



Seregély István Zoltánné

# Hibaanalízis

3	4																	5	6	7	8	9				
Li	Be																	B	C	N	O	F				
11	12																	13	14	15	16	17				
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31														
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga														
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49														
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In														
55	56			73	74	75	76	77	78	79	80	81														
Cs	Ba			Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg														
87	88			106	107	108	109	110	111	112																
Fr	Ra			Sg	Rh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub																
												61	62	63	64	65	66	67								
												Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho					
												71	72	73	74	75	76	77	78	79	80					
												La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho				
												89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99				
												Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es				



## A követelménymodul megnevezése: Gumiipari technikai feladatok

A követelménymodul száma: 7007-08 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-017-50



## HIBA ANALÍZIS

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

#### Első eset

Egy vevő jelezte, hogy az általa vásárolt 32 mm-es belső átmérőjű, sav-lúg tömlő felülete foltokban ragacsossá vált. A hiba szemléltetésére 2,5 m mintát küldött. Kérdése, hogy mi okozhatta a felületi elváltozást, és lehet-e használni a tömlőt a továbbiakban.

#### Második eset

A keverékkel visszatérő minőségi problémák vannak. A keverékben, apró szemcsék találhatók. A problémák okának feltárására és azok felszámolására vagy jelentős csökkentésére munkacsoportot hoztak létre. A munkacsoport munkáját követjük nyomon.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### BEVEZETÉS

A **hiba**, egy szándék szerinti (tervezett) vagy előírt használattal kapcsolatos követelmény nem teljesülése. A gyártási folyamatokban időnként bekövetkező zavarok, hibák, negatív hatással lehetnek a minőségre, a hatékonyságra, a termelékenységre. Ezen kedvezőtlen hatások, a termék nem megfelelőségét, a szállítási határidő csúszását eredményezheti. Végző soron a megrendelő bizalmának elvesztését eredményezheti. Ma már a legtöbb vállalatnál minőségirányítási rendszer működik, amelynek elsődleges célját a megfelelő minőségű (követelmények maradéktalan teljesítése) termékek előállítása, és a vevői elégedettségi szempontok határozzák meg. A minőségirányításnak azon része, amely a bizalomkeltés megteremtésére összpontosít aziránt, hogy a minőségi követelmények teljesülni fognak, a **minőségbiztosítás**

A **hiba feltárása** a gyártási folyamatba beépített ellenőrzések eredménye. Az ellenőrzés lépései: az előírt mérések elvégzése, mérési eredmények rögzítése, a tény adatok összehasonlítása az előírt értékekkel, minősítés.

Termék nem megfelelősége esetén a terméket el kell különíteni, elkerülve ezzel a felhasználást vagy értékesítést.

A folyamat nem megfelelősége esetén a zavar, hiba közvetlen elhárítása érdekében a folyamatba be kell avatkozni a folyamat helyreállítása és / vagy a megfelelő termék előállítására érdekében.

Azért, hogy a hiba ne ismétlődjön meg, meg kell keresni a hiba okát és meg kell határozni a beavatkozási pontokat, valamint a módosítandó paramétereket, amelyekkel megelőzhető, illetve jelentősen csökkenthető a hibaismétlődés lehetősége.

**A hibaanalízis** egy olyan eljárás, amely adatgyűjtéssel és az adatok elemzésével foglalkozik, abból a célból, hogy meghatározza a hiba okát. A hibaanalízis tárgya lehet termék vagy folyamat. A hibaanalízis hasznos eszköz például a reklamáció elfogadásának, visszautasításának vagy indításának megállapításánál, valamint amikor a termék meghibásodik üzemeltetés közben, vagy meghibásodás következik be feldolgozás és / vagy a termék előállítása során.

### **A REKLAMÁCIÓ KIVIZSGÁLÁSÁHOZ KAPCSOLÓDÓ HIBAANALÍZIS:**

A reklamáció egy adott szerződéshez/megrendeléshez köthető bármilyen nem megfelelőségre vonatkozó visszajelzés a vevő részéről a szállító felé. Minden reklamációt ki kell vizsgálni. A kivizsgálás módszere a hibaelemzés vagy hibaanalízis. A reklamáció kivizsgálásra gyakran alkalmazott hibaelemzési módszer lépései a következők.

#### **1. Termékkel szemben támasztott követelmények (háttér információ) összegyűjtése**

Olyan részletesen, amilyen részletesen csak lehet, össze kell gyűjteni a meghibásodott termékről, alkatrészről, hogy pontosan milyen felhasználásra tervezték.

Az információ gyűjtés fő szempontjai:

- *Műszaki követelmények* (pl. hevedernél: szilárdsági osztály, hosszúság, kopásállóság, stb.)
- *Fizikai kapcsolódási pontok* (pl. szállítópálya típusa, végtelenítés módja, stb.)
- *Tipikus üzemeltetési körülmények* (pl. szállított anyag hőmérséklete, klíma viszonyok, stb.)
- *A fent felsorolt tényezők kiértékelése* (Tervezésnél minden szempontot figyelembe vettek-e?)

#### **2. A meghibásodás körülményeire vonatkozó adatok összegyűjtése**

Ezek az információk elengedhetetlenül szükségesek ahhoz, hogy össze lehessen hasonlítani a névleges tervezési követelményeket a valós, tényleges üzemeltetési, beépítési, felhasználási körülményekkel.

Adatgyűjtési szempontok:

- *A meghibásodás pontos leírása*, információ a felhasználótól
- *Korábbi meghibásodási esetek*

- *Tényleges üzemeltetési körülmények*
- *Kivételek és rendellenességek*

### 3. Roncsolás-mentes vizsgálatok

A használt termék egészére kiterjedő vizsgálat az egyszerű szemlevételezéstől a nagy felbontású digitális fényképfelvételen keresztül a folyadék penetráció, röntgen vizsgálat, vagy más roncsolás-mentes módszer alkalmazásával.

