: Konsequente Fehlervermeidung durch FMEA, Qualität und Zuverlässigkeit, 1994, s. 285-291.

Johanyák Zsolt Csaba, minőségügyi mérnök

Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola, Informatika Tanszék, H6001 Kecskemét Pf. 91.

Tel.: -36-76-481 291

Fax: -36-76-481 304

e-mail: csaba@gandalf.gamf.hu