

A minőségügyi technikák anyagvizsgálati vonzatai, 1. rész

Dr. Koczor Zoltán – Marschall Marcell

Bevezetés

Az Anyagvizsgáló szejájatosságok a minőségügyi rendszerek gyakorlatában című cikksorozatunkban a minőségbiztosítási rendszerek építőként szerzett tapasztalataink alapján és a minőségüggyel foglalkozó ISO szabványok mérésügyi, mérőeszköz-felügyeleti elvárásait áttekintve foglaltuk össze e terület és az anyagvizsgálat-mérésügyi kapcsolatot.

A minőségügyi rendszereket működtető cégek napi munkájuk során nem csak a szabványok előírásaira, saját és a tanácsadók tapasztalatára hagyatkoznak, hanem számos, úgynevezett minőségügyi technika áll rendelkezésükre. E főképp a problémamegoldást (felismerés, hibabok-azonosítást), a hibamegelőzést segítő, egyéb határterületekről származó – pl. statisztika, szervezés- és vezetélmélet, vagy más minőségfilozófiák (TQM) – technikákat a minőségügy jól integrálta és többnyire teammunka keretében haszonnal alkalmazza.

A minőségügyi technikák alkalmazása során a hibamegelőzés, mint stratégiai cél egyre nagyobb jelentőséget nyer a hibák kezelésével és megoldásával szemben. A következőkben egy olyan előre gondolkodó (proaktív) hibamegelőző minőségügyi technikát mutatunk be, amely a termékek konstrukciós sajátágaiból eredő és felhasználási folyamata során megjelenő, valamint a gyártási folyamat esetlegességeiben rejlő hibalehetőségeket elemzi megjelenési kockázatok alapján, majd a hiba hatásával súlyozva keresi a leghatékonyabb beavatkozási pontokat. E technika neve az FMEA, az angol failure mode and effects analysis vagy a német Fehlermöglichkeiten und Einflussanalyse szavak kezdőbetűiből összetett betűszó, melyet "a lehetséges hibák és összefüggéseinek elemzése" fordítással adhatunk vissza.

Cikkünk első részében magát a technikát kívánjuk bemutatni olvasóinknak, majd a második részében az FMEA-val kapcsolatos vizsgálati, mérésügyi és mérőeszköz-felügyeleti összefüggéseket tekintenék át.

Az FMEA

Az FMEA egy a lehetséges hibák felismeréséhez, elemzéséhez, értékeléséhez, kezeléséhez és ezáltal a megelőzésükhöz alkalmazható, szisztematikus módszer. E minőségügyi technika a hibákat a becsült kockázatok alapján rangsorolja, így használatával a legfontosabb problémák oldhatók meg.

Az FMEA-t az USA-ban a Lockheed cégnél a légi- és űrhajózás területén fejlesztették ki. Nem véletlen, hogy szélesebb körben az iparban először a légi- és űrhajózási technika valamint az atomerőművek biztonsági rendszerek összefüggésében használták. Ma ezt a módszert a legkövetkezetesebben az autóiparban követelik meg és alkalmazzák.

A fentiekből azonban nem következik, hogy az FMEA csak a sorozatgyártásnál alkalmazható eljárás. Kisebb sorozatnál, vagy egyedi gyártásnál is hatékonyan alkalmazható. Alkalmazható megelőző intézkedésként a termék és a gyártás bevezetését megelőzően, valamint a hibák utólagos elemzése során. Leghatékonyabban akkor működik, ha megelőzésre alkalmazzák, tehát még a termék sorozatgyártását megelőzően.

A módszer legtöbbször egy termék, egy folyamat vagy egy rendszer még be nem következett hibáival foglalkozik. A terméket és a folyamatot az előállítás összes fázisában, a fejlesztéstől a vevőnél történő felhasználásig vizsgálja. A lehetséges hibák elemzése kiterjed a potenciális hiba ok-okozati összefüggéseinek rögzítésére és értékelésére, azok lehetséges okaira, hogy az ajánlott megszüntető intézkedések és a hozzátartozó illetékességek is meghatározhatóak lehessenek.