Vizsgálatok csoportosítása:

- *Általános külső megjelenés*
- *Felület minősége, érdesség, repedések, idegenanyag, javítások, stb.*
- *Mechanikai sérülések, kopások, bevágások, hasadások, stb.*
- *Elsődleges és másodlagos törések, roncsolódások*

### 4. Anyag és szerkezet vizsgálatok (roncsolásos vizsgálatok)

A használt termék boncolása, a szerkezeti elemek helyének, állapotának és különböző szerkezeti elemek egymásközi kapcsolatának meghatározása a gumiiparban használatos vizsgálati módszerek segítségével.

Vizsgálatok csoportosítása:

- *Szerkezeti elemek (gumi, textil, sodrony stb.) helyzete a termékben*
- *Szerkezeti elemek fizikai vizsgálata*
- *Szerkezeti elemek egymáshoz való tapadásának vizsgálata*

### 5. A meghibásodás mértékének meghatározása

A használt termék tulajdonságainak mélyre ható ismerete, valamint a részletes megfigyelések alapján meghatározható a meghibásodáshoz vezető esemény és hatásának mértéke a termék használhatósága szempontjából.

Elemzések csoportosítása:

- *Szilárdsági számítások*
- *Szerkezeti elemek állapotának elemzése*
- *Roncsolás-mentes vizsgálatok eredményeinek elemzése*

### 6. Az alap probléma meghatározása

A meghibásodott termék hibaanalíziséből nyert információk, valamint a korábbi tapasztalatok felhasználásával, nagy valószínűséggel meghatározhatók a meghibásodáshoz vezető elsődleges okot.

### 7. Javaslatok a hiba megelőzésére

A hibát okozó tényező(k) ismeretében javaslatokat lehet kidolgozni a hiba megismétlődésének elkerülésére. A javaslatok vonatkozhatnak mind a termék tervezésére, előállítására, valamint a termékkel szemben támasztott követelményekre és / vagy az alkalmazási körülményekre.

## ELSŐ ESET:

### 1. A 32 mm belső átmérőjű tömlővel szemben támasztott követelmények

#### *Műszaki követelmények*

- Belső átmérő: 32 mm
- Külső átmérő: 44 mm
- Maximális üzemnyomás: 1 MPa
- Biztonsági tényező: 3,15
- Minimális hajlítási sugár: 320 mm
- Az egyes szerkezeti elemekre vonatkozó követelményeket a gyártási dokumentáció tartalmazza (itt most nem részletezzük).

#### *Fizikai kapcsolódási pontok*

- Szivattyú és tartály

#### *Tipikus üzemeltetési körülmények:*

- Környezeti hőmérséklet:  $-25^{\circ}\text{C}$  –  $+60^{\circ}\text{C}$
- Szállítandó közeg:
  - 20%-os sósav
  - 30%-os kénsav
- Szállított közeg hőmérséklete: maximálisan  $50^{\circ}\text{C}$ .

#### *A fent felsorolt tényezők kiértékelése.*

- A felsorolt követelményeket a termék a gyártási dokumentációk alapján kielégíti.

### 2. A meghibásodás körülményeire vonatkozó adatok összegyűjtése

#### *A meghibásodás pontos leírása, információ a felhasználótól*

- Három éve használja a terméket
- Az utolsó alkalommal, mikor sósav átfertéshez a raktárból kivette a tömlőt, észrevette, hogy a tömlő felülete ragacos

#### *Korábbi meghibásodási esetek*

- Korábban ilyen problémával nem talákoztunk

#### *Tényleges üzemeltetési körülmények*

- Nyomás: 8 bar [0,8 MPa]
- Átfejtett anyagok: sósav 20%-os, kénsav: 20%-os
- Átfejtési hőmérséklet: 20 - 25°C
- Környezeti hőmérséklet: -15 - + 30°C
- Minimális hajlítási sugár: üzemeltetés közben kb. 500 mm
- Minimális hajlítási sugár: tárolás közben kb. 600 mm

#### *Kivételek és rendellenességek*

- Üzemeltetés közben különleges eseményről nem számoltak be.

### 3. Roncsolás-mentes vizsgálatok

#### *Általános külső megjelenés*

- Enyhén görbült állapot, keresztmetszet kör alakú, az egyik végtől 1055 mm-re tapintásra érezhetően ragacsos a tömlő felülete. A ragacsos felület nem fut körbe a tömlőn, alakatlan, mérete a tömlő hosszirányában: 205 mm. Kiterjedése kb. 300 cm<sup>2</sup>.

#### *Felület minősége:*

- A ragacsos rész kivételével a megfelel a 3 évig használt tömlő felületének. Javítás nyoma a tömlőfelületén nem láthatók.

#### *Mechanikai sérülése.*

- Kisebb horzsolások láthatók, az erősítőbetét sehol sem látszik ki.

