

# A karbantartás-menedzsment korszerű irányzatai és módszerei

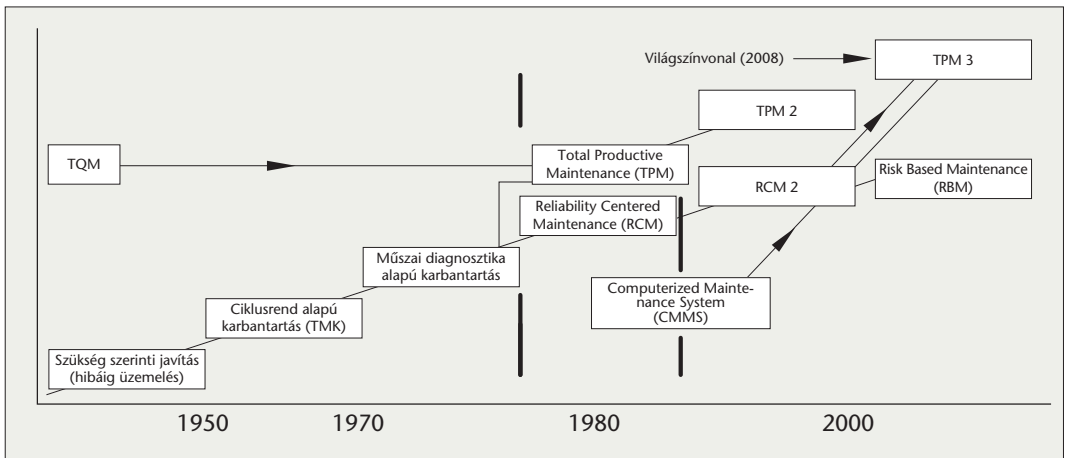
**Péczely Csaba**

tanácsadó, A.A. Stádium Kft.

tpm@aastadium.hu

**Hogyan fejleszthetnénk karbantartásunkat? Milyen eszközöket és hogyan érdemes alkalmazni? E korántsem könnyű kérdések megválaszolásához próbálunk segítséget nyújtani a következőkben. Bemutatjuk a műszaki diagnosztikát, a Számítógépes Karbantartás Menedzsment Rendszereket (Computerised Maintenance Management System – a továbbiakban CMMS), az RCM-és a TPM-rendszereket, mint a mai modern karbantartás legkorszerűbb irányzatait.**

zetvédelmi elvárások, valamint a berendezések és a javítások mind magasabb ára a karbantartási módszerek felülvizsgálatának igényét váltotta ki. Olyan „új” fejlesztések születtek, mint pl. a döntéstámogatási eszközök (kockázati tanulmányok), hibamód- és hatáselemzések, új karbantartási technikák stb. Ezek közül a diagnosztikák alkalmazása kiemelkedett, és hamarosan megszületett a műszaki diagnosztikán alapuló, majd később a diagnosztikával segített karbantartás elvrendszere.



A karbantartási megközelítések fejlődése

## A MŰSZAKI DIAGNOSZTIKA

A hatvanas évek végén, hetvenes évek közepén az ipari fejlődés jelentős változásokat hozott. Az élet viszonylag hamar bebizonyította, hogy a merev cikluson alapuló karbantartás sem elfogadható alkatrész-felhasználást, sem megbízhatóságot nem nyújt. Az ipar érzékenysége a nem tervezett leállásokra tovább fokozódott, hiszen a vállalati költségcsökkentés egyre inkább előtérbe került. A fokozott automatizálás (az észlelő és gondolkodó ember kiszorulása a folyamatokból), a növekvő biztonsági és környe-

Számos alkalmazás közül itt csak néhányat sorolunk fel: rezgésdiagnosztika, termográfias vizsgálatok, ultrahangos szivárgásdetektálás.

### A műszaki diagnosztika előnyei

Az állapotvizsgálaton alapuló rendszer a három alapvető karbantartási rendszer közül a leghatékonyabb. Segítségével pontosan és hatékonyan meghatározható egy-egy berendezés valamely egységének állapota, ezáltal tervezhetővé válik a szükséges beavatkozások ütemezése, elkerülhető a váratlan meghibásodá-

sok (pl. spektrumanalízis) és az azokkal járó termelés kiesés, balesetveszély (pl. termográfia – elektromos kötések vizsgálata), valamint a túlzott energiafelhasználás (pl. sűrített levegő szivárgási pontjainak feltárása ultrahangos szivárgásdetektáló segítségével).

### **A műszaki diagnosztika hátrányai, veszélyei**

Az elmélet szerint ez a leghatékonyabb rendszer, mégis ezt alkalmazzák a legkevésbé. Vajon hova vezethető ez vissza?

- ◆ Egy diagnosztikai eszköz megvásárlása esetén milliós nagyságrendben kell gondolkodnunk, tehát semmi esetre sem nevezhető olcsónak a beszerzése. Ráadásul elmondható, hogy a magyarországi vállalatoknál található diagnosztikai eszközök jó, ha 10%-át használják. Mi lehet ennek az oka? Érdemes elgondolkodni.
- ◆ Ezen eszközök használata komoly szakmai felkészültséget és gyakorlati tudást igényel. Vegyük alapul a rezgé diagnosztikát. Egy neves hazai szakértő a következő kijelentést tette: „Az országban három ember tud megbízhatóan fogaskerekes hajtást elemezni.” (A siklócsapágyazású gépek diagnosztikája hasonlóan nehéz.) Ha ez a kijelentés igaz, akkor hogyan várhatjuk el szakmunkásoktól, jobb esetben egyetemi végzettségű, de a műszaki diagnosztikát csak hobbiszinten, heti egy-két napban használgató szakemberektől, hogy elérjék a kívánt hatékonyságot? A diagnosztikai eszközökkel kereskedő cégek jellemzően úgy érvelnek, hogy gazdaságossági szempontból hasonlítják össze egy cég karbantartását és termelését diagnosztika nélkül azzal az esettel, hogy van diagnosztika. Az igazi kérdés azonban nem ez, hanem az, hogy külsős diagnosztát éri meg alkalmazni egy cégnek (aki heti öt napban évek óta ezzel foglalkozik), avagy belsős diagnosztikát létrehozni több millió forintból, annak veszélyeivel és amatőrségével együtt!
- ◆ Nem minden berendezést éri meg diagnosztizálni. Célszerű a termelés szempontjából kulcsfontosságú gépekre koncentrálni. (Ezekre azonban kivétel nélkül koncentrálni kell!)
- ◆ Az elemzés során született információk alapján a termelésnek és a karbantartásnak egyaránt döntéseket kell hoznia, de a mű-

szaki diagnosztika nem kezeli az információáramlást. Adatokat szolgáltat a vizsgált egységek állapotáról, az információ megfelelő áramlását azonban a karbantartási rendszer vezetőjének kell biztosítania!

Összességében elmondható, hogy a műszaki diagnosztika csak egy eszköz, de nem rendszer. Nem ad teljes körű megoldást, költséges, nem minden esetben alkalmazható könnyen, de túl hatékony eszköz ahhoz, hogy ne vegyünk róla tudomást!

### **A CMMS**

A CMMS egy gyűjtőfogalom, több ezer konkrét termékkel. E család is két fő részre bontható: a dobozos szoftverek, amelyek kisebb testre szabás után bevezethetők (pl. az IBM-től a Maximo vagy az SAP PM modulja) és a saját fejlesztésű/barkácsolású szoftverek.

### **A CMMS alkalmazásának előnyei**

A CMMS nagymértékben fejleszti az információáramlást a vállalaton belül. Naprakész adatokkal és azok elemezhetőségével segíti elsősorban a karbantartási vezetők munkáját, de számos információ válik elérhetővé a többi karbantartó számára is. Lehetőséget nyújt a karbantartási teljesítmény mérésére, a feladatok és az erőforrások optimális elosztására, azaz röviden nagyobb átgondoltságot eredményez.

### **A CMMS alkalmazásának veszélyei**

A CMMS-bevezetés sikere három tényezőtől függ:

- ◆ *Informatikai oldal.* A megfelelő szoftvert kell választani, ami hibamentesen működik, az általunk kívánt funkciókat teljesíti, illetve a már meglévő IT-rendszerekhez képes megfelelő módon kapcsolódni.
- ◆ *Karbantartási oldal.* A karbantartási rendszernek el kell érnie a megfelelő színvonalat ahhoz, hogy egy CMMS-t ültethessünk rá. Ha a rossz karbantartást CMMS segítségével szeretnénk javítani, akkor is legfeljebb „felturbózott rossz”, amit kapunk. A CMMS-bevezetést érdemes karbantartás-fejlesztéssel támogatni.
- ◆ *A megfelelő szervezés, oktatás.* A rendszer működéséhez egészen biztosan a legtöbb meg-

oldandó feladatot ez a pont jelenti. Az emberek megfelelő képzése kulcsfontosságú. Érdekesség, hogy az USA-ban a CMMS-hez kapcsolódó képzések és dokumentációk költsége mintegy kétharmada a szoftver és a hozzá tartozó hardverek árának! Magyarországon ez az arány lényegesen rosszabb, kb. 15 százalékos!

A CMMS csak egy eszköz. Önmagában nem eredményez jobb karbantartást. Sajnos Magyarországon még a vállalati informatika legelhanyagoltabb területe, bár az utóbbi időben egyre többen kezdik felismerni a jelentőségét. Egy ismert megállapítás szerint „ami nem mérhető, az nem is irányítható megfelelően”, márpedig a CMMS kiváló eszköz a karbantartási teljesítmény mérésére. A CMMS alkalmazása akkora előrelépés az Exceltől (stb.), mint az Excel volt a kockás füzetnél.

*Ahhoz, hogy komoly előrelépést érjünk el a karbantartásban, nem elegendő új eszközök alkalmazása, új megközelítés, paradigmaváltás szükséges (RCM-, TPM-elvek).*

## AZ RCM

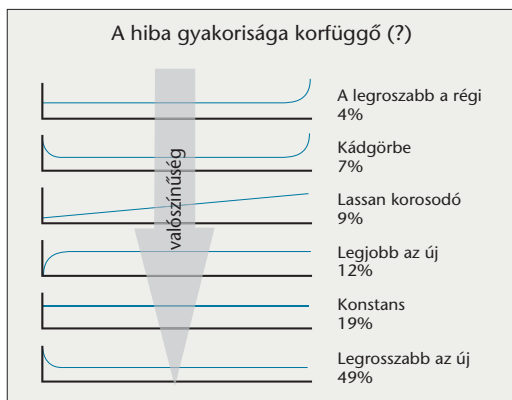
1974-ben az USA Védelmi Minisztériuma megbízta a United Airlinest, hogy készítsen számára egy jelentést arról a folyamatról, hogy a repülőgépeket a civil repülésben milyen karbantartási program szerint tartják karban.

A felmérés két fontos megállapítása:

- ◆ A tervszerű nagyjavítás csekély hatást gyakorol az összetett berendezés megbízhatóságára, még akkor is, ha annak létezik domináns hibamódja.
- ◆ Számos elemre nem létezik a tervszerű (ciklus alapú) karbantartásnak semmiféle hatékony formája.

*A nagyjavítások után nem ritkán megnő a problémák száma. Aki csak teheti, ilyenkor menjen szabadságra, hogy megússza a „bolondokházát”.*

Stanley Nowlan és Howard Heap 1978-ban tette közzé tanulmányát Reliability-centered Maintenance (Megbízhatóság-központú karbantartás) címmel. A tanulmány leírja, miszerint az ötvenes évek végére a polgári repülést olyan külső és belső nyomások érték, amelyek a kar-



*A merev ciklusrend alapú karbantartás alapja a kádgörbe-elmélet, mely azonban az esetek 7%-ában teljesül mindössze! Közel 2/3 részben nem igaz, hogy a nagyjavítással nő az üzembiztonság!*

bantartási gyakorlat felülvizsgálatát igényelték. 1960-ban az FAA (Federal Aviation Agency) és a légitársaságok képviselői létrehozta egy akciócsoportot a megelőző karbantartás lehetőségeinek vizsgálatára.

Ezen elvek és események nyomán jött létre az RCM-megközelítés. Első nagy publikált sikereit a B-747-esnél érte el, de többek közt a Concorde-nál is sikerrel alkalmazták. Jó példa az eredményességére, hogy míg a Douglas DC-8-as típusú repülőgépnél tervezett ciklusidejű megbontásnak 339 elemet vetettek alá, addig a DC-10-nél már mindössze csak 7 ilyen elem szerepel. Az egyik olyan elem, amit levettek a kötelező javítások listájáról, a turbinás hajtómotor volt.

1978 óta az USA Haditengerészet széles körben alkalmazza az RCM-et. 1984-ben három USA-beli nukleáris erőmű csoport kezdte meg a próbabevezetést a San Diegóban lévő Villamos Erőművi Kutatóintézet égíse alatt. A francia EDF nukleáris létesítményeiben is az RCM-technika bevezetése mellett döntöttek, és még sorolni lehetne az alkalmazási példákat a világ számos tájáról.

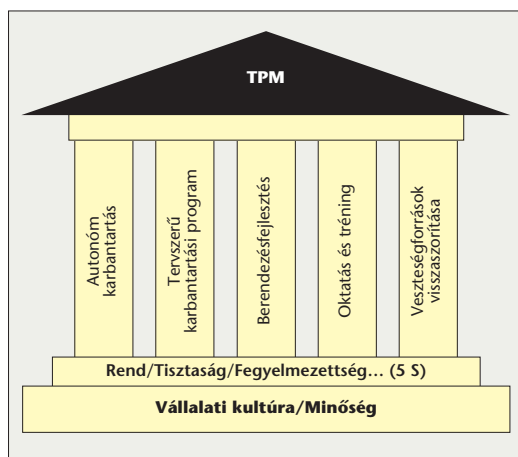
Az RCM döntési logika alapját a következő megállapítás nyújtja: „Nem az számít, hogy mire tervezték eredetileg az egyes berendezéseket, hanem hogy pontosan mi az a funkció, amit elvárunk tőlük.” A karbantartás célja tehát a berendezés funkciójának a biztosítása, a meghibásodás következményeinek minimalizálása!

## Az RCM-elemzés hét kérdése

- 1 Melyek a berendezés funkciói és a kapcsolódó teljesítményparaméterek a jelenlegi működési környezetben? (Funkciók és teljesítményelvárások)
- 2 Milyen módon hiúsulhatnak meg e funkciók? (Funkcionális hibák)
- 3 Mi okozhatja az egyes funkcionális hibákat? (Hibamódok)
- 4 Mi történik akkor, amikor az egyes hibák bekövetkeznek? (Hibahatások)
- 5 Milyen következményekkel járnak az egyes hibák?
- 6 Mit tehetünk az egyes hibák megelőzéséért?
- 7 Mit tehetünk akkor, ha valamely hibára nem találunk megelőzési módot?

## Az RCM bevezetésének hátrányai, veszélyei

Az RCM egy rendkívül hatékony, viszont rugalmatlan rendszer. Alapos elemzőmunkát és hatalmas mennyiségű erőforrást igényel, éppen ezért dinamikus változó termelővállalatoknál igen nehezen lenne alkalmazható. Ráadásul az RCM „emberfüggetlen”, így elsősorban olyan automatizált iparágakban alkalmazható hatékonyan, mint az atomipar, ahol az emberi tényező szerepe viszonylag csekély. Bevezetését a karbantartási személyzet nem képes önállóan megvalósítani, ugyanis az elemzés során felmerülő válaszok többsége erőteljesen kapcsolódik a termeléshez.



A TPM-épület

## A TPM

A TPM betűszó a Total Productive Maintenance angol kifejezésből származik, melynek jelentése Teljes körű Hatékony Karbantartás, de talán helyesebb lenne Termelékenységközpontú Karbantartásként fordítani, hiszen lényegesen több egy egyszerű karbantartási rendszernél, fókuszában a termelés hatékonyságának növelése áll.

Kialakulása a Toyota Termelési Rendszer részeként kezdődött meg a második világháború után, és először 1971-ben a Japan Institute of Plant Maintenance alelnöke, Seiichi Nakajima írt róla TPM Nyumon (Bevezetés a TPM-be) című művében. Későbbi elterjedése során a világ több pontján fejlődött tovább, ma már harmadik generációs TPM-ről (TPM3) beszélhetünk.

## De mi is az a TPM?

Ebben a kérdésben a szakirodalom nemhogy nem egységes, de még választ is alig-alig ad.

Mindenesetre ismertetünk néhány értelmezést:

- ♦ „A Teljes körű Hatékony Karbantartás (TPM) olyan karbantartási és termelési rendszer, amelynek célja a termelékenység folyamatos növelése, valamint a kényszerleállítás és meghibásodás nélküli termelés. A célok eléréséhez a vállalat valamennyi (!) dolgozóját aktív, kiscsoportos részvételre sarkallja. Szorosan kapcsolódik a TQM-hez, és támaszkodik az állapotvizsgálati technikákra. Egyik legfontosabb alapelve a folyamatos belső fejlődés támogatása.”
- ♦ „Üljenek össze a vállalat legokosabb emberei. Tartsanak ötletbörzét arról, hogy miként lehetne a termelékenységet növelni. A megszülető kétszáz ötlet mellé „ollózzunk” még további ötvenet a világ minden tájáról. Az így született ötletthalmazt strukturáltan, az egyes elemek szinergiáját kialakítva, dolgozói motiváltsággal felerősítve gyúrjuk rendszerré. Amit így kapunk, az nagyon hasonlít ahhoz, amit TPM-nek nevezünk.”

## A TPM struktúrája

A TPM alapját a megfelelő vállalati kultúra, a minőség iránti elkötelezettség, valamint egy rende-

zett gyárkörnyezet (a TPM bevezetés során is könnyen kialakítható) és a fegyelmezett munkaerő jelenti (avagy 5S).

## A TPM öt oszlopa

1. *Autonóm karbantartás.* Minden dolgozó érezze sajátjának a berendezést, amin dolgozik, tartsa rendben, figyeljen oda rá, jelezze, ha rendellenességet észlel. Ezenkívül cél, hogy az egyszerűbb karbantartási funkciókat a gépkezelők vegyék át a karbantartástól, ezzel terhelmentesítve azt. Ez főként tisztítást és ellenőrzést takar, valamint egyszerűbb rutin-tevékenységeket.
2. *Tervszerű karbantartási program.* Célja, hogy ne következzen be váratlan meghibásodás (elvi cél). Ezt a hibaelőjelek kezelésével, a karbantartási mix kialakításával és a túlkarbantartások megszüntetésével érjük el. Ennek az oszlopnak a feladata a műszaki diagnosztikák alkalmazása és a CMMS bevezetése is.
3. *Berendezésfejlesztés.* Igazából két oszlop. Egyrészt kommunikáció a gépgyártók felé (milyen berendezést szeretnénk), másrészt a meglévő berendezéseink fejlesztése, tervezési, installációs hibáinak elhárítása.
4. *Oktatás és motiváció.* Talán ez a legfontosabb oszlop. A TPM akkor lesz igazán hatékony, ha minél több embert mellé tudunk állítani és felkészítünk a feladataik elvégzésére.
5. *Veszteségforrások visszaszorítása.* A termelést sújtó veszteségforrások szisztematikus visszaszorítása mérőszám alapú szabályozás alapján. A legismertebb mérőszáma az OEE (Overall Equipment Effectiveness/Efficiency), mely a váratlan meghibásodások, átlállások, sebességcsökkenés, mikroleállások, indulás és selejtgépjártás miatt bekövetkező veszteségek mértékét segít számszerűsíteni, összetételét meghatározni.

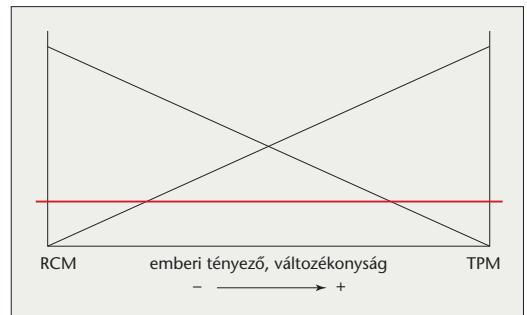
## A TPM és a modern karbantartási eszközök integrációja

A TPM egy igen rugalmas rendszer. Magába olvasztotta a modern karbantartási technikákat, eszközöket, mint pl. a műszaki diagnosztika, a CMMS, FMEA stb., sőt még az RCM elvrend-

szereből is építkezik, habár sokkal lényegre többen, egyszerűbben az eredeti RCM-megközelítésnél.

## JAVASOLT MEGOLDÁS

Alkalmazzuk a TPM–RCM elveket egységes rendszerben, de keverten. Az arányukat a termelés változékonysága/állandósága és az emberi tényező javasolt mértékű befolyása határozza meg. Minél nagyobb az ember szerepe a termelésben, és minél gyakrabban módosul a berendezéspark, annál nagyobb arányban szükséges a TPM-elvek alkalmazása. Ellenkező esetben az RCM-elemek kerüljenek túlsúlyba, de fontos az is, hogy önmagában csak az egyik vagy csak a másik használatával nem érhetjük el a legjobb eredményt!



A TPM- és RCM-elvek kevert alkalmazásával érhető el a legjobb eredmény

## IRODALOMJEGYZÉK

- Dr. Péczely György: Miért magasabb rendű a „T” az „R”-nél? (Gyártástrend, 2009. augusztus, II. évfolyam, 7–8. szám, 29–30. oldal)
- A.A. Stádium Kft. A karbantartás korszerű irányzatai (2006, javított kiadás)
- J. Moubray: Reliability-centred Maintenance. (Butterworth Heinemann, Oxford 1991)
- Lipovszky–Sólyomvári–Varga: Gépek rezgés-vizsgálata és a karbantartás (Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1981)
- J. Moubray: Karbantartási menedzsment – egy új paradigma (Karbantartás és Diagnosztika, 1996. június, október)