Az FMEA alkalmazása

Az FMEA alkalmazása indokolt:

- az új termékek kifejlesztésekor,
- a már meglevő termék továbbfejlesztésekor,
- az új gyártástechnológia és gyártási folyamat befejezéséhez,
- a problémás alkatrészek megjelenése esetén.

A módszer alkalmazásának értékelését táblázatosan megjelenítve:

Az FMEA előnyei	Az FMEA hátrányai
Szisztematikus eljárás, bevált technikákat alkalmaz	Definíciós problémák
Célzott hiba-ok elemzés	Energiaigényes gondozás
Mennyiségileg kifejezhető kockázat	Szubjektív kockázatbecslés
Dokumentált információk, hatékony információcsere	Nagy időráfordítás
Kockázatmenedzselés krízismenedzselés helyett	Nehezen becsülhető költség/haszon viszony

Az FMEA fajtái

Az FMEA két típusát különböztethetjük meg:

- konstrukciós FMEA,
- folyamat FMEA.

Konstrukciós FMEA

A konstrukciós FMEA az összehasonlítható esetek és események elméleti ismereteire és tapasztalataira épül. A konstrukciós FMEA a termék komponenseinek részegységeként történő átvizsgálásával, az egyes konstrukciós egységek lehetséges meghibásodásaival kezdődik. Többek között a rendelkezésre álló minőségügyi feljegyzéseket és a kísérleti fejlesztési eredmények hasonló összetevőit figyelembe kell venni. Kiegészítik az elemzést a kísérleti gyártás során fellépő leállások tapasztalatai is.

A konstrukciós FMEA alkalmazási területei:

- a hiba-előfordulási valószínűség minőségi és mennyiségi megítélésének megállapításai;
- a hiba-előfordulás valószínűségének összehasonlítása a megoldási koncepciók alternatíváival;
- a javaslatban a gyenge pontok megállapítása, tehát az olyan jellemzőknek és részeknek a kritikus megfigyelése, amelyek a megbízhatóságot generálisan befolyásolhatják;
- a kiválasztott konstrukció minőségképességének vizsgálata azzal a céllal, hogy a szükséges javító intézkedéseket kellő időben be lehessen vezetni.

A konstrukciós FMEA készítésének indítéka lehet:

- az új termék bevezetése,
- az új vagy lényegesen megváltoztatott részegység,
- az új nyers-, vagy alapanyag,
- az új technológiák,
- az új felhasználási cél,
- a különleges biztonságtechnikai rizikófaktor,
- a problémás részegységek, stb. megjelenése.

Technológiai FMEA

A folyamat FMEA alapja a konstrukciós FMEA. Míg azonban a konstrukciós FMEA egy gyártási folyamat lehetséges funkcionális hibáinak

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS

okaik egy meghatározott hibára vonatkoztatja, ezt a funkcionális hibát a folyamat FMEA, mint lehetséges hibát vizsgálja, és elemzi annak megálapítására, milyen hibák jelentkezhetnek a gyártási folyamat során? A folyamat FMEA célja tehát a tervezett gyártási folyamat elemzése valamennyi minőségi követelmény betartásával.

A folyamat FMEA alkalmazása indokolt:

- az előtervezés szakaszában (folyamatok és berendezések termékhez rendelésekor),
- a gyártástervezés időszakában,
- a gyártási folyamat felülvizsgálatainál.

Az alkalmazás célja:

- a lehetséges zavaró körülmények kiszűrése,
- a folyamatalkalmasság vizsgálata,
- a tervezett gyártási eljárás alkalmassága,
- a hibafelismerhetőség vizsgálata,
- a tervezett vizsgálati intézkedések hatékonyságának vizsgálata,
- a kopás szerepének vizsgálata.

Az FMEA célja

- A kritikus komponensek és potenciális gyenge pontok felfedése, különösen új eljárások és innovációs megoldások alkalmazásánál.
- A hibák korai felismerése és lokalizálása a komplexitás és egyéb kapcsolódások ellenére.
- A hibákból eredő kockázatok becslése és számszerűsítése.
- A tervezetek, elképzelések javítása hasonló egységeken nyert tapasztalatok hasznosításával.
- A sorozatgyártás során szükséges változtatások minimalizálása.
- A rendszer valamennyi potenciális hibáját és azok hatását felfedni a rendszer egészében a megrendelő szempontjából nézve. (2. sz. táblázat.)

A hibákkal járó kockázat meghatározása

A kockázat köznapi értelemben valamely eseményhez kapcsolódó veszély, veszteség lehetősége. A kockázat objektív meghatározásakor két összetevőt kell számszerűsíteni,

- az esetlegesen bekövetkező, kárt okozó esemény bekövetkezési valószínűségét, és
- az esemény hatására kialakuló veszteséget.

Amennyiben a két jelenség egymástól független bekövetkezésűnek

tekinthető, a valószínűségelmélet multiplikációs szabálya szerint a kockázat a valószínűségek szorzatával adható meg.

A veszteségek az esemény jellege szerint eltérő módon adhatók meg, gyakran a veszteség pénzértékben meghatározott mennyiségét alkalmazzuk. A többféle értékelési lehetőség ellenére valamennyi összehasonlításnál a összemérhetőséget (legtöbbször az adatok jellegének azonosságát) biztosítani kell.

A kockázat számszerűsítésére a bekövetkezési esély és a veszteség szorzata használható.

Kockázat = P (a probléma bekövetkezése) * Veszteség,
ami konkretizálódhat az alábbiak szerint:

Kockázat = P (a vevőhöz kerülés) * (A hibával járó teljes költség).

Miközben az FMEA a fenti gondolatmenet szerint építkezik, a nehézkes, gyakran lehetetlen valószínűségi és költség-meghatározások helyett egy pontozási rendszert alkalmaz, mely megfelelő gyakorlás esetén megbízhatóan helyettesíti a fentieket.

A kockázat meghatározása pontozásos eljárással

A kockázat fogalmával a hiba lehetséges veszélyét értékeli, a következményeit és a fellépés valószínűségét figyelembe véve. A kockázat az FMEA szempontjából a következőt jelenti:

A fellépés valószínűsége

RA

A hibával járó veszteség

RB

A fel nem fedés valószínűsége

RE

A következetes értékeléséhez tájékoztató értékek adhatók meg, melyre példa az alábbi adatsor:

A hiba fellépésének valószínűsége	A hiba jelentősége (a vevőre gyakorolt hatás)	A felfedés elmaradásának értékelése	
RA	RB	A felfedés valószínűsége RE	
elhanyagolható (0%)	1	magas (99,9%)	1
nagyon csekély (0,0075%)	2-3	jelentéktelen	2-3
csekély (0,1%)	4-6	közepesen súlyos	4-6
közepes (6%)	7-8	súlyos	7-8
magas (>6%)	9-10	nagy jelentőségű	9-10
		alacsony (90%)	9
		csekély (<<90%)	10

A három számértéket – hasonlóan a kockázatbecslés módszeréhez – összeszorozzuk, így egy a kockázattal arányos számértéket kapunk. Ennek neve rizikóprioritási szám:

$$RPN = RA * RB * RE$$

Ennek kiértékelése a módszerben rejő progresszivitás miatt nem lineáris, elgázításul egyes szakterületeken a következő példához hasonló értékelési adatsorok szolgálhatnak:

2. sz. táblázat	Konstrukciós (gyártmány) FMEA	Technológiai (folyamat) FMEA	Felhasználási (üzemeltetési) FMEA
Hibaforrás	Anyaghibák, mérethibák, homogenitási hibák ...	Rossz nyersanyag, számszám, beállítás, műveletek, ellenőrzés	A termék „üzemszerű” használata és kezelése során előforduló költségek
Következmény-lánc	A szerkezet elemeinek hibája hogyan adódik tovább a gyártási folyamatban	A hiba miatt megváltozott gyártás hatásai	A kezelési hibák miatti minőségromlás terjedése
Tünet	Milyen formában jelenik meg a végtermékben?	Hogyan jelenik meg a termék jellemzőiben vagy a költségekben?	A tönkremenetel formái
Alapdokumentum	Konstrukciós tervdokumentáció (műszaki rajz, gyártmánylapok)	Technológiai leírás (gyártási terv)	Használati utasítás, gépkönyv, kezelési és karbantartási előírások
Példák	- alakí és tűrési hibák - szilárdsági hibák - a műveletre alkalmatlan anyagválasztás	- rosszul választott műveletsor - nem ellenőrizhető művelet, - karbantartási késedelmek...	- hiányzó vagy idegen nyelvű használati utasítás - tárolás, szállítás, üzembe állítás - állagostól eltérő felhasználó (gyermek, részeg, vészhelyzet...)
Az alkalmazás jellegzetes esetei	új termék, új alkatrész, új technológia, ill. körülmények, különleges biztonsági elvárások	új gyártásindítás, gyártástervezés, instabil folyamatok esetén	Piaci bevezetés, új piacokon való megjelenés, a termék funkcióváltása
A vizsgálat szempontjai	Funkció, megbízhatóság, javíthatóság	folyamat alkalmasság, költségtényezők	szerviztapasztalatok, reklamációs okok, megbízhatóság, javíthatóság
Jellegzetes beavatkozások	Konstrukciós módosítások, (technológiai változások)	technológiai változtatások, ellenőrzések szigorítása, új ellenőrzési módok bevezetése (pl. SPC)	Adjusztálási módosítások, a kezelési előírások korrigálása, a szervizszolgáltatások módosítása

RPN értéke	Értékelés
1 < RPN < 16	Csekély üzleti ill. termék kockázat
17 < RPN < 63	Mérsékelt kockázat
64 < RPN < 125	Jelentős kockázat
125 < RPN < 1000	Súlyos veszélyhelyzet

Az FMEA megvalósítása

Az FMEA megvalósításának gyakorlati lépései:

1. A problémakör meghatározása.
2. Az FMEA munkacsoport létrehozása.
3. Csoportmunka.

Előkészített nyomtatványok kitöltése, a tényleges állapot leírása és a kockázatértékelés, szavazással történő súlyozás.

Minden FMEA-ülés számára szükségesek a legaktuálisabb dokumentumok (rajzok, vizsgálati tervek, munkatervek, adat-összeállítások), modellek, ősminta, funkcióminta, az összehasonlítható folyamatok eredményei.

Hatékonyan használható módszerek: brainstorming, ok-okozati diagram, QFD, interjú-módszer, korrelációanalízis.

4. A rizikóprioritási szám (RPN) meghatározása.

5. A kísérő dokumentumok kitöltése.

6. A beavatkozás megtervezése.

A javító intézkedések meghatározása. A javító intézkedések valóra váltásakor az érvényes területet meg kell nevezni, és egy időtervet kell készíteni.

A javító intézkedések:

- Vizsgálatot vezetnek be az ok- és hibafelfedés javítására. (RE faktor javítása.)

- Megelőző intézkedések bevezetése a hiba fellépési valószínűségének csökkentésére. (RA faktor javítása.)

Fontos: Az RB faktor (RB = jelentőség) változatlan marad.

7. Beszámolás a vezetőnek.

8. A javított állapot ellenőrzése, a szükséges intézkedések meghatározása.

A megvalósítási fázisban a projekt követése szükséges a javító intézkedések valóra váltásához. A munka előrehaladását rendszeres üléseken felül kell vizsgálni. Ez a projektkövetés kérdéslisák alkalmazásával egyszerűsíthető és támogatható.

9. A módszer értékelése, szükség szerint segítség.

A csoport önelemzése.

A javító intézkedések hatékonyságát vizsgálják. A létrejött eredmények nyomán egy második kockázatértékelést hajtanak végre. A folyamat módja analóg az első kockázatértékeléssel.

Az átcúsúzás

Az FMEA-t, mint egy előre gondolkodó, preventív minőségbiztosítási technikát mutattuk be, mely a termékben, az előállító folyamatban bekövetkező és a vevőhöz, felhasználóhoz el is jutó hibák hatását, kockázatát méri.

A konstruktőrök és technológusok feladata a hibaforrások felfedése, megszüntetése és a hibalehetőségek minél nagyobb mértékű csökkentése. A minőségügyi szakemberek, és elsősorban az anyagvizsgálók felelőssége olyan minőségellenőrzési rendszer kialakítása, mely hatékonyan szűri ki a gyártófolyamat és a termék esetlegesen megjelenő hibáit. Ennek az ellenőrzési rendszernek olyan biztonsággal kell működnie, hogy a nemmegfelelések ne juthassanak el a vevőhöz (pl. a folyamat következő lépcsőjéhez).

A folyamat FMEA rizikóprioritási számának a hibafelfedés elmaradásának értékelésére szolgáló RE faktora ugyanis éppen azt a valószínűséget írja le, amellyel egy a folyamatban bekövetkezett nem problémát nem észlelik, vagy a vizsgált minősítő paraméterről hoznak hibás döntést, így a hiba az ellenőrzési rendszeren **átcsúszik**.

Cikkünk második részében az átcúsúzás okairól, valószínűségének mértékéről és csökkentési, megszüntetési lehetőségeiről tárgyalunk az anyagvizsgáló és a minőségbiztosító szemszögéből.

Mivel foglalkozik az MHE ATB?

Előzmények

Szeretnék, néhány mondatban, emlékeztetni arra az útra, amely elvezetett az MSZ EN 473 előírásainak átvételéhez, illetve – ezzel szoros összefüggésben – az **MHE ATB** (Magyar Hegesztéstechnikai Egyesülés Anyagvizsgáló Tanúsító Bizottság) megalakulásához.

A hazai roncsolásmentes anyagvizsgálók – szervezett, egyszintes – tanfolyami képzése, vizsgáztatása az 50-es években kezdődött.

Úgy kell erre visszaemlékeznünk, hogy akik ezt szorgalmazták, jókor vették észre ennek az ügynek a fontosságát, és fontos építménynek rakták le – időben – az alapjait.

Amint ez ismeretes, később, az európai képzési rendszer is áttért a háromszintes formára, amely – gyakorlatilag, azonnal – Magyarországon is be lett vezetve. A képzési rendszer kialakításának, illetve az ehhez szükséges rendeleti szabályozás megteremtéséhez a GTE adott szakmai háttérrel. Az ISZTI megalakulásával, a szervezési, módszertani kérdéseknek is meglett a gazdája és az érdekeltek együttműködése segítette a roncsolásmentes anyagvizsgáló szakemberek képzési követelményeinek az igényes megteremtését.

Az előbbieken jellemzett tevékenység eredményeképpen, a 80-as években megkötésre kerültek azok a kétoldali (magyar-osztrák, magyar-nyugatnémet) megállapodások, amelyekben – egyes eljárásokra, fokozatokra vonatkozóan – egyenrangúnak tekintették a szerződő felek

a két képzési rendszert, és a bizonyítványok érvényességét is elfogadták.

1993. január 4-én a CEN jóváhagyta az EN 473 jelű szabványt. Magyarországon 1994. március 1-én hatálybalépett a „Roncsolásmentes anyagvizsgálatot végzők minősítése és a minősítés tanúsítása” című szabvány (MSZ EN 473).

1994 végén az IKM kijelölte az MHE-t – más szakterületek mellett – az anyagvizsgáló képzés vizsgaközpontjának. Az MHE élt a ráruházott jogokkal, kötelezettségekkel és elkezdte az anyagvizsgálók, egységes elveken alapuló, képesítési, minősítési rendszerének a kialakítását.

1995 elején kiadásra került a 18/1995.(VI.6.) IKM rendelet, amelyben az Országos Képzési Jegyzékbe besorolt szakmák képzési rendje lett újraszabályozva. A rendelet előkészítésében, a saját szakterületeit érintő kérdések tekintetében, az MHE jelentős részt vállalt magára, így lehetőség volt – már ebben az anyagban is – érvényesíteni az MSZ EN 473 legfontosabb követelményeit is. 1995 második felében hatálybalépett a 45/1995.(IX.21.) IKM rendelet, amely kötelezővé tette az MSZ EN 473 alkalmazását.

Ezzel eljutottunk „újkori történelmünk” kezdetéhez.

A folytatás

Át kellett venni az új szabályozási formát, fel kellett oldani azokat a formai és tartalmi eltéréseket, amelyek a hazai gyakorlat és az MSZ EN 473 között volt. Jellemzőként említhetem, a teljesség igénye nélkül, az