### 4. Anyag és szerkezet vizsgálatok (roncsolásos vizsgálatok)

#### *Nyomás próba és repesztési vizsgálat:*

- A tömlő a 10 perces 1 MPa-os nyomáspróba alatt, nyomásesés nem volt tapasztalható.
- A tömlő 35 MPa nyomásnál repedt el

#### *Szerkezeti elemek fizikai vizsgálata:*

- Meghibásodott területről vett minták:
  - A lélekanyag:
    - szakítószilárdság: 10,1 MPa
    - szakadási nyúlás: 252%
    - keménység: 63 Sh<sup>°</sup>
    - duzzadás:
      - 20%-os HCl-ben, 50°C-on 72 óráig: 3,1 tömeg %
      - 25%-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ben, 50°C-on 72 óráig: 2,3 tömeg %
  - Erősítőbetét:
    - szakítószilárdság: 201 N

szakadási nyúlás: 20%

- Borítóanyagból fizikai vizsgálatot nem lehetett végezni, az állaga miatt. A borítóanyagának azonban ásványolajra emlékeztető szaga volt.
- Épp területről vett minták vizsgálata
  - A lélekanyag:
    - szakítószilárdság: 10,3 MPa
    - szakadási nyúlás: 245%
    - keményység: 63 Sh°
    - duzzadás:
      - 20%-os HCl-ben, 50°C-on 72 óra után: 3,2 tömeg %
      - 25%-os H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ben, 50°C-on 72 óra után: 2,5 tömeg %
  - Erősítőbetét:
    - szakítószilárdság: 200 N/szál
    - szakadási nyúlás: 19,5%
  - A borítóanyag
    - szakítószilárdság: 12,4 MPa
    - szakadási nyúlás: 362%
    - keményység: 65 Sh°
    - ózonállóság:
      - 50 ppm, 38°C, 20% nyújtás mellett 72 óra után repedés nem jelent meg

Mivel a meghibásodott részen a borítóanyag szaga ásványolajra emlékeztetett kiegészítő vizsgálatot végeztek.

duzzadás:

IRM 903 olajban (aromás szénhidrogén alapú vizsgáló olaj), 20°C-on, 24 óra után 102 tf%,

észrevétel: a próbatest ragacsos tapintású.

- Szerkezeti elemek egymáshoz való tapadásának vizsgálata
  - Lélek – betét: 3,5 N/mm
  - Betét – betét: 4,5 N/mm
  - Betét – borító: 6,1 N/mm

## 5. A meghibásodás mértékének meghatározása

### *Szilárdsági számítások*

- Szilárdsági számítások elvégzése jelen esetben nem szükséges, mivel a termék repesztési értéke meghaladja az előírt értéket, és az erősítő betétek vizsgálatánál sem tapasztaltunk tulajdonság romlást. A termék szilárdsági szempontból kifogástalan.

### *Szerkezeti elemek állapotának elemzése*

- A lélekanyag valamennyi fizikai tulajdonsága (szakító szilárdság, szakadási nyúlás, keménység, duzzadás) teljesíti az előállítási termék dokumentációban megadott minimális követelményeket

- Erősítőbetét (poliamidkord) valamennyi fizikai tulajdonsága (szakító szilárdság, szakadási nyúlás) teljesíti az előállítási termék dokumentációban megadott minimális követelményeket
- A borítóanyag valamennyi fizikai tulajdonsága (szakító szilárdság, szakadási nyúlás, keménység, ózonállóság) teljesíti az előállítási termék dokumentációban megadott minimális követelményeket
- Szerkezeti elemek egymáshoz való tapadása az épp részeken a tapadási érték kielégíti a gyártási dokumentációban meghatározott minimális értékeket

#### *Roncsolás-mentes vizsgálatok eredményeinek elemzése*

- A ragacsos területek kivételével a tömlő jó állapotúnak mondható.

#### 6. Az alap probléma meghatározása

A felületi elváltozást valószínűsíthetően az okozta, hogy olaj vagy szerves oldószer került a tömlő felületére tárolás vagy felhasználás közben, amelynek hatására a tömlő felületét borító nem olajálló gumi megduzzadt, felülete ragacsossá vált.

#### 7. Javaslatok a hiba megelőzésére / javítására

Különös gondot kell fordítani arra, hogy tárolás vagy felhasználás közben a termék ne érintkezessen olajjal vagy szerves oldószerrel. A terméket ebben az állapotában nem javasolt használni, annak ellenére, hogy a tömlő nyomásbírása megfelelő. A sérült borító gumi részek kijavítása után, ha a nyomáspróbán megfelel, tovább használható.

### **HIBAANALÍZIS A TERMELÉSBEN ÉS A TERMÉKTERVEZÉSBEN**

A hibaanalízis másik nagy felhasználási területe a technológia vagy a termék kritikus pontjainak meghatározása a termékek minősége szempontjából. A technológia / termék kritikus pontjainak nevezzük, a technológia / termék azon lépéseit / részeit, amelyek a nem megfelelőséget okozzák, okozhatják.

A lehetséges vagy ténylegesen bekövetkezett hibák és hatásainak elemzésére a legáltalánosabban elterjedt módszer az **FMEA** (Failure Mode and Effect Analysis). Az FMEA, egy olyan eljárás, amely a minőség és megbízhatóság elemzésével foglalkozik. Ez a technika magába foglalja a technológia / termék bármely részében fellépő hibamód tanulmányozását, valamint a hiba előfordulás valószínűségének és veszélyességének meghatározását, és javaslatokat fogalmaz meg a hibamegelőző tevékenységekre. Az FMEA csoport munka. A klasszikus csoportmunka szabályainak megfelelően az FMEA szakértői munkacsoport létszáma 6 – 8 fő.

**Az FMEA két fő csoportja:**



A konstrukciós FMEA, amelyet termékfejlesztésnél, terméktervezésnél, valamint már gyártásban lévő termékek felülvizsgálatára használnak. Célja a tervezésből és / vagy a gyártástechnológiára vonatkozó utasításokból adódó hibák vagy azok előfordulási lehetőségének feltárása és megszüntetése. Az FMEA vizsgálat kiterjed a szerkezeti elemekre, valamint a gyártástechnológiára vonatkozó utasításokra pl. anyagminőség, technológiai lépések, ellenőrzési pontok, stb.

