

# A Hibamód- és Hatáselemzés alkalmazása napjaink autóiparában

Koncz Annamária<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, Magyarország  
konczannamaria@gmail.com

## Összefoglalás

A Hibamód- és Hatáselemzés (FMEA – Failure Mode and Effect Analysis) az autóipar (és az ipar) ismert minőségbiztosítási technikája. Használata az IATF 16949 autóipari szabványa (az ISO 9001 szabvány kiegészítő többletkövetelménye) alapján kötelező az autóiparban tevénykedő vállalatok számára. Mindez érvényes az autógyártókra, illetve az egyes részegységeket előállító beszállítók számára is.

Munkánkban az FMEA-ra vonatkozó szabályokat, és az FMEA elkészítésének folyamatát, lépéseit mutatjuk be. Megmutatjuk a módszertan összefüggését a vállalatok minőségbiztosítási rendszerével (Control Plan, FMEA), elemzzük a módszer használatának előnyeit a beszállítókra, illetve az autógyártókra nézve.

**Kulcsszavak:** FMEA, Rendszer FMEA, Folyamat FMEA, Termék FMEA, funkcióháló, hibaháló

## 1 BEVEZETÉS

Napjainkban egyre nagyobb jelentőséget kap a minőség. A vállalkozások célja a fogyasztók számára egyre megbízhatóbb szolgáltatások, termékek előállítása, biztosítása, annak érdekében, hogy növeljék versenyképességüket.

A Hibamód-és hatáselemzés (FMEA:Failure Mode and Effect Analysis) metódusra az AIAG (Automotive Industry Action Group – Gépjárműgyártók Akciócsoportja), és a VDA (Verband der Automobilindustrie – Német Autógyártó Szövetség) is adott ki leírásokat. Ezenkívül az egyes autógyártók (Ford, GM, PSA) is kiadták a maguk előírását a tárgykörben. Ugyanakkor az FMEA módszertanra minden beszállító saját szabályozást alakíthat ki. Az FMEA kifejlesztése a 20. századra tekinthető (a módszer több, mint hetven éves), először az amerikai hadsereg írta le a negyvenes években [1], majd a NASA jegyezte le a metódust 1963-ban [2], de ugyanakkor az amerikai hadsereg is kiadta az erre vonatkozó előírását a nyolevanes években (MIL-STD-1629 1980) [3].

A különböző iparágak fejlődése is életre hívta az FMEA szükségességét. A napjainkban is látványosan fejlődő autóiparban a szisztematikus elemzések segítik a gyártót. Példaként, az elektronikai fejlődésével még nagyobb jelentőséget kapott a hibák hatásának elemzése [4]. Azonban napjainkban nemcsak az autóelektronikai iparban használják az FMEA-t, hanem mechanikus alkatrészek előállításakor, sőt az élelmiszeriparban is [5].

Három különböző típusú FMEA-ról beszélhetünk: Rendszer FMEA-ról (System FMEA), Termék FMEA-ról (Design FMEA), és Folyamat FMEA-ról (Process FMEA). A három különböző fókuszú elemzés a teljes terméket lefedi, a rendszert, a terméket, és annak előállítási folyamatát. Abban az esetben, ha mindhárom elemzés szisztematikus elkészül, feltérképezi a teljes készterméket.

Az FMEA elemzés elkészítése során a potenciális hibákat vizsgáljuk úgy, hogy hibahálóba helyezzük őket. Így a hiba összeköttetésbe kerül annak következményével, illetve okozójával is. Az FMEA rendkívül fontos eleme a minőségbiztosításnak, hiszen már konstrukciós szinten felfedheti az egyes nem –megfelelőségeket. Az elemzés felfedi a hibák lehetséges következményeinek súlyosságát, a hibaokok előfordulási gyakoriságát, illetve detektálásuknak lehetőségeit.

A Hibamód-és hatáselemzés a kockázatelemzés egyik eszköze, amely arra hivatott, hogy felmérje a termékekben, szolgáltatásokban, gyártási eljárásokban rejlő hibákat. Az FMEA ezáltal hasznos eszköze minden szolgáltató, és termelő vállalatnak.

A közlemény célja az FMEA eljárás bemutatása, annak lépéseivel, előnyeivel, és fejlesztési potenciáljával együtt. A tanulmányban felhasznált példák a Szerző tapasztalatai alapján előtérbe helyezik a folyamatszempontú megközelítést.

