

# Kockázatalapú karbantartás- és felülvizsgálat-tervezési rendszer

Dr. Tóth László\* – Lenkeyné dr. Biró Gyöngyvér\*

## Bevezetés

Az ésszerűen szervezett műszaki-gazdasági élet „alapszavai” röviden a következők: **biztonság – megbízhatóság – kockázat**. A **biztonság** kifejezés alatt a rendszer adott pillanatra vonatkozó biztonsági szintjét értjük, a **megbízhatóság** fogalma takarja mindazon eszközöket, amelyeket használni tudunk arra, hogy bármely pillanatban megítélhessük a biztonság szintjét. Ezen eszközök magukba foglalják a szerkezetbe épített anyag károsodási mértékének megállapítására alkalmas anyagvizsgálati lehetőségeket, elméleti megfontolásokat ugyanúgy, mint a szerzetekben ébredő mezők (alakváltozási-, feszültségi-, hőmérsékleti-, mágneses- stb.) numerikus szimulálására alkalmas szoftvereket és hardvereket, illetve a rendszerekben levő hibák (geometriai, anyagfolytonossági, esetleg működési) észlelésére, detektálására alkalmas eszközöket, készülékeket, eljárásokat. Az üzemeltetés **kockázata (k)** végső soron pénz, gazdasági jellemző, hiszen azt fejezi ki, hogy az adott rendszer milyen valószínűséggel hibásodhat meg (p), és ennek mi a pénzben kifejezett következménye (c), azaz  $k = p \times c$ . Egy rendszer adott pillanatra vonatkozó biztonságának megítéléséhez tehát eszközöket, erőforrásokat használunk, amelynek természetesen költségei vannak, és ezt állítjuk szembe az üzemeltetés kockázatával. Végső soron tehát „pénzt” állítunk szembe „pénzzel”, befektetést a kockázattal. Ezek egyensúlya adja a kívánatos állapotot, azaz a biztonság szintjének garantálásához szükséges anyagi források korreláljanak az üzemeltetés kockázatának szintjével, mint ahogy ezt a 1. ábra is igyekszik kifejezni.



1. ábra. Az adott pillanatra vonatkozó biztonság szintjének meghatározásához befektetett források és az üzemeltetés kockázatának egyensúlya

Az előzőkből következik, hogy a **gazdaságosság és biztonság** orientált felülvizsgálat nem jelenet más, mint a biztonsági követelmények megfogalmazását és ennek biztosításához szükséges költségek összevetését. Ez utóbbi költségeket két csatornán juttathatjuk a rendszerbe. Egyrészt időszakosan leállítjuk és megbontjuk a rendszereket, azaz **periodikus felülvizsgálatokat** végzünk a rendszer elemein. Másrészt a rendszerben üzemeltetés során végbemenő folyamatokat elemezve **karbantartási tevékenységeket** folytatunk annak érdekében, hogy a folyamatok biztonságosan megvalósuljanak. Ezek együttes megvalósítása adja a gazdaságosság és biztonság orientált üzemvitelt, hiszen ezzel elérhető az üzemeltetők legfőbb célja, az hogy az általa üzemeltett rendszer:

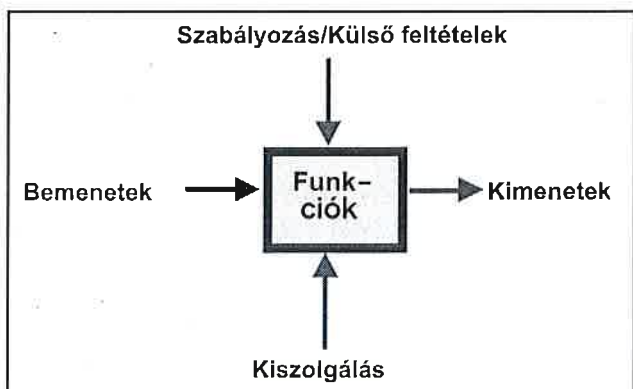
- kihozatala a legnagyobb,
- ráfordítási költségei a legkisebbek, és
- a környezetet nem szennyezi.

Az előző cél elérésének eszközei:

- a megbízhatóság központú karbantartás (RCM – Reliability Centered Maintenance) és
- a kockázatalapú karbantartás és felülvizsgálat-tervezés (RBI – Risk Based Inspection)

## A megbízhatóság központú karbantartás alapelemei

Minden rendszer legyen az kisebb, vagy nagyobb, valamilyen funkciót lát el. Ezen funkció definiálható különböző szinteken. Például egy finomító szintjén sorba, párhuzamosan, vagy vegyesen kötött üzemek, blokkok szintjétől kezdve egy elem (készülék, csavar, katalizátor, áramforrás stb.) szintjéig. E funkciók ellátásához bizonyos körülmények csatlakoznak, amelyek a 2. ábrán feltüntetett módon ábrázolhatók.