A folyamat FMEA, amelyet gyártási folyamatok fejlesztésénél, valamint a gyártási folyamatok felülvizsgálatnál alkalmaznak. Célja a gyártás során előforduló hibák vagy hibalehetőségek feltárása és megszüntetése. A gyártás a beszerzéstől a gyártási műveleteken keresztül a kiszállításhig tart. A folyamat FMEA vizsgálja az anyag-, gép-, eszköz-, valamint a munkamódszer hibából, továbbá a technológiai fegyelmezetlenségből eredő hibákat, illetve hibalehetőségeket.

**Az FMEA folyamat a következő lépésekből áll:**

1. A vizsgálni kívánt terület (problémakör) és a cél meghatározása.
2. A munkacsoport létrehozása a vizsgálni kívánt területet legjobban ismerő szakemberekből.
3. Az FMEA tárgyának elemekre bontása. Kiinduló pontja a műszaki dokumentáció, eredménye az alkatrészek és/ vagy műveletek összessége.
4. Az egyes elemek funkciójának meghatározása. Az olyan elem, amelynek nincs funkciója nem elem. A funkció meghatározásnál a „mit teljesít? vagy mit akadályoz meg?” kérdésekre adott válasz nyújt segítséget.
5. A hiba vagy a hibalehetőség fajtájának feltárása. Ebben a lépésben a „mikor nem teljesül a funkció?” kérdésre adott válasz nyújt segítséget.
6. A hiba lehetséges okának és az ellenőrzés hatékonyságának feltárása. A feltárást segítő kérdések a „mi okozta a hibát? és a milyen ellenőrzések vannak?”. A hiba bekövetkezésének sokszor több oka is lehet.
7. A hiba lehetséges hatásának a meghatározása a megrendelő szempontjából. Milyen módon észleli a megrendelő, ha eljut hozzá a hibás termék. A megrendelő ebben az összefüggésben lehet a következő művelet, felhasználó üzem, a késztermék előállító üzem vagy a késztermék felhasználója.
8. A hiba fontossági mérőszámainak meghatározása
  - a) A hibamód hatás súlyosságának becslése a vevőre nézve. Másképp fogalmazva a hiba következményének súlyossága a megrendelő szempontjából. Jelzése: **S** (Severity). Értékelés: 1–10-ig skálán.

1. táblázat. Hibamód hatás – becslési kritérium: a hatás jelentősége (**S**) a vevőre, felhasználóra nézve – értékszámok

A hiba hatása	A hatás jelentősége a vevőre (következmény)	Értékszám
Nincs	Nincs hatás. <u>A vevő nem észlel hibát</u>	1
Nagyon kicsi	A hiba miatt a termék egy részét lehet, hogy újra kell munkálni, de rendszeren kívül. <u>A hibát a jó megfigyelőképességű vevő veszi észre.</u>	2
Kicsi	A hiba miatt a termék egy részét lehet, hogy újra kell munkálni, de	3

	rendszeren kívül. <u>Az átlagos vevő észleli a hibát.</u>	
Nagyon alacsony	A hiba miatt a terméket lehet, hogy válogatni kell, és újra kell munkálni, kisebb zavart okozhat a következő műveletnél. <u>A hibát a legtöbb vevő észreveszi.</u>	4
Alacsony	A hiba miatt a termék közel 100% lehet, hogy újra kell munkálni. Kiseb zavart okozhat a következő műveletnél. <u>A vevő bizonyos elégedetlenséget tapasztal</u>	5
Mérsékelt	A hiba miatt a termék egy részét lehet, hogy le kell selejtezni. Károsíthatja a berendezést, komoly zavart okozhat a következő műveletben. <u>A vevő kényelmetlenséget tapasztal, a teljesítmény csökkenését észlelheti</u>	6
Magas	A hiba miatt a terméket válogatni, egy részét selejtezni kell. Veszélyeztetheti a berendezést, komoly zavart okozhat a következő műveletben. <u>A vevő elégedetlen.</u>	7
Nagyon magas	A hiba miatt közel 100% selejt keletkezhet. A termék elsődleges funkciója elveszhet. Veszélyeztetheti a berendezést, komoly zavart okozhat a következő műveletben. <u>A vevő/felhasználó nagyon elégedetlen.</u>	8
Veszélyes figyelmeztetéssel	A hiba <u>veszélyeztetheti a felhasználó biztonságát és/vagy hatósági rendelkezéseket sért. Figyelmeztető jellel jelentkezik a hiba.</u>	9
Veszélyes figyelmeztetés nélkül	A <u>hiba veszélyeztetheti a felhasználó biztonságát és/vagy hatósági rendelkezéseket sért. Figyelmeztető jel nélkül tűnik fel a hiba.</u>	10

b) A hiba-ok bekövetkezésének valószínűsítése. A vizsgálat tárgyát képező hiba várhatóan milyen gyakran fordul elő és, hogy a hiba eljut a megrendelőhöz a 7-es pont szerint megfogalmazott következménnyel. Jelzése: **O** (Occurrence).  
Értékelés: 1-10-ig skálán

2. táblázat. A hiba-ok bekövetkezés (O) valószínűségének meghatározásához tartozó értékszámok

A hiba-ok bekövetkezésének valószínűsége		Értékszám
Valószínűtlen	A hiba valószínűtlen. Hasonló folyamatokban nem észleltek hibát.	1
Nagyon alacsony	Csak elszigetelt hibák. Hasonló folyamatoknál nagyon ritkán észleltek hibát.	2
Alacsony	Elszigetelt hibák. Hasonló folyamatoknál ritkán észlelt hibák	3
Mérsékelt	A folyamatban, illetve hasonló folyamatban esetenként hibákat tapasztalunk, de nem nagyobb arányban.	4
		5
		6
Magas	A folyamatban, illetve hasonló folyamatban gyakran következett be hiba. Nincs kísérletekkel alátámasztott összefüggés	7
		8
Nagyon magas	A hiba szinte elkerülhetetlen	9
		10