A tanulmány további részei: munkánk második fejezete az FMEA típusait írja le, majd a harmadik fejezet szemlélteti az elemzések lépéseit.

Tanulmányomban a negyedik fejezet bemutatja az FMEA kiindulási alapjait, az ötödik fejezet feltárja az FMEA eljárás szükségességét és előnyeit.

## 2 A HIBAMÓD-ÉS HATÁSELEMZÉS TÍPUSAI, FELÉPÍTÉSE

A Hibamód- és Hatáselemzés egy szisztematikus eljárás, amely a konstrukciókban, és a gyártási eljárásokban található hibák felfedésére, elemzésére és értékelésére, illetve azok elkerülésére alkalmas.

Az FMEA-t mindig csapatmunkában kell végezni [6]. Mivel minden lépés, és szint elemzésre kerül, ezért minden érintett területről szükség van szakemberre. Ugyanakkor nem szabad megfeledkezni arról, hogy minden FMEA projektre adott esetben külön csapat szükséges.

A csapatnak keresztfunkcionálisnak, és multidiszciplinárisnak kell lennie. Ez azt jelenti, hogy minden érintett területről szükség van közreműködésre, azonban minden területről különböző funkciókban dolgozó kollégákra is, hogy az elemzés ne legyen egyoldalú. Az FMEA-k komplexitása miatt szükséges egy FMEA moderátor alkalmazása is, akinek az a szerepe a csapatban, hogy irányítsa a résztvevőket. Az FMEA moderátornak a rendszertől, terméktől, folyamattól, szolgáltatástól függetlennek kell lennie.

Ahhoz, hogy az FMEA elemzés hatékony legyen, a résztvevőknek rendelkezniük kell a szükséges információkról a témában.

Ezek az információk lehetnek: az aktuális rendszer, termék, folyamat, szolgáltatás ismerete; képességadatok; információk a hiba előfordulásáról; és információk a bevezetendő intézkedésekről [7].

Az FMEA elemzések a sokoldalúságuknak köszönhetően sokrétűen használhatók az iparban, gyártó- és termelő vállalatoknál, valamint szolgáltatások esetén.

Alkalmazási területtől függően négy típusú FMEA beszélhetünk [7].

A Rendszer FMEA (System FMEA) rendszerek elemzéséhez használatos, a Termék FMEA (Design FMEA) [8] termékek elemzésénél használt, a Folyamat FMEA (Process FMEA) [8] folyamatok analíziséhez használt, a Szolgáltatás FMEA (Service FMEA) szolgáltatások elemzéséhez használatos.

Azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy a hibák egyszerre jelentkezhetnek rendszer-, termék-, folyamat- és szolgáltatás szinten. Ezért fontos, hogy a teljes előállítási láncra hozzunk létre FMEA-t [9].

### 2.1 Rendszer hiba-és hatásmód elemzés

A Rendszer FMEA-t többnyire a korai tervezési fázisban alkalmazzák, másként Konceptciós FMEA-nak is nevezik. Rendszerek, és alrendszerek elemzéséhez használatos.

Könnyen bemutatható a Rendszer FMEA és a Termék FMEA közötti összefüggés. Autóipari példával élve, ha a termék a fékvezérlő, akkor az alrendszer lehet a fékrendszer, a rendszer pedig maga a jármű.

A 1. ábra szemlélteti az említett rendszer, alrendszer, termék kapcsolatot.



1. ábra Járművek rendszerei, alrendszerei [10]

A Rendszer FMEA a rendszer funkciók hibáira, nem teljesüléseinek felfedezésére szolgál.

Kimenetei a Rendszer FMEA-nak a következők: RPN [11], [12] (Risk Priority Number: Hiba Prioritási Szám) számmal rangsorolt hibakép lista; egy lista a potenciális rendszer funkciókkal, amelyek detektálhatják a hibaképeket; valamint egy lista a potenciális dizájn intézkedésekről, amelyek csökkenthetik a hibaok előfordulásának gyakoriságát.

A Rendszer FMEA előnyei a következők lehetnek: segít megtalálni az optimális rendszer alternatívát; segít a redundancia meghatározásában; segít a rendszer diagnosztikai funkciók meghatározásában; növeli az esélyét a potenciális hibák felfedezésének, és segít a hibaképek alrendszerrel összefüggésének meghatározásában [7].

### 2.2 Termék hiba-és hatásmódelemzés

Termékek elemzésére szolgál, még a gyártásra felszabadítás előtt, a dizájnban eredő nem megfelelőségek felfedezésével.