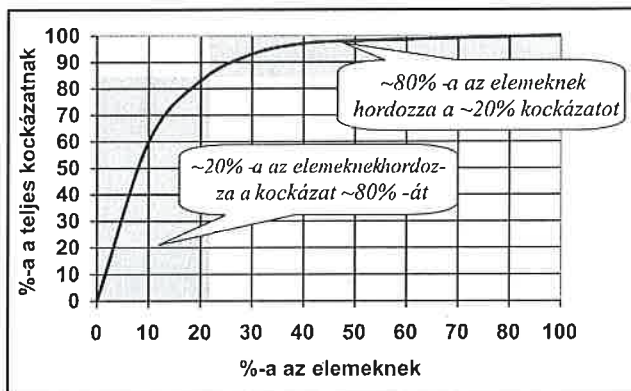
2. ábra. A funkció szemléletet ellátó, az azt megvalósító RCM alapú karbantartás lényege

Az előző gondolatmenetből következik, hogy egy-egy rendszerben a funkciókat és a funkciókat megvalósító elemeket definiálni kell. Ha ezt megtettük, akkor az RCM alapvetően a következő hét kérdés megválaszolásán alapul:

- Mi a berendezés/rendszer funkciója és az erre vonatkozó működési standard?
- Hogyan hibásodhatnak meg ezek a funkciók?
- Mi okozhatja a funkció meghibásodását?
- Mi történik a meghibásodás esetén?
- Milyen jellegű a meghibásodás következménye?
- Mit lehet tenni a meghibásodás előrejelzése vagy megelőzése érdekében?
- Mit kell tenni, ha nem található megfelelő megelőző intézkedés?

Az RCM elemzés folyamata tehát nem más, mint a fent említett kérdések megválaszolásának sorozata és olyan formában való gyűjtése, tárolása, amely lehetővé teszi azt, hogy az egyes témakörökben kellő mélységben nem jártas szakember is kellő biztonsággal eligazodjon a szükséges tennivalók elvégzéséhez. Ennek napjainkban leginkább alkalmazott eszközei a különböző szoftvercsomagok, amelyek lehetővé teszik a **szakértői csoport** szintetizált ismereteinek strukturált megőrzését. Ezen szemlélet egyben lehetővé teszi azt is, hogy rangsorolni lehessen a különböző kritikuságú elemeket, következésképpen olyan karbantartási tevékenységek rendelhetők ezen elemek mellé, melyek figyelembe veszik a kritikuság mértékét. Erre azért is van nagy szükség, mert általában elmondható az, hogy a rendszerekben kb. az elemek 20%-a hordozza az üzemeltetés kockázatának 80%-át, mint ahogy azt a 3. ábra is igyekszik szemléltetni.

\* Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet (Bay-Logi), Miskolc



3. ábra. A működés, az adott funkció ellátásának kockázat-megoszlása a funkciót megvalósító elemekben

Ismervén a funkciót ellátó elemek fontossági rangsorát olyan karbantartási eszközök, eljárások rendelhetők az elemek mellé, amelyet azok „megérdemelnek”. Ennek természetesen vannak műszaki és gazdasági követelményei. A funkció meghibásodásának ugyancsak vannak műszaki, és ebből adódóan gazdasági következményei. E szemlélet tehát újból csak „pénzt” állít szembe „pénzzel” a karbantartás megszerzése kapcsán.

### A kockázatalapú felülvizsgálat alapelemei

A biztonság adott szintjének megállapítására alkalmas eszközök másik alapeleme az időszakosan végzett vizsgálat. Ebben az esetben az alapvető kérdések a következőkben fogalmazhatók meg:

- Mit vizsgálják?
- Hol vizsgálják?
- Mivel vizsgálják?
- Milyen szakemberrel végeztessm a vizsgálatot?
- Milyen gyakorisággal vizsgáljunk?
- Hogyan értékeljem a vizsgálati eredményeket?

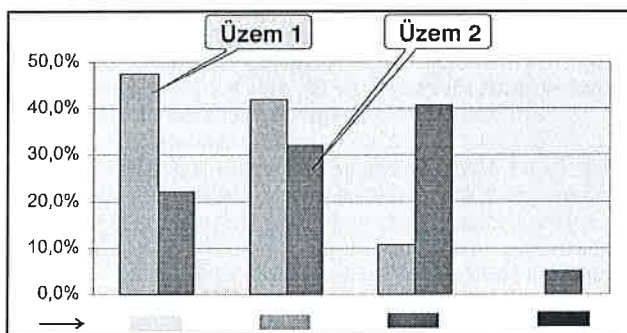
A fenti felsorolásból a Mit? – Hol? – Mivel? vizsgálják kérdéskör meghatározó módon az adott elemhez, annak üzemi viszonyaihoz kötődnek. Ebből adódóan az elem anyagi-üzemeltetési jellemzőit, a lehetséges károsodási mechanizmusaihoz tartozó sajátosságokat kell figyelembe venni. Ezen elemzés természetesen hordozza az iparági specifikus jegyeket, pl. a finomítói, a vegyipari, a gyógyszeripari, az erőműipari jellegzetességeket. Az egyik ilyen legszélesebb körű dokumentum az API 581 (Risk-Based Inspection. Base Resource Document), amelyet az American Petroleum Institute adott ki 2000 májusában. Az elemzések különböző szinteken végezhetők el attól függően, hogy