- c) A hiba észlelésének valószínűsége. Annak megbecslése, hogy a jelenleg alkalmazott ellenőrzések milyen mértékben képesek megakadályozni, hogy a hiba eljusson a megrendelőhöz. Jelzése: D (Detection). Értékelése: 1 – 10-ig skálán

3. táblázat. Az észlelés biztonságának (D) meghatározáshoz tartozó értékszámok

Annak valószínűsége, hogy a hibát észleljük, mielőtt az a megrendelőhöz eljut		Értékszám
Majdnem biztos a hiba feltárása	A jelenlegi ellenőrzés(ek) majdnem biztosan észlelik a hibamódot. Megbízható szabályozás, a folyamat automatikusan észleli a hibát.	1
Magas	Nagyon magas a valószínűsége, hogy a jelenlegi ellenőrzés(ek) észlelni fogják a hibamódot.	2
		3
Mérsékelt	Mérsékelt a valószínűsége, hogy a jelenlegi ellenőrzés(ek) észlelni fogják a hibamódot.	4
		5
		6
Csekély	Csekély a valószínűsége, hogy a jelenlegi ellenőrzés(ek) észlelni fogják a hibamódot.	7
		8
Nagyon csekély	Nagyon csekély a valószínűsége, hogy a jelenlegi ellenőrzés(ek) észlelni fogják a hibamódot.	9
Majdnem lehetetlen	Nem áll rendelkezésre ismert ellenőrzés a hiba észlelésére (rejtett hiba)	10

9. Kiértékelés

- a) A kockázati prioritás szám meghatározása (RPN= Risk Priority Number). Az RPN szám a hiba jelentősége (S), a hiba ok gyakorisága (O), és az észlelési biztonsági értékszámok (D) szorzata. Az elemzésben feltárt valamennyi hibamód-hiba ok-ellenőrzés láncolatra ki kell számítani az RPN számot = kockázat indexet. Értéke 1 – 1000 között lehet, és az egyes hibamódok ezek alapján rangsorolhatók

$$RPN_n = S_n * O_n * D_n \text{ (az n-edik láncolat RPN száma)}$$

- b) A hibamód jelentőségének meghatározása (RF=Risk of Failure). Az RF szám mindazon RPN számok összege, amelyek az adott hibamódhoz tartoznak

$$RF_m = \sum RPN_n$$

- c) Az elem kockázati értékének meghatározás (RP= Risk of Part). A RF értékek összege megadja a vizsgált művelet/ követelmény / elem kockázati értékét. Az RP szám megadja, hogy a vizsgált művelet/ követelmény / elem milyen mértékű problémát jelent a minőségsszabályozás szempontjából. A nagyon magas RP érték arra hívja fel a figyelmet, hogy vizsgált elemnél hibák jelentkeznek és ezek jelentősége és / vagy gyakorisága túl nagy vagy az ellenőrzés nem megfelelő

$$RP_n = \sum RF_m$$

- d) A rendszer rizikó faktorának meghatározása ( $R=Risk$ ). Összetett rendszereknél / folyamatoknál a teljes folyamatra a rendszer rizikó faktorát az alábbiak szerint számítjuk ki

$$R = \sum R P_n$$

10. Hibajavító és hibamegelőző intézkedések készítése. Az intézkedéseknek először a legmagasabb RPN értékű problémákra kell irányulnia. Általánosan elfogadott elv, hogy ha az RPN érték nagyobb, mint 120 célszerű hibajavító / hibamegelőző intézkedést kezdeményezni. Ha RPN érték nagyobb, mint 200 mindenféleképpen szükséges a hibajavító / hibamegelőző intézkedés kidolgozása. Bármely hibajavító / hibamegelőző intézkedésnek az a célja hogy a HIBAMÓD-HIBAOK-ELLENŐRZÉS láncolatok kockázati prioritás száma csökkenjen. Ez elérhető a következmény súlyosságának és / vagy az előfordulás gyakoriságának csökkentésével és / vagy az ellenőrzés hatékonyságának növelésével.
11. Hibajavító és hibamegelőző intézkedések bevezetése. A bevezetendő intézkedéseknek mindig kell, hogy legyen felelős vezetője, és határideje.
12. Az intézkedés hatékonyságának ellenőrzése. A bevezetés után ismételt meg kell határozni az RPN értékeket azért, hogy megbizonyosodjunk az intézkedés hatékonyságáról vagy elégtelenségéről.

## MÁSODIK ESET

A szemcsésségi probléma okának feltárását és felszámolását létrehozott munkacsoport a folyamat FMEA segítségével oldották meg. Jelen példában az FMEA célja a keverék minőségének javítása.

Az FMEA csoport 6 szakértőből állt. Meghatározták a leggyakrabban előforduló nem megfelelést, feltárták a hiba hatását a megrendelőre, a lehetséges hiba-okokat és az ellenőrzés hatékonyságát. A szakértők meghatározták a hiba fontossági mérőszámait ( $S$ = jelentőség,  $O$ =gyakoriság,  $D$ =észlelés biztonsága), és kiszámították a kockázati prioritás számokat (RPN). Az elvégzett munka összefoglalását a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat Keverék minőségének javítását célzó FMEA adatbázisa

Követelmény	meghibásodás módja	Hatása	S	Ok	O	Megelőzés	Észlelés	D	RPN
Jó keverék	A keverék apró szemcséket tartalmaz	Vékonyfalú terméknel termelékenységi romlást okozhat	6	korom minősége	5	Nincs	Nincs	9	270
				Hibás keverési technológia	2	Automatizált keverés	Jelző-rendszer	2	24
				Hideg kaucsuk	6	temperálás	Nincs	5	180
	Alacsony szilárdság	Utómunkát igényel	5	Hibás keverési technológia	2	Automatizált keverés	Jelző-rendszer	2	20
				Rossz	2	Mérés,	Minőség,	1	10

				gyorsító		vonalkód	menyiség		
				Pihentetés hiánya alapkeverék	6	Nincs	Nincs	8	240

Az első hibamód (keverékben lévő apró szemcsék)  $PF_1$  értéke: **474**

A második hibamód (alacsony szilárdság)  $PF_2$  értéke: **270**

A keverék **RP** értéke: **744**

A HIBAMÓD–HIBAOK–ELLENŐRZÉS láncolatok közül a 120-nál nagyobb RPN értékűekre hibajavító / hibamegelőző intézkedéseket dolgoztak ki.