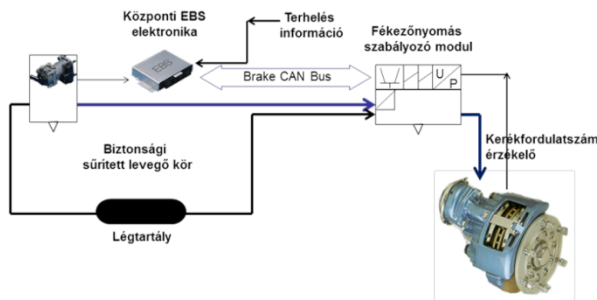
A példában a fékrendszer alrendszer része a fékvezérlő, amelyet a 2. ábra mutat.

A Termék FMEA a termék jellegéből adódóan több különböző típusú lehet [7]. Például egy elektronikai termék esetén lehet Szoftver FMEA, Elektronikus részegység FMEA, vagy Mechanikus FMEA.

Az ábránál a példával vett elektronikus fékvezérlő (EBS) működési elvét láthatjuk.

(A pedálmódul fékezési jeladója elektromos jelként (két csatornás feszültség jel) adja meg a fékrendszer elektronikájának a vezető lefékezetségi igényét. Ebből az információból az elektronika meghatározza az egyes tengelyekhez kivezérelendő fékező nyomásokat és az erre vonatkozó parancs a gépkocsi CAN hálózatán keresztül jut el a nyomásmodulátorokhoz. Ezeknek az elektronikai fogadják a fékezési parancsot és ennek megfelelően működtetik az elektromágneses szelepeket, amelyek a megfelelő fékezőnyomást kivezérlik.)

**EBS alapműködés: elektronikus üzemi fék egyik csatornája**



2. ábra Intelligens fékrendszerek szerkezeti elemeinek analízise [13]

A Termék FMEA variációi a Gép-, Környezet-, és Tulajdonság FMEA, azonban ezeket jelen tanulmányunk keretein belül nem vizsgáljuk [7].

A Termék FMEA és a Rendszer FMEA összefüggéseit a fentiekben bemutatuk. Ugyanilyen összefüggés fedhető fel a Termék FMEA és a Folyamat FMEA között.

Minden termék előállítására lehet alkalmazni a Folyamat FMEA-t. A két elemzés a gyakorlatban úgy függ össze, hogy a Termék FMEA hibakövetkezményeit összhangba kell hozni a Folyamat FMEA hibaképeivel. Ez egy úgynevezett FMEA interfészen keresztül valósul meg, amely tartalmazza az egyszerűség kedvéért a releváns következményeket.

Így a Folyamat FMEA hibaképei az  $RPN = SODE$  egyenlőségnek megfelelően az S szorzótényezőt a Termék FMEA-ból nyerik.

A Termék FMEA kimenetei a következők: potenciális termék hibák listája; potenciális különleges jellemzők listája; dizájn intézkedések, amely a hibák előfordulásának csökkentésére fókuszálnak, valamint paraméterlista, a vizsgálandó, tesztelendő jellemzőket tartalmazza,

A Termék FMEA előnyei a következők: prioritást a termék dizájn javító akcióknak; dokumentálja a változások szükségességét; információkkal szolgál a termék teszteléséhez, verifikálásához, és segít azonosítani a potenciális biztonsági kockázatait [7].

**2.3 Folyamat hibamód-és hatáselemzés**

A Folyamat FMEA elsősorban termékek gyártási folyamatainak elemzésére szolgál [8]. Ebben az esetben a funkciók a folyamat optimális működését mutatják be.

A Folyamat FMEA összefügg más minőségügyi módszerekkel, eljárásokkal. Legfontosabb megemlíteni a Control Plan-t és a 8D eljárást [14].

A Control Plan magyarul Szabályozási Tervet jelent. A Szabályozási Tervben szerepelnie kell a gyártás minden lépésének, a meghatározott jellemzőikkel együtt. Ezeknek az FMEA és a Control Plan dokumentumok között meg kell egyezniük minden esetben. Ezt gyakorta úgy érik el a gyártó vállalatok, hogy ugyanazt a szoftvert használják a két eljárás eszközként.

A Control Plan, az FMEA elemzéshez hasonlóan, szintén az IATF 16949 szabvány kötelező eleme az autóiipari vállalatok számára.