Valószínűség kategória	Következmény kategória				
	A	B	C	D	E
5					
4		2	1		
3	2	14	2	2	1
2		1	1	1	1
1					
	2	17	4	3	2

4. ábra. Egy adott üzem készülékeinek elhelyezkedése a kockázati mátrixban (növekvő szűrkeség → növekvő kockázat; a számok azt mutatják, hogy hány db készülék esik az adott kockázati mezőbe)

milyen követelményeket támasztunk az elemzéssel szemben, illetve attól függően, hogy mennyi adat áll rendelkezésre. Az elemzés végeredménye minden esetben az, hogy az adott elem egy ún. kockázati mátrixban – amelynek függőleges tengelyén a meghibásodás valószínűsége, vízszintes tengelyén a meghibásodás következménye van 5x5-ös kategóriába sorolva – hol helyezkedik el. Ilyen mátrixot szemléltet egy adott üzem készülékeire nézve a 4. ábra.

Az RBI elemzés alapján lehet dönteni a további teendőkről, a szükséges felülvizsgálatok módszereiről, mennyiségéről és az esetleges közbeső vizsgálatokról az ezekhez kötődő költségekről, illetve ezek eredményétől függő kockázati besorolás változásáról. Az ilyen szemlélet tehát eleve magában hordozza a költség-hatékony stratégiák kialakításának lehetőségét. Az angolszász gondolkozásmód eleve „cost effective” (költség-hatékony) jelzővel illeti az ilyen szemléletet, gondolkozásmódot. Az RBI elemzések eredményei egyben arra is nagyon hasznosak, hogy több üzem, blokk veszélyességét is szemléletesen összehasonlítsuk. Ezt szemlélteti az 5. ábra. Az ábrán szemlélve már ránézésre is szembetűnő, hogy az 1. Üzem készülékei kevésbé veszélyesek, ezekre kevesebb költséget kell fordítani, illetve el lehet gondolkozni azon, hogy a felülvizsgálati periódusokat miképpen és milyen stratégiával növeljük, esetlegesen milyen kiegészítő információkra támaszkodjunk akkor, amikor a hatóság irányába lépünk a felülvizsgálati ciklus növelése érdekében.



5. ábra. Két üzem készülékeinek elhelyezkedése a kockázati mátrixban (magyarázat: növekvő szűrkeség → növekvő kockázat) (jól látható, hogy az Üzem 2 készülékeinek üzemeltetése lényegesen nagyobb kockázattal jár)

### Összefoglalás, következtetések

A közleményben röviden érintett kérdések, törekvések és a rendelkezésre álló eszközök figyelembevételével a következő megállapítások tehetők:

1. A műszaki-gazdasági élet „alapszavai” a biztonság – megbízhatóság – kockázat. Ezek közül a **biztonság** fogalom pillanatnyi állapotot tükröz, **megbízhatóság** mindazon eszközöket jelenti, amely rendelkezésünkre áll az adott korban, adott pillanatban a biztonság megítélése kapcsán, a **kockázat** pedig leegyszerűsítve pénz, hiszen nem más, mint a meghibásodás valószínűségének (puszta szám) és következményének (ami elvileg pénzben kifejezhető) szorzata.
2. A megbízhatóság fogalomban szereplő eszközök felhasználása a biztonság adott szintjének felméréséhez költségeket jelent, tehát pénzt takar, következőképpen a **megbízhatóság** és **kockázat** összehasonlításában „pénzmennyiséget” hasonlítunk össze „pénzmennyiséggel”, azaz eleve adott az optimum-keresés feltételrendszere, amelynek alapján változatokat dolgozhatunk ki a periodikus felülvizsgálatok és a karbantartási módszerek felhasználása tekintetében.
3. Optimális stratégiának tekinthető az a gondolatmenet, amely a periodikus **felülvizsgálatok** során a kockázatalapú felülvizsgálat-tervezés (**RBI** - Risk Based Inspection) nyugszik, míg a folyamatos felügyeletet a megbízhatóság központi karbantartás (RCM – Reliability Centred Maintenance) elveinek figyelembevételével látja el.
4. Ilyen elveken nyugvó rendszer kerül bevezetésre a Mol Rt. Finomító Üzletágában. Az eddig megvalósított, mindössze két üzemre vonatkozó pilot-rendszer már eddig is jelentős gazdasági haszonnal kecsegtet, nem beszélve arról, hogy olyan **rendet** lehetett kialakítani az üzemekre vonatkozó adatok, dokumentumok tekintetében, amely nem képzelhető el az RCM+RBI stratégia bevezetése nélkül.
5. A pilot-rendszer megvalósítása kapcsán igen nagy méretű adatbázis kialakítása valósult meg (mintegy 10<sup>5</sup> adat, 2,5x10<sup>4</sup> oldal), amely szakértői rendszer-funkciókat is ellátó szoftvercsomaggal illeszkedik a Mol Rt. eddigi információs rendszeréhez.