$RPN_{11}$  (270) esetében, bevezetik a korom minőségének ellenőrzésére pellet szilárdság mérést és értékelést.

$RPN_{13}$  (180) esetében bevezetik a kaucsuk hőmérsékletének mérését a keverés megkezdése előtt.

$RPN_{23}$  (240) esetében kidolgozásra kerül egy technológiai utasítás az alapkeverékek pihentetésére vonatkozóan.

Az intézkedések bevezetése után ismételten meghatározták az RPN értékeket. Ezt mutatja a következő táblázat.

5. táblázat Keverék FMEA adatbázisa a hibamegelőző intézkedések bevezetése után

Követelmény	meghibásodás módja	Intézkedés	S	O	D	RPN
Jó keverék	A keverék apró szemcséket tartalmaz	Pellet szilárdság mérés	6	5	3	90
		Nincs	6	2	2	24
		Kaucsuk hőmérsékletmérés	6	2	2	24
	Alacsony szilárdság	Nincs	5	2	2	20
		Nincs	5	2	1	10
		Technológiai utasítás	5	3	3	45

Az első hibamód (keverékben lévő apró szemcsék)  $PF_1$  értéke: **138**

A második hibamód (alacsony szilárdság)  $PF_2$  értéke: **75**

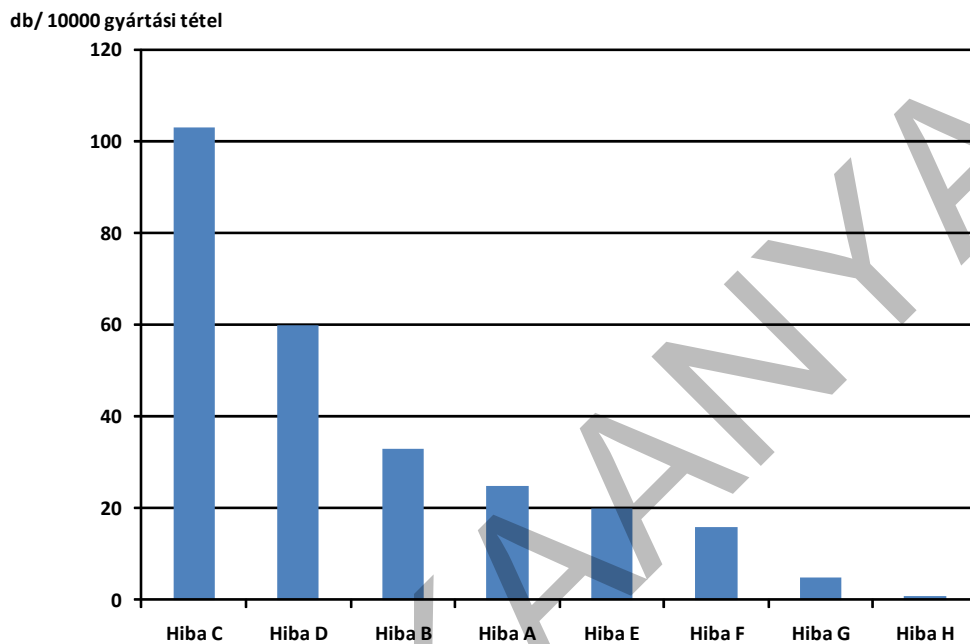
A keverék **RP** értéke: **213**

Tehát a bevezetett intézkedések hatására a nem jó minőségű keverék előállításának kockázata jelentősen csökkent.

## HIBAANALÍZISNÉL HASZNÁLHATÓ EGYÉB TECHNIKÁK

### 1. ABC analízis (Pareto diagram)

A Pareto-elv kimondja, hogy a problémák / hibák 80%-át az okok 20 %-a adja. A Pareto diagram segítséget nyújt a nagyszámú hibák rangsorolásához. A Pareto diagram oszlop diagram, amelynek vízszintes tengelyén a hibák típusa, míg függőleges tengelyén a rangsorolás található. A rangsorolás különböző szempontok szerint történhet. Például előfordulás szerint, ekkor a függőleges tengelyen az előfordulások száma van feltüntetve, de a hibákat lehet kategorizálni 1- 100-ig skálán (pl. veszélyesség szerint, költség szerint stb.). Fontos a pontos, azonos szemléten alapuló adatgyűjtés és rögzítés. Az 1. ábra példán szemlélteti az ABC analízis eredményét.



