

Keywords: enetrprise asset management,  
paper industry, computerizing

## Vállalati eszközmenedzselés (EAM<sup>1</sup>) számítógépes támogatása a papíriparban

### I. rész

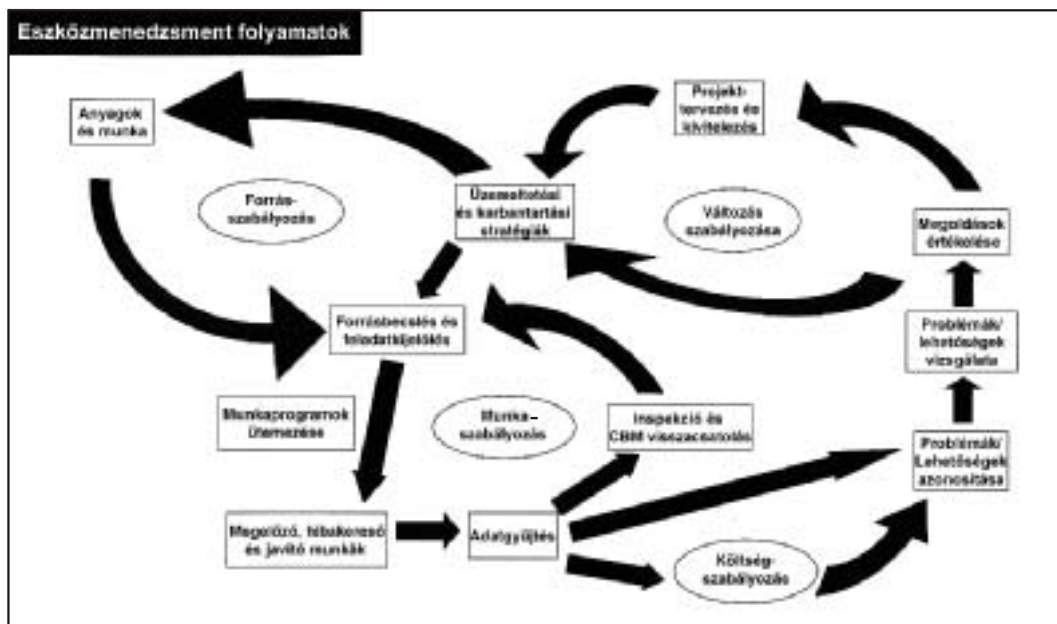
Somogyi Péter  
(Dunapack Rt. Csomagolópapírgyára)

Az eszközmenedzselés (Asset Management) olyan új interdiszciplináris vállalati szakterület, amely a termelőeszközökkel kapcsolatos műszaki jellegű teljesítményelőállítási, karbantartási, biztonsági és környezeti problémákat a költség-számolhatóság, üzleti célkitűzések, törvényi-hatósági előírásoknak való megfelelés, kockázatnak kitettség *kereskedelmi jellegű* kérdéseivel együtt, komplex módon kezeli (1. ábra: Woodhaus 1). Az eszközmenedzselés folyamatmodellje az egyes tevékenységek közötti kapcsolatokat tükrözi.

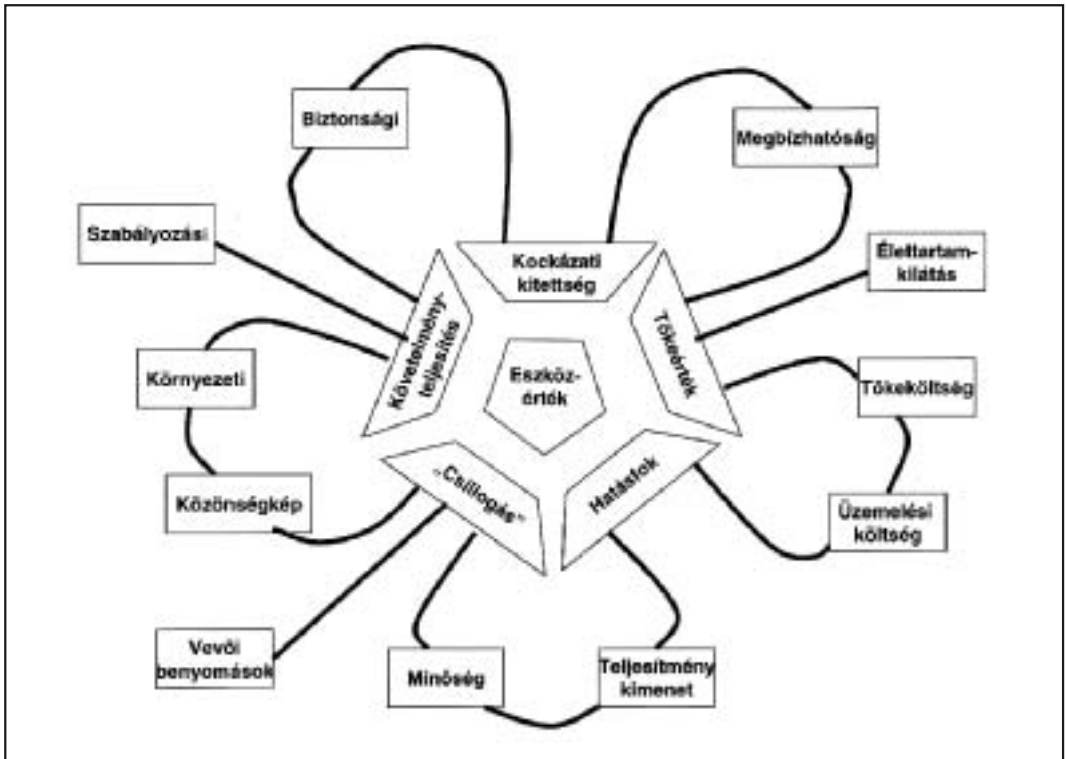
Célja az egyes tevékenységek (amelyek önmagukban is szabályozóköri) és a folyamat-

rendszer strukturális jellemzőinek (integráció, ki-egyenlítetttség és összehangoltság) folyamatos javításával a teljesítmény (és ezen túl az eszköz-érték, ill. a megtérülés, pl. RONA<sup>2</sup>, nettó eszköz-érték megtérülés) növelése (2. ábra: Woodhaus 2)

A folyamatjavításhoz kapcsolódó szakmai team-munkában, az ún. eszközprofil optimalizálásban (OAP= Optimized Asset Profil) technológiai, gyártási, megbízhatósági, karbantartási, beszerzési, a biztonsági és hatósági szabályozásban jártas, valamint kockázatmenedzselési szakemberek vesznek részt. A célokat mutató-szám-rendszerbe foglalják.



1. ábra. Az eszközelemzés folyamatai (Woodhaus)



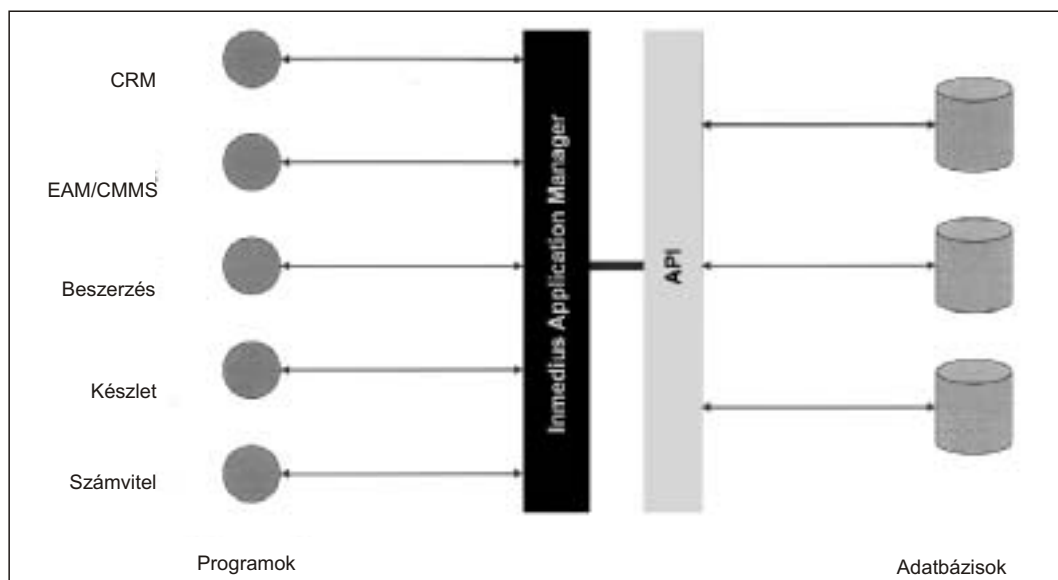
2. ábra. Az eszközérték összetevői OAP-elemzéshez (Woodhaus)

Az eszközmenedzseléshez sokféle, állandóan korszerűsítendő információra van szükség, pl. a berendezések műszaki tervére, P&I<sup>3</sup> folyamatábrára, elrendezési, telepítési vázlatra, gépkönyvekre, alkatrész-katalógusokra, művelettervekre ill. gyártási dokumentációra, a biztonsági, hatósági és biztosítási kötelezettségek nyilvántartására, a gyártási folyamat végrehajtásával kapcsolatos adatokra, megbízhatósági adatokra, karbantartás-tervezési és végrehajtási adatokra, az eszközök állapotfelügyelete során nyert adatokra, a karbantartási javítási és üzemeltetési anyagok beszerzésével és készletezésével kapcsolatos információkra, pénzügyi, számviteli és költségadatokra.

A különböző *eszközmenedzselési szoftverek* biztosítják, hogy a termelőberendezések biztonságos és nyereséges üzemeltetéséhez és fenntartásához – a vállalati döntéshozók, stratégiai tervezők (LCC/LCP<sup>4</sup>, élettartam költség-/profit-elemzés) vagy éppen a karbantartás tervezés-irányítással foglalkozók számára – az információk időben rendelkezésre álljanak. Ezek a prog-

ramcsomagok a korábbi CMMS<sup>5</sup> (=számítógépes támogatású karbantartási rendszer) szoftvereknél átfogóbb és mélyebb adatintegrációt biztosítanak. Az alkalmazást – a korszerű informatikai megoldások mellett – áthatják az utóbbi időben elterjedt karbantartási filozófiák és módszerek (TPM, RCM/RBM, RBI, FMECA, FTA), ill. az ezekhez kapcsolódó speciális műszaki-diagnosztikai eljárások.

A *CMMS rendszerek* négy alapelemét az üzem-/berendezés adatbázis, a munka-, a költségtervezési és a készletellenőrzési és beszerzési blokk képezi (ld. pl. Fiskeby Co.). Az *EAM* tükörszót a karbantartás-irányítási szoftverhasználatok olyan *integrált programcsomagokra* alkalmazzák, amelyek a CMMS adatbázisát és szolgáltatásait (újabb modulokkal bővítve) a gyártási folyamatot, valamint az eszközök állapotát felügyelő rendszerekkel integrálják, ill., kapcsolódnak más vállalati rendszerekhez (pl. eszköz-, készletnyilvántartás, költségelszámolás, controlling, beszerzés, munkaügy). (3. ábra: Inmedus)



3. ábra. EAM/CMMS szoftverek integrálása a vállalat informatikai rendszerébe (Inmedius)

Az új intelligens (smart) szoftverek számos analitikai eszközt is tartalmaznak, amelyek a karbantartási döntések meghozatalánál figyelembe veszik az eszköz életciklusából származó követelményeket, ennek megfelelően jelen idejű és történeti adatokat egyaránt felhasználnak és képesek különböző tényezők közötti összefüggések (korrelációk) és idősorok (trendek) megállapítására és felhasználására, akár jövőbeli események előrejelzésére is.

### TPM<sup>6</sup> (Átfogó Termelékenységmentes Karbantartás)

A TPM, a TQM<sup>7</sup>-hez (átfogó minőségirányítás) hasonlóan jellegzetes, japán eredetű munkaszervezési eszköz (egyik legelső alkalmazója a Toyota): filozófiai elve, hogy a dolgozóba kell investálni, annak érdekében, hogy a berendezés rendelkezésre állásának növelésével, a minőség javításával saját maguk csökkentsék a veszteségeket, miközben a költségeket is lejjebb szorítják. A veszteség a TPM szerint hat fő okra vezethető vissza:

1. berendezés- meghibásodások,
2. átállási-/átszerelési- és be szabályozási idő,
3. üresjárás és futás közbeni zavarok miatti teljesítménycsökkenés,

4. tervezettnél alacsonyabb sebesség,
5. folyamatzavarok miatti selejt/minőségcsökkenés ill. utómunka-igény,
6. csökkent minőség a gép átállása során.

A TPM célja a berendezések műszaki-gazdasági és logisztikai hatékonyságának javítása a rendelkezésre állás, a teljesítőképesség, a hatásfok és a minőség optimalizálásával, miközben a munka biztonsági, szociális és környezeti feltételei javulnak (P, Q, C, D, S, M<sup>6</sup> cél-mátrix).

Fő pillérei:

1. Az *autonóm karbantartási rend* bevezetése, vagyis a gépkezelők és a karbantartók kiscsoportos együttműködése a karbantartási és a javítási feladatok végzése során, a megelőzési (gépápolás és felügyelet) és tökéletesítési (újítási) javaslatok kidolgozásában, miközben a karbantartás átfogó irányítása érvényesül a felső vezetéstől a végrehajtó dolgozóig. A karbantartók és a gépkezelők folyamatos tréningeztetése, új jártasságok és készségek megszerzése.
2. Karbantartás-tervezés, beleértve a tervszerű megelőző karbantartási feladatok meghatározását, az állapotfüggő karbantartási standardok kialakítását.

3. Az eszközmenedzselés kitejesztése a berendezés életciklus (tervezés – kialakítás – gyártás – telepítés ill. összeszerelés-üzembe helyezés) minél korábbi fázisáig visszanyúlva, az un. zéró-karbantartás érdekében. A hibák elsődleges okainak szisztematikus keresésével a berendezés karbantartás-szükségletének csökkentése.

A TPM valamennyi veszteséget figyelembe vevő mutatószáma az *általános berendezéshatásfok* (OEE= Overall Equipment Efficiency):

$$OEE = A \text{ (Rendelkezésre állás)} \times P \text{ (Teljesítményhatásfok)} \times Q \text{ (Minőségi termék aránya)}$$

Az általános berendezés-hatékonyság (OEE'= Overall Equipment Effectiveness) az un. konverziós (komplex üzemeltetési és fenntartási) költségekre vetíti a hatásfok mérőszámot:

$$OEE' = \frac{OEE}{\text{Konverziós költségek}}$$

ezáltal a karbantartási költségeken kívül az üzemirányítási, üzemelési, környezeti (biztonsági, környezetvédelmi, infrastrukturális és hulladék-eltávolítási) költségkihatások is bevonhatók az értékelésbe.

Az elméleti időalapot a tervszerű éves leállításokkal és karbantartási időkkel csökkentve kapjuk a tényleges, un. műszaki rendelkezésre állás mutatószámát:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF+MDT} = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR+MWT}$$

A rendelkezésre állásnak ez a felírása kiemeli a karbantartási stratégia optimalizálásánál szerepet játszó paramétereket.

(A képlet magyarázata: két meghibásodás közötti idő, MTBF= Mean Time Between Failures; leállási idő, MDT= Mean Down Time; javításra felhasznált idő, MTTR=Mean Time to Repair; a javításra várakozás pótidéje, MWT = Mean Waiting Time).

A papírgyárak kifinomult metodikákat használnak a veszteségidő elemzésére, megkülönböztetve, hogy az a papírgép mely részén, ill. milyen művelet eredményeként keletkezett (technológia, öltözőkcsere; karbantartási veszteségidők). Esetleg hogy melyik szakterület okolható miatta. A veszteségidőket célszerű rendszerbe foglalva vizsgálni. Ismert pl. a Zellcheming vagy

a CPPA (Canadian Pulp & Paper Association) hatásfokszámitási módszere.

Az OEE-n belül az üzemi és karbantartási veszteségek összefüggéseit vizsgálta Ch. Idhammer, különös tekintettel a nem-tervszerű karbantartásnál fellépő veszteségekben (hibakeresés, korrektív intézkedés meghatározása, készenlétbe helyezési idők) rejlő teljesítménytartalékokra, ill. az egyes üzemi területek (veszteségfelelősök) közötti célkonfliktusokra.

A *nem-tervszerű és a tervszerű karbantartás* optimális arányának keresése J.Mardon 80/90-es évekbeli munkáiban is fellelhető:

<0,1	Túl jó karbantartás
0,1÷0,3	Korrekt arányok
0,4÷1,0	Több karbantartásra van szükség
>1,0	Katasztrófális helyzet

A fejtett eszközmenedzselési programcsomagok részét képezi a papírgép, ill. az egyes géprészek idő- és teljesítményadatainak feldolgozása, értékelése (Pl. Kvaemer Chemetics /MOPS, alkalmazás: SCA, Smurfit, SAPPI, vagy IFS/Equipment Performance™), amelyeket az un. üzemi adatfelvételezési (monitoring) rendszerből nyerünk (MDE/BDE=<sup>9</sup>, MME/MET<sup>10</sup>, standard adatfelvételezési programok (un. SCADA<sup>11</sup> segítségével (pl.Siemens/Ivara v. Datastream, ABB/IFS, Rockwell/MRO Softwer, Invensys /Marcam/Wonderwarel/Baan, Kienzle/gbo stb).

Az IFS program az értékeléshez az un. APQ (OEE) összehasonlítást használja (benchmarking értékek: A= availability, rendelkezésre állás 90%, P= productivity, termelékenység 95%, Q= quality, minőség 99%). A folyamatjavítás mutatószáma az LCP-érték. Az APQ rendszer a szűk keresztmetszet fedezetmaximalizálásához is támpontot nyújt.

### Megbízhatóság-tervezés és elemzés

A *megbízhatóság-tervezés* az eszközhasznosítás javításának irányában tett erőteljes lépés. A folyamat a megfelelő üzleti mérőszámok azonosításával kezdődik.

Az üzemi értékelés (balanced scorecard, benchmarking, industry best practice, business excellence stb. keretében megadott) kritériumait (KPI<sup>12</sup> = kulcs-

teljesítmény jellemzők, pl. csökkenteni a nem-tervszerű állásidőt, valamint az alacsonyabb teljesítményű időszakokat, növelni a rendelkezésre állási időt, csökkenteni a karbantartási túlóráköltségeket, ill. az alkatrészöltségeket) megbízhatósági alapon megállapított *eszközhasznosítási mutatószámokkal* kell kiegészíteni, mint pl. az előzőekben bemutatott rendelkezésre állási mutató.

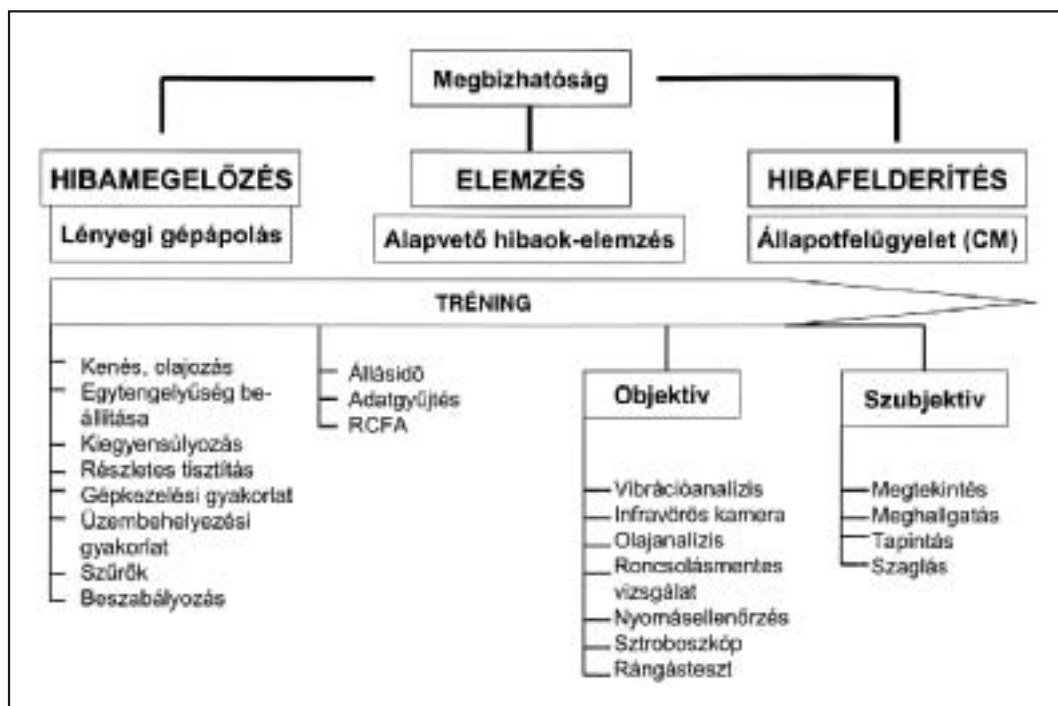
A következő lépésben meg kell keresni a jövőbeli termelési szükségletek, biztonsági, hatósági (pl. területfejlesztés, környezetvédelem) követelmények, alkatrészöltség, nem-tervezett meghibásodási költség szempontjából *kritikus berendezéseket*.

Egy berendezés funkcióképességének megőrzését célzó strukturált karbantartási rendszer az eredetileg a repülőgépiparban bevezetett *megbízhatóság-középpontú karbantartás* (RCM/RBM=Reliability Centered/Based Maintenance) és a *kockázat-alapú műszaki felügyelet* (RBI = Risk Based Inspection). A berendezés rendelkezésre állását negatívan befolyásoló gyengepontokat és az ezek közötti kapcsolatokat feltáró két legyakrabban alkalmazott mód-

szer: a *hibafajta-hibahatás-kritikusság* elemzés (FMECA= Failure Modes, Effects & Criticality Analysis) és a *hibafa-elemzés* (Fault Tree Analysis). (Egyéb módszerek: esemény-fa, Markov-láncok, szimuláció). Az FMECA eljárás során meghatározzuk, hogy a meghibásodások milyen funkcióvesztést vagy károsodást okoznak. Meg kell határozni a meghibásodási eredményt leíró *hibafajtákat* (failure-mode) és a meghibásodást kiváltó *hatásjellemzőket* (failure-effect), majd *kritikusságuk* szerint osztályozni kell őket. (Pl. kritikus – tartalékalkatrész nincs, nem kritikus – tartalékalkatrész van). Az elemzés listaszerűen vagy funkció- ill. megbízhatósági diagram formájában a teljes berendezésre kiterjed.

Az RBI-rendszerben a bekövetkezési valószínűség és a következmények mérlegelése után a kockázatokat értékeljük. A kockázati mátrix alapján állapítjuk meg a prioritásokat.

Végül alkalmas és hatékony megelőző karbantartási feladatokat kell keresnünk a funkcióvesztések kiküszöbölésére. Eredményül testreszabott *berendezés-karbantartási tervet* kapunk, amely az állapotfüggő (prediktív), az idő/



4. ábra. Smurfit-Stone megbízhatóság meghatározása

használat bázisú (preventív) és a meghibásodás-alapú (reaktív) karbantartás optimális összetételét adja ki (RAM=Reliability-Availability-Maintenance optimalizálás), a kimenetben figyelembe véve a megbízhatóságorientált visszacsatolásokat (proaktív karbantartás).

A **megbízhatóság-elemző** rendszeresen vizsgálja a meghibásodásokat és az azokhoz közelítő állapotokat. Ha egy meghibásodás fellép, megkeresi az alapvető okot (root cause), észrevételezi a nem-rendeltetészerű használatot, vagy javaslatot tesz a túlterhelés kiküszöbölésére, egyszóval módosítja a megbízhatósági tervet, megelőzendő az ismételt jövőbeli megjelenést. Ez esetleg olyan további tényezők keresését is jelenti, amelyek főkézőleg hatnak a meghibásodás kialakulására.

A megbízhatóság-elemzést támogató szoftverek (pl. Scoope, Elapse) az alapvető elemzési módszerek (FMECA, FTA, Pareto, folyamat- ill. blokkdiagramok) alkalmazását standard eljárásokba foglalják. Ilyen standard eljárások pl. RCA= Root Cause Analysis, RCFA= Root Cause Failure Analysis, FRACAS=Failure Reporting Analysis and Corrective Action Systems)

A vállalati megbízhatósági rendszer tehát tartalmazza a megbízhatósági tervet és a meghibásodások adatbázisát is. (A Smurfit-Stone megbízhatósági rendszerének elvi felépítését mutatja be a **4 ábra**.)

A papírgépi megbízhatóság-elemzés magában foglalja a meghibásodások, a normál elhasználódású alkatrészek (szita, filc/nemez)és a javítások költségeinek, valamint az állásidők vizsgálatát, és ezek alapján megállapítások tehetők pl. a készletszintekre, a csoportos beszerzésekre, a berendezések hiányosságaira, a gyenge színvonalú beszállítókra. A tamperei

VTT Automation Risk Management osztálya (J. Konola) az UPM-Kymmene-vel közösen kockázat (megbízhatóság) elemzéshez felhasználható számítógépes hibaosztályozó modellt hozott létre (1998). Az adatbázis felépítését az **5. ábra** mutatja.

1. Meghibásodott tétel	5. Mikor jegyezték fel a hibát?	9. Milyen módon észlelték a hibát?!
2. Meghibásodás leírása	6. Környezeti feltételek	10. A hiba valószínű oka
3. A javítás kezdete	7. Hiba megjelenési módja	11. Megtett intézkedések
4. A javítás időtartama	8. Hiba kritikussága	12. Hibacsoport

5. ábra. Hibaosztályozási rendszer FMECA elemzéshez (VTT Automation)

Folytatása következik.

### Jegyzetek

<sup>1</sup>EAM= Enterprise Asset Management

<sup>2</sup>RONA = Return on Net Asset

<sup>3</sup>P&I = Process & Instrumentation

<sup>4</sup>LCC= Life Cycle Cost, LCP= Life Cycle Profit

<sup>5</sup>CMMS= Computer Aided Maintenance System

<sup>6</sup>TMP= Total Productive Maintenance

<sup>7</sup>TQM= Total Quality Management

<sup>8</sup>P, Q, C, D, S, M=Productivity, Quality, Costs, Delivery, Safety, Morale – Kaizen célok

<sup>9</sup>MDE/BDE= Maschinen-/Betriebsdatenerfassung

<sup>10</sup>MME= Machine Monitoring Equipment, MET= Machine Equipment Tracking

<sup>11</sup>SCADA= Supervisory Control and Data Acquisition System

<sup>12</sup>KPI= Key Performance Indicators

## Türelmi idő a környezetvédelemnek Átmeneti mentesség az Eu-normák alkalmazására

Az uniós környezetvédelmi előírások teljesítéséhez körülbelül 1500 milliárd forint hazai beruházásra van szükség a következő években. Ebből a legnagyobb tétel, mintegy 810-845 milliárd forint a csatornázási, szennyvíztisztítási követelmények teljesítése. 1993 óta 400 milliárd forintot fordított erre a célra Magyarország.

Szakértői becslések szerint akkor teljesítheti az uniós normákat az ország, ha a gazdasági növekedés huzamosan eléri a négy-öt százalékot, illetve nő a környezetvédelmi ráfordítások aránya.

A **csatornázási, szennyvíztisztítási** normák teljesítésére hazánk 2015 végéig kapott türelmi időt. Addig minden településen, ahol legalább kétezeren

lagnak, meg kell oldani a szennyvizek tisztítását. Bizonyos településnagyságoknál már előbb, 2008-ra vagy 2010-re kell végezni ezzel a feladattal.

Ugyancsak a csatlakozást követő későbbi időpontra, 2005 közepére kell eleget tenni a veszélyes hulladékégetőkre vonatkozó uniós előírásoknak. Türelmi időt kapott az ország 2004 végéig a nagy tüzelőberendezések, erőművek szennyezésének csökkentésére, és csak 2005 végéig kell elérni, hogy a csomagoláshoz használt anyagokból keletkező hulladékok legalább 50 százalékát hasznosítsák. (A hasznosítás mértéke egyetlen csomagolási anyagfajtánál sem maradhat 15% alatt.)

Az uniós ivóvíznormák teljesítésére hosszabb idő áll rendelkezésre. A brüsszeli előírásoknál magasabb természetes eredetű arzéntartalmú vizet fogyaszt körülbelül 1,4 millió lakos. A magas bróm-, vas- és mangántartalom miatt összességében 4,5 millió lakosnál kell javítani az ivóvíz minőségét. A terv szerint 150 milliárd forint ráfordítással 2009 végére oldandó meg ezt a problémát. Mivel az uniós előírások szerint nem a vízkivételnél, hanem a fogyasztói helyeken kell mérni a szennyezettséget, a hálózatok felújítása tovább növelheti a költségeket.

**Forrás:** Népszabadság, 2003.01.08.

Az alábbiakban bemutatjuk a szennyvízzel kibocsátható károsító anyagok határértékeit és bírságtételeit közcsatornába bocsátás esetén							
Károsító anyagok küszöbértékei és bírságtételei				Mérgező anyagok küszöbértékei és bírságtételei			
	Megnevezés	Küszöb-érték (g/m <sup>3</sup> )	Bírságtételek (Ft/kg)		Megnevezés	Küszöb-érték (g/m <sup>3</sup> ) ill. 10-3m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> *****	Bírságtételek (Ft/kg)
1.	Dikromátos oxigénfogyasztás	1200	10	1.	Könnyen felszabaduló cianidok	0,1	50000
2.	Szerves oldószer extrakt (olaj-zsír)*	50	200	2.	Összes cianid	1	3000
3.	Fenolok	10	1500	3.	Összes réz	2	100
4.	Kátrány	5	5000	4.	Összes ólom	0,4	5000
5.	ANA detergens	50	1000	5.	Összes króm	1	3000
6.	pH**	6,5 alatt; 10,0 felett	100	6.	Króm VI.	0,5	10000
7.	Szulfid	1	1500	7.	Összes arzén	0,2	10000
8.	Szulfát	400	10	8.	Összes kadmium (HI)*****	0,1	20000
9.	Nitrogén (NH <sub>3</sub> -NH <sub>4</sub> )	150	100	9.	Összes higany*****	0,05	1000000
10.	Aktív klór	30	100	10.	Összes nikkell	1	3000
11.	Összes só - természetes eredetű - technológiai eredetű	2500	0,1	11.	Összes ón	0,5	10000
				12.	Összes cink	10	500
				13.	Összes ezüst	0,2	10000
12.	Összes fluorid	50	500	14.	Szerves oldószer	0,1	2000
13.	Összes vas	20	2	15.	Széndiszulfid	0,1	1500
14.	10, ülepedő anyag***	150	1	16.	Benzol	0,1	1000
				17.	Toxicitás	LC 50%-os hígítási igény	2
				18.	Azbeszt (Krizotil-azbeszt)	30	20000

\* Állati és növényi zsírok esetén 100m<sup>3</sup>/d kibocsátás alatt a küszöbérték háromszoros, e felett kétszeres

\*\* HCl, ill. a NaOH megfelelő mennyiségére számítva

\*\*\* Csak, ha a 10 perces ülepedésnél a lebegőanyag-tartalom nagyobb mint 5×10-3m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

\*\*\*\*Helyesbítette: Magyar Közlöny 2001/139.

\*\*\*\*\*EU csatlakozás után a hatóság által megállapított küszöb-érték felett

\*\*\*\*\*87/27/EKG, csak az EU csatlakozás időpontjától

**Forrás:** MGYOSZ: Eu-s tájékoztató kiadvány VII. 2002.

Polyánszky Éva