A 8D egy minőségbiztosítási technika, amely egy hiba gyökér okait (gyártási hiba gyökér okait) hivatott megkeresni 8 lépésben. A 8D lehet külső (vevői jelzés alapján), és belső (szervezetben belüli) [4].

Mindkét esetben a 8D elemzésben meghozott azonnali, és hosszútávú intézkedéseket implementálni kell a Folyamat FMEA intézkedései közé. (Természetesen, ha a hibakép, és hibák nem ismert, akkor szükséges azokat is szerepeltetni.)

A Folyamat FMEA kimenetei a következők: potenciális hibák listája,  $RPN$ [10][11] számmal rangsorolva; kritikus, és különleges jellemzők listája;

-potenciális intézkedések listája, amelyek a jellemzők biztosítását szolgálják.

A Folyamat FMEA előnyei között említhető, hogy korrektív intézkedési tervvel szolgál; továbbá fejleszti a Szabályozási Terveket; priorizálja a megelőző intézkedéseket; segít elemezni a gyártási, szerelési folyamatokat, és dokumentálja a változások szükségességét [7].

**2.4 Szolgáltatás hibamód-és hatáselemzés**

Szolgáltatások elemzésére szolgál, mielőtt azokat a vevők tapasztalnák. A Szolgáltatás FMEA a folyamatbeli nem megfelelőségekre fókuszál.

A Szolgáltatás FMEA kimenetei között találjuk a potenciális hibák listáját; a kritikus feladatokat és folyamatok definícióját; valamint a feladatokban, és folyamatokban jelölt szűk keresztmetszeteket.

A Szolgáltatás FMEA előnyei, hogy segít a munkamegosztás elemzésében; segít a szolgáltatás folyamatának elemzésében; valamint azonosítja a kritikus, és szignifikáns folyamatokat; ezen kívül prioritást ad a javító intézkedéseknek; és dokumentálja a változások szükségességét [7].

**3. A HIBAMÓD- ÉS HATÁS ELEMZÉSEK LÉPÉSEI**

Az FMEA eljárás minden esetben négy főbb lépésből áll. Elsőként ábrázolunk egy struktúrát, majd funkciókat társítunk a struktúraelemekhez. A funkciókhoz végül a hibákat társítjuk, egy hibaelemzés keretein belül. Ha az FMEA váza rendelkezésre áll, akkor következik az intézkedések meghozása, és azok értékelése. A következőkben a részfolyamatokat mutatjuk be.

**3.1 Struktúra elemzés**

Az FMEA eljárás során először létrehozuk a struktúrát, egy struktúra elemzés keretében. Ekkor meghatározzuk a rendszer elemeit, amelyet vizsgálni szeretnénk. A struktúra elemzés lehet egy blokk diagram, vagy egy egyszerű folyamatábra.

Rendszer esetén szükséges a rendszert részelemeire bontani, termék esetén alkotóelemekre, folyamat esetén részfolyamatokra, szolgáltatás esetén pedig részelemekre.

**3.2 Funkcióelemzés**

A struktúra elemzés után következik a funkcióelemzés, amelynek során a rendszer elemeihez funkciókat határozunk meg. Ez Rendszer FMEA esetén az adott

rendszer funkcióit jelöli, a Termék FMEA esetén a termék funkcióit, Eljárás FMEA esetén pedig az eljárás funkcióit. A funkcióelemzés azt jelenti, ha a rendszer optimálisan működik, akkor milyen funkciókat kell ellátnia, ha a termék megfelelő, akkor milyen funkciót lát el, valamint ha a folyamat megfelelően működik, akkor milyen feladatokat lát el [7].

### 3.3 Hibaelemzés

A funkcióelemzés után következik a hibaelemzés, amely során egy úgynevezett hibahálót hozunk létre. A hibák a funkciókból vezethetők le, azok nem-teljesülését jelentik.

A hibaháló középpontjában a hibakép áll, amelynek eredménye a hibakövetkezmény, és oka a hibaok. A hibaháló elemei a következőképp kapcsolódnak egymáshoz: hiba következmény-hibakép-hibaok.

Az FMEA elemzés során előfordul, hogy ismétlődnek jellegűknél fogva a következmények, hibaképek, vagy pedig a hibaok. Mindez eredményezi a hibaháló komplexitását, hiszen, ismétlődés esetén nem szükséges újra felvenni a súlyosságokat, hibaképeket, vagy hibaokokat [7].

### 3.4 Intézkedések meghozatala

Az FMEA elemzések során a hibaokokat szükséges kielemezni.

Az intézkedések következők alapján hozhatók meg:

- Ha a kockázat elhanyagolható, nincs szükség intézkedések meghozására (azonban a gyakorlat azt mutatja, hogy ezt a vevők nem tolerálják).
- Ha közepes a kockázat, szükséges intézkedések deifiniálása.
- Ha magas a kockázat határozott akciókra van szükség (validálás, és kiértékelés is szükséges lehet).
- Ha kritikus a kockázat, akkor szintén határozott akciókra van szükség (ezenkívül változtatni szükséges a rendszeren, termék dizájnjon, folyamaton, vagy szolgáltatáson).

Az egyes szabványok, valamint az autógyártók, és beszállítók kézikönyvei tartalmazzák úgynevezett értékelési katalógust, amiben meghatározzák egy-egy rövid definíció mellett az egyes tényezők értékeit.

Az intézkedések elemzése két szempont alapján történik: ez a megelőzés és a detektálhatóság [7].

### 3.5 Megelőző intézkedések az FMEA-ban

A megelőzés azt mutatja, hogy mely intézkedésekkel lehet elkerülni a hibaok kialakulását. Folyamat FMEA esetén a következőképpen lehet meghatározni a megelőzés szerepét.

Ha a hiba (például: sérülés a terméken) oka az, hogy az operátor más szerszámot használ az adott művelethez, akkor megelőzés lehet az, hogy a szerszám kódolt, így a másik állomáson használt szerszámot fizikailag nem lehet használni a művelethez.

Számszerűsíteni a megelőzés hatékonyságát az *O* (Occurance: Gyakoriság) tényezővel lehet [10]. A korábban említettek alapján a megelőzés 1-10-ig terjedő értéket kaphat, ahol az 1 a legritkább gyakoriság, a 10 pedig a leggyakrabban előforduló hibaok [15].

A gyakoriság értékének meghatározásában, segítséget ad, ha rendelkezésre állnak ppm értékek is. A ppm (Part Per Million: Hibaszám egy millióból) pontosabb közelítést ad a hibagyakoriság megadásához [7].

### 3.6 Detektáló intézkedések meghozása

A detektálás azt mutatja, hogy mely intézkedésekkel lehet detektálni az esetleges hibákat. Folyamat FMEA esetén a következőképpen lehet meghatározni a detektálás szerepét.

Ha a hiba -például a termék csatlakozó pinjei túl hosszúak- akkor automata detektálás lehet egy kamera rendszer, amely a csatlakozók pinhosszát méri. Ebben az esetben a detektálás jó értéket kap, mivel embertől független, objektív a hibafelismerés.

Abban az esetben, ha egy opretárnak kell vizuálisan vizsgálnia a terméket, úgy a detektálás értéke rosszabb lesz, mivel ez szubjektív vizsgálat. Azonban ha az operátor idomszerrel vizsgálja a pinhosszat, és ez az eszköz Poka Yoke megoldás, úgy a detektálás ismét jó értéket kaphat.

A megelőzés hatékonyságát a *D* (Detection: Detektálás) tényezőjével lehet mérni [10].

Ha a detektálás értékelése 10-es skála alapján történik, úgy a legjobb, leghatékonyabb detektálás 1, a 10 pedig a legrosszabb hatékonyságú detektálás.

Abban az esetben, ha a hibaokot nem tudjuk detektálni, úgy detektálhatjuk a hibaképet magát is. Például, ha az előbb említett kamera rendszer meghibásodik, és nincsen másodlagos detektálás, úgy csak azt a tényt tudjuk detektálni, hogy a pinnek hosszabbak a megengedettnél. Ebben az esetben azonban a detektálás a legrosszabb értékeket fogja kapni, mivel a detektálás valószínűsíthetően már a vevőnél következik be [7].

### 3.7 Tényezők értékelése

Az FMEA elemzés utolsó lépéseként következik az egyes tényezők értékelése.

Az FMEA elemzés során használt mérőszám az RPN [10], [11]. Az RPN három tényező szorzatából áll.

Az *S* tényező a hiba következményének súlyosságát jelöli, az *O* hibaok gyakoriságát, a *D* a hibaok detektálhatóságát [10]. Mindhárom tényező maximális értéke 10, így az RPN szorzat eredménye maximálisan 1000.

A súlyosság esetén a legsúlyosabb hiba pontértéke 10, ezt abban az esetben kaphatja a hiba, ha halálos, életveszélyes következményekkel jár [16].

A gyakoriság esetén a leggyakrabban bekövetkező hibaok 10-es értékelést kap, a legritkábban előforduló 1-est (ha Poka Yoke eljárásról beszélünk).

A detektálás esetében a legkevésbé detektálható hibaok 10-es értékelést kap, a legjobban detektálható pedig 1-est,

abban az esetben, ha automatikus hibadetektálásról van szó.

Az RPN szorzat tényezőinek meghatározása történhet kvalitatív és kvantitatív módon.

Munkákban a kvantitatív meghatározással foglalkozunk. Ebben az esetben az adatoknak jól meghatározottak, egzaktak. Ezek az adatok lehetnek aktuális (gyártási) adatok, és/vagy hasonló rendszerből vett helyettesítő adatok az értékeléshez [17].

#### 4. KIINDULÁSI ALAPOK HIBAMÓD-ÉS HATÁS ELEMZÉSEK ELVÉGZÉSE ESETÉN

A következőkben ismertetem az FMEA elemzések során használható kiindulási alapokat. Egyértelmű, hogy az FMEA elemzés annál tényyszerűbb, és helytállóbb, minél több valós, bizonyított információ áll rendelkezésre.

A szükséges információkat FMEA típusonként szerepeltetjük.

##### 4.1 Kiindulási alapok rendszer esetén

Abban az esetben, ha a rendszer hasonló egy más rendszerhez, vagy pedig elérhetőek a korábbi adatok használható korábbi statisztikai adatok, vagy a helyettesítő rendszerből kinyert információk, akkor használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, és a matematikai modellezések eredményei.

Abban az esetben, ha rendelkezésre állnak korábbi hibaadatok, magáról a rendszerről, vagy egy helyettesítő rendszerről, használhatók korábbi statisztikai adatok, vagy a helyettesítő rendszerből kinyert információk (képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei, a korábbi hibák adatati, vagy kumulált hibaadatok).

Abban az esetben, ha a rendszer új, és nem állnak rendelkezésre kvantitatív adatok, az FMEA csoport határozza meg az S,O,D értékeket [17].

##### 4.2 Kiindulási alapok termék esetén

Ha a termék dizájn hasonló más termékhez, vagy pedig elérhetőek korábbi adatok akkor használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei.

Abban az esetben ha rendelkezésre állnak a termék, vagy ahhoz hasonló helyettesítő termék hibaadatai, használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei, a korrábi hibák adatati, vagy kumulált hibaadatok.

Abban az esetben, ha a termék új, és nem állnak rendelkezésre kvantitatív adatok, az FMEA csoport határozza meg az S,O,D értékeket [17].

##### 4.3 Folyamat esetén a következőkből indulhatunk ki

Ha a folyamat statisztikailag szabályozott, akkor használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális

eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei.

Abban az esetben, ha a folyamat ismert, vagy létezik helyettesítő folyamat, akkor használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei.

Abban az esetben, ha rendelkezésre állnak a folyamat, vagy ahhoz hasonló helyettesítő folyamat hibaadatai, használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei, a korrábi hibák adatati, vagy kumulált hibaadatok.

Abban az esetben, ha a folyamat új, és nem állnak rendelkezésre kvantitatív adatok, az FMEA csoport határozza meg az S,O,D értékeket [17].

##### 4.4 Kiindulási alapok szolgáltatás esetén

Ha a szolgáltatás statisztikailag szabályozott, akkor használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei az elemzéshez.

Abban az esetben, ha a szolgáltatás ismert, vagy létezik helyettesítő szolgáltatás, akkor használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei.

Abban az esetben, ha rendelkezésre állnak a szolgáltatás, vagy ahhoz hasonló helyettesítő szolgáltatás hibaadatai, használhatók a képességvizsgálatok eredményei, aktuális eloszlások, megbízhatósági adatok, matematikai modellezések eredményei, a korrábi hibák adatati, vagy kumulált hibaadatok.

Abban az esetben, ha a szolgáltatás új, és nem állnak rendelkezésre kvantitatív adatok, az FMEA csoport határozza meg az S,O és D értékeket [17].

#### 5. A HIBAMÓD-ÉS HATÁSELEMZÉS ELŐNYEI, SZÜKSÉGESSÉGE

A Hibamód- és Hatáselemzés, abban az esetben, ha megfelelően használják, egy rendkívül hatásos eszköz a hibafaktorok kiküszöbölésében. Hatékony eszköz továbbá a belső hibakeresésre, és a vevőkkel való kommunikációra (főleg 8D eljárás esetén).

##### 5.1 Az eljárás előnyei

Az FMEA megjelenése előtti minőségügyi szemlélet a problémák megoldására fókuszált, a veszteségek felmérésére és a megbízhatóság számszerűsítésére. Az FMEA eljárás megjelenésével egy új szemlélet alakult ki az ipar minőségbiztosításában. A hangsúly áthelyeződött a hibák megelőzésére, a veszteség eliminálására valamint a megbízhatóság növelésére.

Az FMEA segít a gyártmány tervezés kezdeti szakaszában nagy megbízhatósággal és biztonsággal a megfelelő alternatívák kiválasztásában; javítja a vállalat versenyképességét, és imidzsét; valamint növeli a vevői elégedettséget; továbbá csökkenti a termékfejlesztési ciklus idő- és költségigényét. Ezen kívül segít az

optimális dizájn kiválasztásában; a rendszer redundanciájának meghatározásában; diagnosztikai eljárások meghatározásában; meghatározni kritikus, illetve jelentős jellemzőket (karakterisztikákat); új gyártási- illetve szerelési eljárások elemzésében; valamint a feladatok elemzésében, sorrendiség és szervíz tekintetében.

AZ FMEA eljárás továbbá prioritást ad a termék dizájn javításának; a hibák előfordulásának megelőzésére helyezi a hangsúlyt; segít a korrekciós intézkedések meghozatalában; biztosítja, hogy az összes szignifikáns hiba kivizsgálásra került; felsorolja a hibákat és meghatározza a hatásuk mértékét; biztosítja a fejlesztési- és a validációs fázis teszteléseit; valamint fejleszti a korai kritériumokat a gyártás, eljárás, szerelés, és szervíz esetén.

Az FMEA egyértelműen segíti a vállalatot. Mivel versenyelőnyt teremt, növeli a szervezet teljesítő képességét, és fejleszti a vállalati kultúrát.

Ennek megfelelően egy jól elkészített FMEA azonosítja az ismert, és potenciális hibaképeket; meghatározza minden hibakép okát, és következményét; és rangsorolja az hibaképeket, az RPN szám alapján [18].

### 5.2 Az eljárás szükségessége

Alapvetően minden tervezési folyamatot megelőzően (legyen az rendszer, termék, folyamat, vagy szolgáltatás) vagy párhuzamosan szükséges FMEA készítése, azonban vannak speciális esetek, amikor a már létező elemzéseket módosítani szükséges. Módosítás szükséges, ha a termék, gyártási eljárás, szolgáltatás módosításra kerül;

- a Control Planek (Gyártási Szabályozási Tervek) módosítása esetén;
- amikor fejlesztési potenciálok fedezhetők fel a rendszer, termék, folyamat, szervíz esetében;
- hibaelemzések készítése esetében;
- periodikusan a termék, eljárás, szolgáltatás életciklusában;
- vevői visszajelzések esetén (például reklamációk);
- 8D hibakereső eljárások adatainak implementálása esetén (lehet az belső, vagy külső 8D);
- ha a felelősök személye megváltozik;
- ha a meghozott intézkedések változást idéznek elő a folyamatban (például változik a gyakoriság, könnyebbé válik a detektálás); illetve
- ha a meghozott intézkedések határidejét módosítani szükséges [18].

### 6. ÖSSZEGZÉS

A cikkben az FMEA módszertan szakirodalmi bemutatása volt a tanulmányunk célja. Az FMEA egy rendkívül sokoldalú eszköz a hibák felfedezésére, eliminálásra, abban az esetben, ha kellő energia ráfordítással jár a kezdeményező fél részéről. Minden rendszerre, termékre, folyamatra és szolgáltatásra használható. Ezért a nem az autópárban tevékenykedő vállalkozások számára is rendkívül előnyös.

Későbbiekben a szerző célja az FMEA szubjektivitásának vizsgálata, gyakorlati példákon

keresztül [19], valamint az egyes FMEA típusosok bővebb vizsgálata [17], [20].

### IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Christian Spreafico, Davide Russo, Caterina Rizzi: A state-of-the-art review of FMEA/FMECA including patents, *Computer Science Review*, Volume 25, August 2017, Pages 19-28, 2017
- [2.] Hossein Sayyadi Tooranloo, Arezoo sadat Ayatollah: A model for failure mode and effects analysis based on intuitionistic fuzzy approach, *Applied Soft Computing*, Volume 49, December 2016, Pages 238-247, 2016
- [3.] Koji Komita, Tomohiko Sakao, Yoshiki Shimomura: A failure analysis method for designing highly reliable product-service systems, *Research in Engineering Design*, April 2018, Volume 29, Issue 2, pp 143-160, 2018
- [4.] C.J. Price, N.S. Taylor: Automated multiple failure FMEA, *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 76, Issue 1, April 2002, Pages 1-10, 2002
- [5.] Antonio Scipioni, Giovanni Saccarola, Angela Centazzo, Francesca Arena: FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company, *Food Control*, Volume 13, Issue 8, December 2002, Pages 495-501, 2002
- [6.] Kwai-Sang Chin, Ying-Ming Wang, Gary Ka Kwai Poon, Jian-Bo Yang: Failure mode and effects analysis using a group-based evidential reasoning approach, *Computers & Operations Research*, Volume 36, Issue 6, June 2009, Pages 1768-1779, 2009
- [7.] D. H. Stamatis: *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*, 2003
- [8.] P.C. Teoh, Keith Case: Failure modes and effects analysis through knowledge modelling, *Journal of Materials Processing Technology*, Volumes 153-154, 10 November 2004, Pages 253-260, 2004
- [9.] Ying-Ming Wang, Kwai-Sang Chin, Gary Ka Kwai Poon, Jian-Bo Yang: Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean, *Expert Systems with Applications*, Volume 36, Issue 2, Part 1, March 2009, Pages 1195-1207
- [10.] Közúti járművek szerkezeti felépítése, [http://kozlekedes.bme.hu/wp-content/uploads/2016/09/JKL\\_Rendszerek\\_KozutiJarmuvek\\_2.pdf](http://kozlekedes.bme.hu/wp-content/uploads/2016/09/JKL_Rendszerek_KozutiJarmuvek_2.pdf), 2016
- [11.] H. Arabian-Hoseynabadi, H. Oraee, P.J. Tavner: Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for wind turbines, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Volume 32, Issue 7, September 2010, Pages 817-824, 2010
- [12.] Kyungmee O. Kim, Ming J. Zuo: General model for the risk priority number in failure mode and effects analysis, *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 169, January 2018, Pages 321-329, 2018
- [13.] Intelligens fékrendszerek szerkezeti elemeinek analízise, [http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/kozuti\\_jarmurendszerek\\_szerkezettana/math-ch16.html](http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/kozuti_jarmurendszerek_szerkezettana/math-ch16.html), 2017
- [14.] Koncz Annamária: A 8D problémamegoldó technika [http://epa.oszk.hu/02600/02694/00069/pdf/EPA02694\\_rtk\\_2015\\_03.pdf](http://epa.oszk.hu/02600/02694/00069/pdf/EPA02694_rtk_2015_03.pdf), 2015
- [15.] Saptarshi Mandal, J. Maiti: Risk analysis using FMEA: Fuzzy similarity value and possibility theory based approach, *Expert Systems with Applications*, Volume 41, Issue 7, 1 June 2014, Pages 3527-3537
- [16.] Seung J. Rhee, Kosuke Ishii: Using cost based FMEA to enhance reliability and serviceability, *Advanced Engineering Informatics*, Volume 17, Issues 3-4, July-October 2003, Pages 179-188
- [17.] Szilágyi Gábor, Lukács Krisztián, Szamosi Barna, Pokorádi László: A QS 9000 és a VDA szerinti hibamód és -hatáselemzések összehasonlítása, [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014\\_cikkek/2014-2-33-0115\\_Szilagy\\_i\\_Gabor\\_et\\_al.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2014_cikkek/2014-2-33-0115_Szilagy_i_Gabor_et_al.pdf), 2014
- [18.] Failure Mode and Effect Analysis, <http://asq.org/learn-about-quality/process-analysis-tools/overview/fmea.html>, 2017
- [19.] Szamosi Barna-Pokorádi László: Az interszubjektivitás hatása az FMEA-ban, [http://epa.oszk.hu/02600/02694/00067/pdf/EPA02694\\_rtk\\_2015\\_1\\_073-080.pdf](http://epa.oszk.hu/02600/02694/00067/pdf/EPA02694_rtk_2015_1_073-080.pdf), 2015
- [20.] Lázár-Fülep Time, Pokorádi László: Reliability in Automotive Engineering by Fuzzy Rule-Based FMEA, [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-33805-2\\_64](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-33805-2_64), 2012