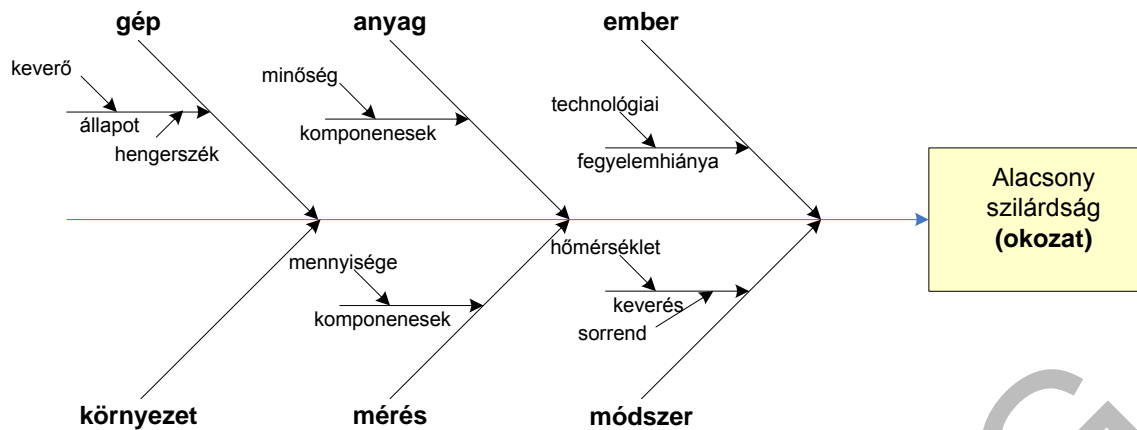
1. ábra. Példa az ABC analízisre

Az ábrából látható, hogy a továbbiakban a „Hiba C” és a Hiba D”-vel kell foglalkozni.

## 2. Ok-okozat diagram (halszálka (fishbone) diagram vagy Ishikawa diagram)

A vizsgálandó hiba kiválasztása után a feladat, a hiba okának megkeresése. Ehhez nyújt hathatós segítséget az ok - okozat diagram. Ez egy grafikus eszköz, amelynek segítségével feltárhatjuk és szemléltethetjük a valószínűsíthető hiba-okokat. A cél, azt a néhány hibaforrást (okot) megtalálni, amelyek meghatározóak lehetnek a vizsgált hiba szempontjából. Az ok - okozat diagram elkészítését célszerű csoport munkában végezni!

Az ok - okozat diagram alapelve az, hogy a vizsgált problémát / hibát (okozat) a gerinc jobb végén tüntetjük fel egy négyzetbe, és a hat valószínűsíthető fő hiba-ok csoportot (anyag, gép, ember, módszer, mérés, környezet) tekintik kiinduló pontnak.



2. ábra. Példa az ok - okozat diagramra

Természetesen a hiba-ok csoportok változtathatók a vizsgált hibától függően. A fontos az, hogy minimum három, de legfeljebb maximum hat hiba-ok csoportot vizsgáljunk, ami hatással lehet a vizsgált hibára. A hiba-ok csoportokat tovább kell bontani mindaddig, amíg lehet (általában maximum négy - öt szint mélység). Ha az ok - okozat diagram kész, megállapíthatjuk belőle azokat a legfontosabb okokat, amelyek a hibához vezetnek. Ezt követi a hiba-ok kiküszöbölésére irányuló intézkedések kidolgozása, bevezetése.

Mind az ABC analízist, mind az ok - okozat diagramot hatékonyan lehet alkalmazni az FMEA folyamatban.

### Összefoglalás

A hibaanalízis általában csoportban végzett munka. A csoport hatékonyságát az egyes csoporttagok felkészültsége határozza meg. Ennek érdekében betekintést adtunk a hibaanalízis során alkalmazható különböző technikákba, különös tekintettel az FMEA-ra, amelyet ISO-9001:1994 minőségügyi rendszer követelmények 4.14. fejezete és a QS-9000:1998 minőségügyi rendszer követelmények 4.14. fejezete is előír.

Definiáltuk a hibát, a hibaanalízist.

A hibaanalízis fő lépései:

Adatgyűjtés. Ez magába foglalhatja az információ és / vagy mérési eredmények gyűjtését.

Adatok rendszerzése, értékelése (például ABC elemzés vagy reklamáció esetén információk rendszerezése, valamint a mérési adatok összevetése az elvárt értékkel)

A hiba okának feltárása (például az ok-okozat diagram készítésével)

A hiba súlyosságának meghatározása (S a vevőre nézve, O a gyakoriság szempontjából, D az észlelhetőség szempontjából)

Kiértékelés (a kockázati tényező kiszámítása, a hibamód jelentőségének a meghatározása, a vizsgált elem kockázati tényezőjének meghatározása)

Hibajavító és hibamegelőző intézkedések kidolgozása

Az intézkedések bevezetése.

Az intézkedések hatékonyságának visszaellenőrzése.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A gumiipari technológia I. és II. tananyagok tartalmazzák az egyes technológiáknál, termékeknél leggyakrabban előforduló hibákat, és azok feltételezett okait is.

Most, hogy megismerkedett a hibaanalízissel, próbáljon meg a hiba okához az új szemlélettel eljutni. Ásson mélyebbre a probléma okának feltárásában, mint az a tankönyvben le van írva. Például, ne álljanak meg ott, hogy rossz volt a keverék vagy sérült a szerszám, stb. Tegyen fel további kérdéseket, Pl. Eddig jó volt a keverék? Akkor most mi okozhatta, hogy rossz lett a keverék? Mi okozta a szerszám sérülését? Miért nem vette észre a dolgozó, hogy sérült a szerszám? Stb. Építse fel az ok - okozat diagramot

Tegyen javaslatokat a hiba megelőzésre. Például technológiai utasítás kiadása vagy módosítása, új ellenőrzőpont beiktatása a folyamatba, vizsgálati rend szigorítása, tűréshatár szigorítás, stb.

Társaival alakítson FMEA csoportot egy szabadon választott probléma okának felderítésére és az ok(ok) felszámolására vagy jelentős csökkentésére. Tanáruk vezetésével vigyék végig az FMEA folyamatát.



## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Fogalmazza meg, mit értünk hiba alatt!

---

---

---

---

### 2. feladat

Írja le a hibaanalízis fogalmát!

---

---

---

---

---

### 3. feladat

Definiálja az FMEA-t!

---

---

---

---

---

### 4. feladat

Sorolja fel az FMEA fő típusait!

---

---

---

**5. feladat**

Írja le a konstrukció FMEA célját!

---

---

---

---

---

**6. feladat**

Írja le a folyamat FMEA célját!

---

---

---

---

---

---

**7. feladat**

Sorolja fel az FMEA folyamat lépésit!

---

---

---

---

---

Hiba analízis

**8. feladat**

Sorolja fel a hiba fontossági mérőszámait!

Blank writing area for task 8, containing five horizontal lines.

**9. feladat**

Írja le, hogy számítjuk ki a kockázati prioritás számot!

Blank writing area for task 9, containing two horizontal lines.

**10. feladat**

Határozza meg az RF számot!

Blank writing area for task 10, containing two horizontal lines.

**11. feladat**

Definiálja az elem kockázati értékét!

Blank writing area for task 11, containing three horizontal lines.

12. feladat

Írja le mire használható a Pareto diagram, és mi a Pareto elv!

---

---

---

---

13. feladat

Definiálja az ok - okozat diagramot!

---

---

---

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A hiba, egy szándék szerinti (tervezett) vagy előírt használattal kapcsolatos követelmény nem teljesülése.

### 2. feladat

A hibaanalízis egy olyan eljárás, amely adatgyűjtéssel és elemzésükkel foglalkozik, abból a célból, hogy meghatározza a hiba okát. A hibaanalízis tárgya lehet a termék vagy a folyamat.

### 3. feladat

Az FMEA, egy olyan módszer, amely a minőség és megbízhatóság elemzésével foglalkozik. Ez a technika magába foglalja a technológia / termék bármely részében fellépő hibamód tanulmányozását, valamint a hiba előfordulás valószínűségének és veszélyességének meghatározását, és javaslatokat fogalmaz meg a hibamegelőző tevékenységekre.

### 4. feladat

A konstrukciós FMEA és a folyamat FMEA

### 5. feladat

A konstrukciós FMEA célja a tervezésből és / vagy a gyártástechnológiára vonatkozó utasításokból adódó hibák vagy annak előfordulási lehetőségének feltárása és megszüntetése. Az FMEA vizsgálat kiterjed a szerkezeti elemekre, valamint a gyártástechnológiára vonatkozó utasításokra

### 6. feladat

A folyamat FMEA célja a gyártás során előforduló hibák vagy hibalehetőségek feltárása és megszüntetése. A gyártás a beszerzéstől a gyártási műveleteken keresztül a kiszállításig tart. A folyamat FMEA vizsgálja az anyag-, gép-, eszköz-, valamint a munkamódszerhibából-, továbbá a technológiai fegyelmezetlenségből eredő hibákat illetve hibalehetőségeket.

### 7. feladat

A vizsgálni kívánt terület (problémakör) és a cél meghatározása.

A munkacsoport létrehozása

Az FMEA tárgyának elemekre bontása.

Az egyes elemek funkciójának meghatározása.

A hiba vagy a hibalehetőség fajtájának feltárása

A hiba lehetséges okának és az ellenőrzés hatékonyságának feltárása

A hiba lehetséges hatásának a meghatározása a megrendelő szempontjából.

A hiba fontossági mérőszámainak meghatározása

Kiértékelés

Hibajavító és hibamegelőző intézkedések készítése.

Hibajavító és hibamegelőző intézkedések bevezetése.

Az intézkedés hatékonyságának ellenőrzése.

---

#### 8. feladat

A hibamód hatás súlyosságának becslése a vevőre. / A hiba következményének súlyossága a megrendelő szempontjából. Jelzése: S

A hiba-ok bekövetkezésének valószínűsítése. A vizsgálat tárgyát képező hiba várhatóan milyen gyakran fordul elő és, hogy a hiba eljut a megrendelőhöz a megfogalmazott következménnyel. Jelzése: O

A hiba észlelésének valószínűsége. Annak megbecslése, hogy a jelenleg alkalmazott ellenőrzések milyen mértékben képesek megakadályozni, hogy a hiba eljusson a megrendelőhöz. Jelzése: D

---

#### 9. feladat

Az RPN szám a hiba jelentőségi (S) a hiba-ok gyakorisági (O), és az észlelési biztonsági értékszámok (D) szorzata.

---

#### 10. feladat

Az RF szám mindazon RPN számok összege, amelyek az adott hibamódhoz tartoznak.

---

#### 11. feladat

Az RP szám megadja, hogy a vizsgált művelet/ követelmény / elem milyen mértékű problémát jelent a minőség szabályozás szempontjából.

---

**12. feladat**

A Pareto diagram segítséget nyújt a nagyszámú hibák rangsorolásához. A Pareto-elv kimondja, hogy a problémák / hibák 80%-át az okok 20 %-a adja.

---

**13. feladat**

Az ok - okozat diagram egy grafikus eszköz, amelynek segítségével feltárhatjuk és szemléltethetjük a valószínűsíthető hiba-okokat.

MUNKANYAG

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

MSZ EN ISO 9000:2005. Minőségirányítási rendszerek. Alapok és szótár

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) 2010. 07.19

### AJÁNLOTT IRODALOM

R. E. McDermott, The basis of FMEA, Quality Resources, 1996.

W. Brussee, Simplified FMEA, McGraw-Hill, 2010. (e-book on [www.openlibrary.org](http://www.openlibrary.org))

MUNKANYAG



A(z) 7007–08 modul 017–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 543 02 0001 52 01	Gumiipari technikus (az elágazásnak megfelelő szakirány megjelölésével)
33 543 02 0010 33 01	Abroncsgyártó
33 543 02 0010 33 02	Formacikk-gyártó
33 543 02 0010 33 03	Ipari gumitermék előállító
33 543 02 0100 31 01	Gumikeverék-készítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

10 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.  
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató