

Miért magasabb rendű a „T” az „R”-nél? Lezárult kérdés a karbantartási rendszerek fejlődésében.

dr. Péczely György
A.A. Stádium Kft.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a karbantartási rendszerek szerepét mind több iparvállalat és intézmény ismerte fel, aminek hatására felgyorsult a fejlődésük. Míg korábban évtizedek teltek el egy-egy rendszer megjelenése és térhódítása között, addig mára átlagosan ötvenként jelenik meg egy-egy új irányzat.

E tanulmány egyik célja, hogy ezen új irányzatok között nyújtson segítséget a tájékozódásban az Olvasónak.

Fő célja azonban annak az évtizedes vitának a végére pontot tenni, amely az RCM-RCM2-RBM („R”) és a TPM-TPM3 („T”) irányzatok hívei között dúl. Bár a polémia eldőlni látszik, és mind több helyen a „T”-re szavaznak a felhasználók, az „R” hívei és hirdetői még mindig jelen vannak. Az utóbbiak tevékenysége, bár eredményes, az iparvállalatokat mégis jelentős haszontól ütik el. Ennek a látszólagos ellentmondásnak az az oka, hogy egy korszerűtlen módszerről egy viszonylag korszerűre segítenek elmozdulni számos céget, ugyanakkor egy még hatékonyabb rendszer alkalmazásától évtizedekre elvágják partnereiket.

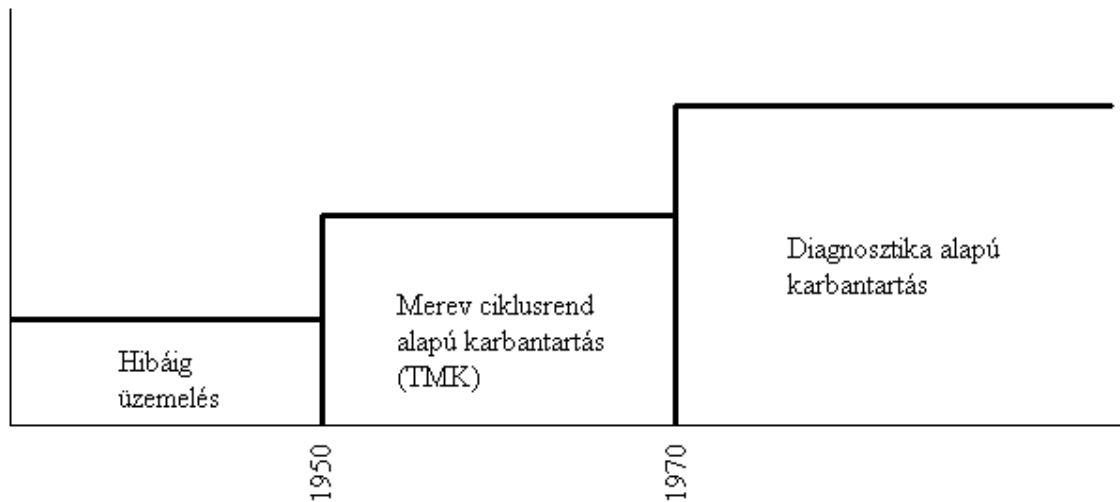
Ez az írás röviden összefoglalja a fő karbantartási rendszerek lényegét, taglalja az „R” és a „T” megközelítések erősségeit és gyengeségeit, néhány kitérő megjegyzéssel segít a pontosabb eligazodásban, végül tételesen felsorolja az okokat, amik alapján határozottan állítható, hogy a „T” rendszerek magasabb rendűek, mint az „R” rendszerek.

1. A karbantartási rendszerek fejlődése – fő irányvok

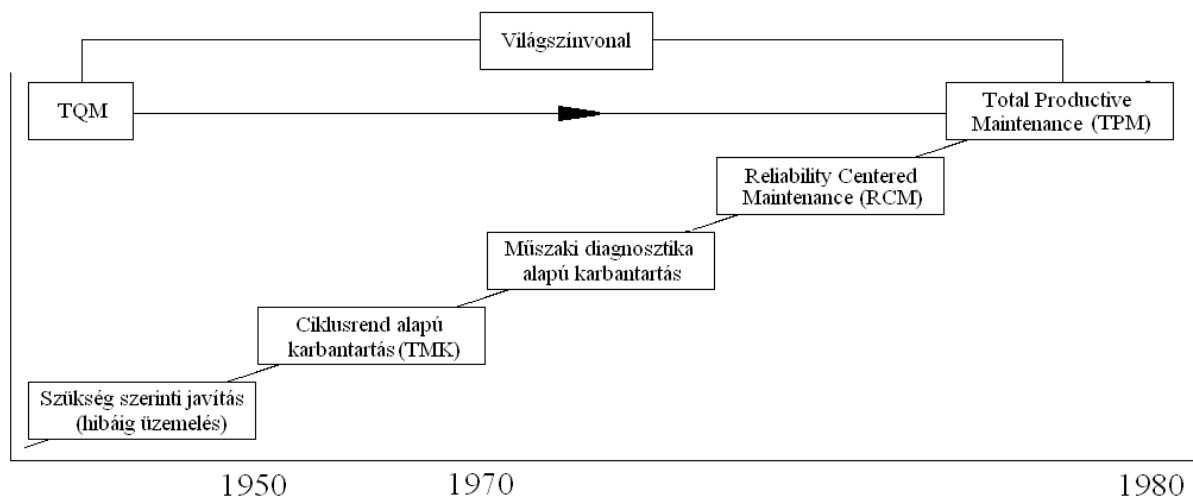
A klasszikus felosztás szerint a három karbantartási alrendszer a „Hibáig üzemelés”, a „Merev ciklusrend alapú karbantartás” és a „Diagnosztika alapú karbantartás”. Ezek leírása valamennyi hazai műszaki egyetemen és főiskolán évek óta tananyag, tehát ismertetésüktől, jellemzésüktől eltekintünk.

Fejlődésüket az ipar történetében leginkább az 1. ábrával jellemezhetjük. Magyarországon egy 1952-es minisztertanácsi rendelet indította útjára a „Tervszerű megelőző karbantartást”, aminek a rövidítése – TMK – legtöbb honfitársunk szemében azonosul a karbantartással, a karbantartási tevékenységgel.

Később Willmott karbantartás-fejlődési megközelítése terjedt el a nemzetközi szakirodalomban, amely szerint a „Diagnosztika alapú karbantartás” után a „Megbízhatóság központú karbantartás (Reliability Centered Maintenance vagy RCM) következett, majd a „Teljeskörű (termelékenységközpontú) hatékony karbantartás” (Total Productivity Maintenance vagy TPM). Valójában ez a megközelítés hibás, hiszen az RCM és TPM közel egyszerre, de semmiképpen sem egymásra épülve született meg. Az előbbit a nagy kritikusságú, de viszonylag lassan változó technológiával/eszközparkkal dolgozó iparvállalatoknál (légi közlekedés, atomerőművek, vegyipar), az utóbbit a tömeges gyártási technológiájú, de kevésbé kritikus, viszont változékonyabb termelő szervezeteknél (autóipar, elektronika) fejlesztették ki, illetve ott is terjedtek el. A Willmott-féle ábra a TPM hívek szemléletét tükrözi.



1. ábra A karbantartási rendszerek fejlődése (a nyolcvanas évek szemlélete) [1]

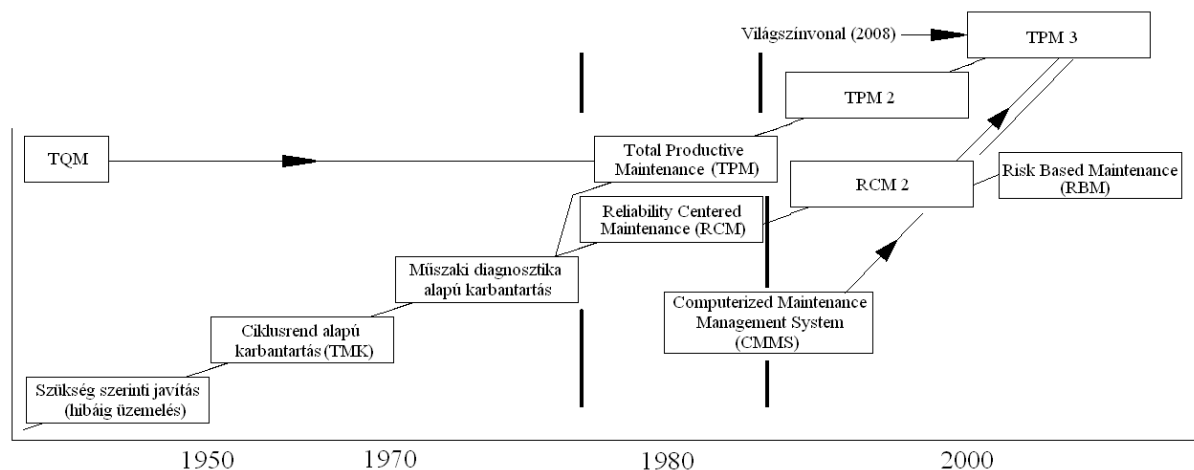


2. ábra Willmott megközelítése az 1990-es évekből [2]

A willmotti szemlélet elterjedését követő időszakban született az RCM2 (második generációs RCM), a TPM3 (harmadik generációs TPM) és az RBM (Risk based Maintenance – „Kockázat alapú karbantartás”). Ezek fejlődési rendjét, illetve a willmotti megközelítés módosítását mutatja a 3. ábra.

A fejlődési úton több szempontra fel kell hívni a figyelmet:

- Az RCM2 egyértelműen az RCM továbbfejlesztése [3].
- Az RBM az RCM olyan jellegű korszerűsítése, ami a gazdaságossági elemeknek a korábbiakhoz képest lényegesen nagyobb teret ad, de alapvetően megmarad az „R” gondolatkör mentén. Akár az RCM-hez, akár az RCM2-höz képest viszonylag csekély az elterjedése és a szakirodalmi súlya [4, 5].
- A willmotti modell nem említi, de véleményünk szerint önálló karbantartás-fejlődési állomásként, önálló rendszerként is képes működni a CMMS (Computerised Maintenance Management Systems) [6].



3. ábra A karbantartási rendszerek fejlődése - 2008

- A második generációs TPM az első generációs változat „tisztá vonalú”, főleg műszaki elemeket erősítő továbbfejlesztése [7],
- A harmadik generációs TPM integrálja a korábbi TPM-irányzatokat, erőteljesen bevonja az emberi tényezőt [8], de egyben beolvasztja a CMMS és az RCM módszertan jelentős részét, az utóbbit egy normál iparvállalat számára is emészthetővé teszi [9]. Kimondja, hogy az „R” és a hagyományos „T” elemeket az alkalmazó egyedi jellemzői szerint keverni kell [10].

A képet mindenképpen bonyolítja, hogy az utóbbi évtizedekben a karbantartás elmélet fejlődésének úttörői a tanácsadó cégek voltak (vagy az úttörők egyben tanácsadóként is működtek). Vetélkedésüknek és annak a marketing elvnek a következetes alkalmazása, miszerint „különböztesd meg magad a versenytársaktól” nagyszámú, gyakran csak/főleg/részben a nevében különböző alrendszer hozott létre (pl. Lean, Six Sigma ⇒ Lean Sigma). A tanácsadók az Internet és a felhíguló (bulvárosodó) szaksajtónak köszönhetően ellenőrizetlenül vagy minimális kontroll mellett ontják nem csak a plágiumokat, de a szakmailag megalapozatlan, silány „szakirodalmat” is.

Véleményünk szerint a „T-R” vetélkedésben a mérleg nyelve mindinkább a „T” irányába mozdul el. Számos klasszikusan „R” elemeket alkalmazó cég fordult a „T” felé, míg fordítva erre alig látni példát. Nem véletlen az sem, hogy a szakmai-tudományos konferenciákon is lényegesen kisebb szerep jut az „R”-rel foglalkozó előadásoknak, mint a „T”-ről szólóknak. Az egyes rendszerek elemzésekor gyakran úgy véljük, hogy az RCM-vonal továbbfejlesztése az RBM irányába jórészt ennek a visszaszorulásnak tekinthető, és gyakorlatilag nem több, mint az utóvédharc egy végvára.

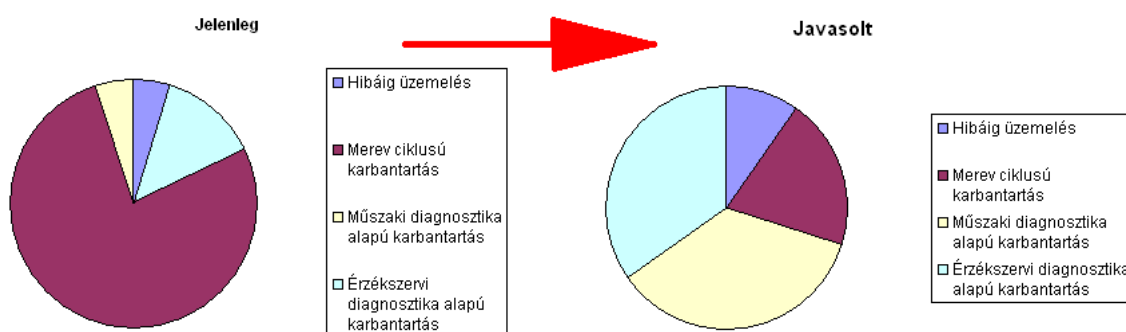
2. Az „R” rendszerek erősségei és gyengeségei

A megbízhatóság jellegű megközelítések a karbantartást, mint szakmát a korábbiaknál magasabb dimenzióba, régiókba helyezték. Nem kis mértékben nekik köszönhető, hogy a karbantartás a „szükséges rossz” és a karbantartó a „maradék”, a „piszkos és ellenőrizhetetlen, gyakran bajt kavarázó másodhegedűs” szerepből kiléphetett. Olyan elméleti többletet hozott a karbantartás világába, amely a hazai egyetemeken két évtizede még dívó nézetet, hogy a „karbantartás nem való a felsőoktatásba” egy csapásra kisöpörte. Az „R” rendszerek gondolatvilága tette a karbantartást mérnöki tevékenységgé, elismert szakmává és végeredményben a mai „T” rendszerek sikereit is szakmailag ezek alapozták meg.

A változó karbantartási paradigmákat először Moubray foglalta össze [11].

Az „R” rendszerek néhány további fontos jellemzőjét, előnyeit, hátrányait az alábbiakban írjuk le:

- Szisztematikusság: Az RCM-elemzés [3, 6], ami az RCM lényegi eleme, egy olyan jól követhető lépéssort ad, amit ha pontosan betartunk, semmiféle funkcionális hiba, következmény és szükséges ellenlépés nem marad rejtve. A karbantartás mérnöki tervezését valósítja meg azonos szinten azzal, mint amikor egy bonyolult gépezetet megkonstruálunk. Következésképpen a karbantartás-tervezésnek a tapasztalatokra és intuíciókra, gépkönyvi előírásokra épülő, de végső soron a „jó műszaki érzéken” alapuló megközelítését a „patikusi aprólékossággal és precizitással” felváltott tervezés veszi át.
- Az RCM több, ma már elterjedten alkalmazott karbantartási fogalmat vezetett be vagy nevezett meg. Ezek közül sorolunk fel néhányat:
 - o Karbantartási mix: A karbantartási alapszerek („Hibáig üzemelés”, „Ciklusrend alapú”, „Állapot alapú karbantartás”) keveréke. A valóságban a legtöbb vállalat alkalmazza, de nem tudatos tervezés eredményeképpen. Az RCM hatására egy tudatosan kialakított, és a korábbiaknál lényegesen hatékonyabb karbantartási mix születik.



4. ábra A karbantartási mix átalakulása az RCM elemzés hatására egy tipikus vállalatnál (egyszerűsített megközelítés)

- o Túlkarbantartás: Számos esetben a még stabil, huzamos ideig működőképes berendezéseket bontják, „javítják” meg. Ennek oka a berendezésről hiányzó karbantartási információ és/vagy a merev ciklusrend alapú karbantartáshoz fűződő dogmák követése. Hatása a legtöbb esetben a stabil, jól működő rendszer leromlása, a „váratlan” hibák sokasága. Különösen a nagyjavítási időszakot követő újrainduláskor feltűnő a túlkarbantartás káros hatása.
- o Hatékony erőforrás allokáció: A karbantartási rendszerek egyik jellemzője, hogy a túl- és az alulkarbantartás egyszerre van jelen. Számos feleslegesen elvégzett munka mellett soha nincs elegendő erőforrás fontos feladatok elvégzésére. Az RCM-elemzés alapján kialakított karbantartás e probléma feloldásában segít nagyon sokat.
- o Papíron levő gyár: Az RCM érdekes tulajdonsága, hogy nem szükséges hozzá a valós helyszíni adatgyűjtés (ez a „T” rendszerekben „gemba” néven közismert). Ami a dokumentációban szerepel, az tekinthető a valóságnak, tehát egy jövőbeli gyár karbantartását jóval az első „kapavágás” előtt meg lehet tervezni.
- o Tudatos hibáig üzemelés: Az 1950-es évek közepétől fő ellenségnek és mindenképpen elkerülendőnek tartott hibáig üzemelés rendszere az RCM-ben újra

létjogosultságot kap. Míg korábban a hibáig üzemelés egyfajta „jó műszaki megérzésen” alapuló elnagyolásnak volt az eredménye, addig az RCM-elemzés tudatosan mondja ki a berendezéselemek kb. harmadáról, hogy üzemelhetnek hibáig. A főleg francia nyelvterületen elterjedt „tudatos kockázatvállalások karbantartási rendszere” kifejezés ezt a megközelítést tükrözi.

- A „mindenre” törekvés: Az RCM elvek szerint minden berendezéselemet és azoknak lehetséges funkcionális hibáit, továbbá mindezek valamennyi elméletileg bekövetkező kiváltó okát és az összes esetleges hiba következményeit elemezni, értékelni és felmérni szükséges. Éppúgy gondot kell fordítani azon hibamódokra, melyek még soha nem történtek meg, illetve amik ritkán fordulnak elő vagy éppen mindennaposak. E szemlélet egyenes következménye, hogy egy még csak „papíron létező” gyárra éppúgy alkalmazhatjuk az RCM-elemzést, mint egy valóságosra. Az RCM kritikusai szerint a megközelítés hajlamos az öncélúságra, hiszen az egyértelműen bagatell elemeket és eseményeket is elemezni kell, ráadásul ugyanolyan akkurátusan, mint a nyilvánvalóan kiemelteteket.
- Munkaigényesség és költségek: A „minden” elemzése még egy közepes méretű (200-400 fős) gyárban is hatalmas eszköztömeget, meghibásodási módot, okot, következményt vesz számba. Az RCM-elemzés elvégzése minimálisan 5-10 ezer munkaórát igényel, és ezért több tízmillió Ft-ba kerül.
- Statikusság – dinamikusság: Érdemes megvizsgálni, hogy egy több hónapig végzett elemzés eredményei a gyakorlatban mennyire használhatók fel rugalmasan, illetve az RCM-rendszer miként reagál az elemzés tárgyának, a termelőüzemnek, épületnek, berendezésnek a változásaira.
 - o Fejlesztése statikus és kívülről vezérelt: Az RCM-rendszer felépítését általában egy egyszeri vezetői projektdöntés indítja el tekintettel az erőforrás igényekre. Miután kiépült, és megadja a karbantartási (és kapcsolódó) cselekvések rendjét, az RCM bevezetését késznek, lezártak tekinthetjük. Jellemzően mindaddig nem történik jelentős vagy semmiféle változás a rendszeren, amíg egy újabb vezetői döntés azt nem indukálja.
 - o Változásaira való reagálási hajlandóság: Az RCM-elemzésen átesett rendszer nem örök. Változhatnak a berendezések, az energiaellátás, a gyártási technológia, a gazdasági környezet, a munkabiztonsági és környezetvédelmi szempontrendszer. Egyes iparágakban a változás olyan gyors, hogy nem ritka az évenkénti többszöri termelés átrendezés – technológia módosítás.
 - o Milyen problémákat vet fel az „R” rendszerek statikussága? Egy mondás szerint semmi sem állandó, kivéve a változást. Dőreség lenne azt hinni, hogy a vállalati termelési – karbantartási rendszer egyetlen eleme sem változik az idők során. Kezdve a berendezések általános állapotával – elhasználtsági fokával, folytatva az alkalmazható karbantartási technikákkal, anyagokkal és módszerekkel, az egyes termelési vonalak fontosságával, szerepével (a hibák következményeinek súlyával), a dolgozói és karbantartói állomány felkészültségével, szaktudásával, és még sorolhatnánk a változókat, azt látjuk, hogy mindig minden változik. Az RCM-elemzés – az „R” rendszerek kulcseleme – viszont mindezeket az elemeket állandónak feltételezi. Egyértelmű, hogy egy olyan karbantartási rendszer, ahol minden egy „állókép” összetevőinek bonyolult, hosszadalmas és igen drága (!) elemzésén alapul, nem lehet képes megfelelően követni egy dinamikus változó (karbantartott) rendszert. Az esetek jelentős részében, mire végzünk az RCM-elemzéssel, addigra már annyi változás következik be, hogy kezdetnénk előlről. Egy statikus termelési rendszerrel – amilyen egy erőmű vagy egy olajfinomító – is kimondható az, hogy van annyi változás, amivel az RCM-elemzés statikussága nem vagy csak igen nehezen egyeztethető össze. AZ RCM-ből teljességgel hiányzik a változások „automa-

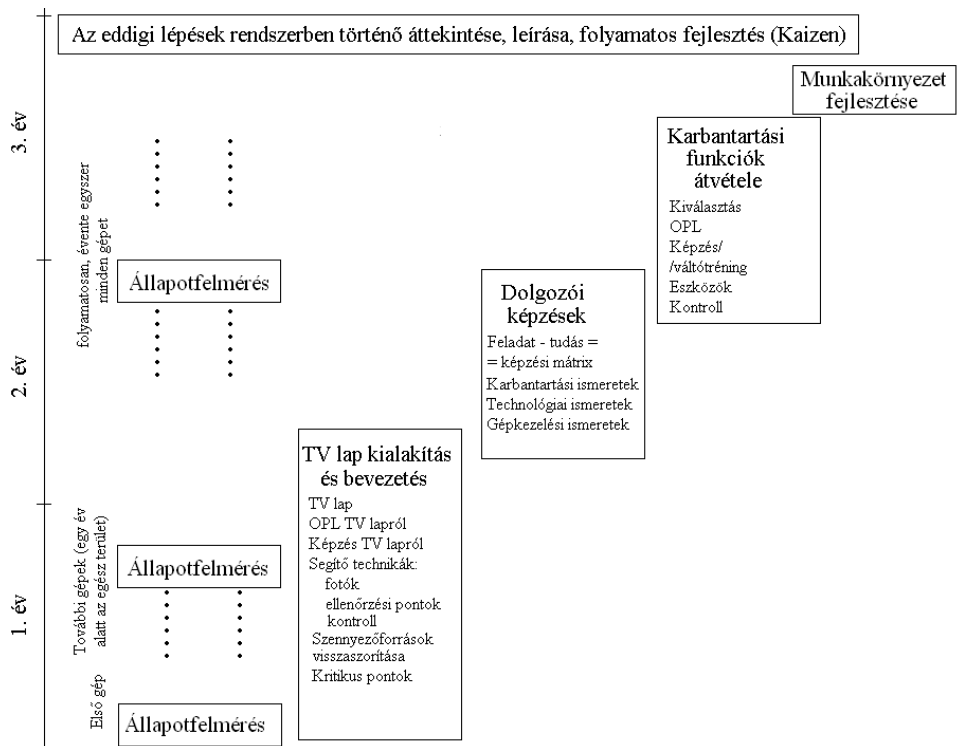
tikus”, de állandóan jelen lévő követésének képessége, ennek viszont az eredménye a „valóságtól” történő állandó és fokozódó eltérés, az „R” rendszerek hatásosságának rohamos csökkenése.

- Tökéletes-e a teljes? Az eltérések és tévedések kezelése: Az RCM-nek nem része egy rendszer felmérése, állapotfelmérése. A tervekben szereplő állapotból indul ki, és feltételezi, hogy a dokumentumtárban szereplő információk teljes egészében és pontosan fedik a valóságot. A gyakorlati szakemberek mindegyike pontosan tudja, hogy ez nem igaz. A „papír” és a valóság között gyakran jelentős az eltérés. Az RCM tehát nem a tényleges helyzetből indul ki, ezért nem képes pontos választ adni egy valós rendszer karbantartási igényeire.
- Az önfejlesztés hiánya: Az „R” megközelítésekből teljességgel hiányzik a mérőszám alapú önszabályozás, fejlesztés. Nem létezik semmiféle hajtóerő, amely a rendszert belülről fejlődésre készítetné. E ténynek, illetve az eltérésekre való reagálás hiányának egyenes következménye a hanyatlás.
- Az emberek bevonása: Az „R” rendszerek feltételezik, hogy a munkaerő a rábízott feladatot magas szinten, akkor és úgy hajtja végre, ahogyan azt megkövetelik tőle.
 - o Nem veszi figyelembe, hogy egy magas ipari kultúrájú környezetbe vagy egy mezőgazdasági hagyományokkal rendelkező vidékre épült-e a gyár.
 - o Nem számol a dolgozók begyakorlottságának, szaktudásának és (de)motiváltságának a mértékével.
 - o Nem épít az egyéni megfigyelésekre, észrevételekre, kezdeményezésekre. Az ember az „R” rendszerekben egy hatalmas gépezet kis fogaskereke. Nem több és nem kevesebb.
- Az integráció képessége: Az „R” rendszerek viszonylag nehezen fogadják be a karbantartás fejlődése során, de más keretek között keletkezett eredményeket. Mivel az RCM-elemzés egy meglehetősen kötött pályán mozgó cselekvéssor, és a végeredményül kapott karbantartási mix felállítása is egy egyszerű tevékenység, ezért az időbeni változások, fejlesztések integrálásának az RCM-ben gyakorlatilag nincs helye, eszköze, de még igénye sem. Nem lett idővel része a CMMS, a mérőszámok alkalmazása, stb. Az RCM tehát nem csupán felépítése, elemzési módszere, de általános rendszer megközelítése miatt sem fejlődik együtt az új módszerekkel, ~~elrendelési~~ hatékonyságát.
- ~~Elrendelési~~ hatékonyság: Az „R” rendszerek hívei gyakran érvelnek azzal a ténnyel, hogy a bevezetés hatására a karbantartási költség jelentősen (10-30 %) csökkent, miközben a megbízhatóság ugyancsak számottevően (10-40 %) nőtt. Igaz, hogy az RCM-elemzés sokba kerül, de az elért haszon a kiadásokat bőven fedezi. Az érvelés helyénvaló, de egyben sántít is:
 - o A „T” rendszerek bevezetése 30-90 %-kal (!) kevesebb pénzbe kerül.
 - o A berendezések megbízhatóságát/rendelkezésre állását ugyancsak 30-90 %-kal javítja, azaz kevesebbe kerülnek, de jobb eredményt adnak, hatékonyságuk lényegesen jobb
 - o Az „R” elemek eredményessége egyben egy súlyos veszélyt is rejt magába: Mivel hoz javulást, és újragondolásához vezetői döntés kell, a sikeres bevezetést követően egy külső/felső változtatásnak hosszú évekig esélye sincs. Az előző bekezdésben említett önszabályozás/fejlesztés mechanizmusának hiánya viszont azzal jár, hogy belső megújulásra sem képes.

3. A „T” erősségei és gyengeségei

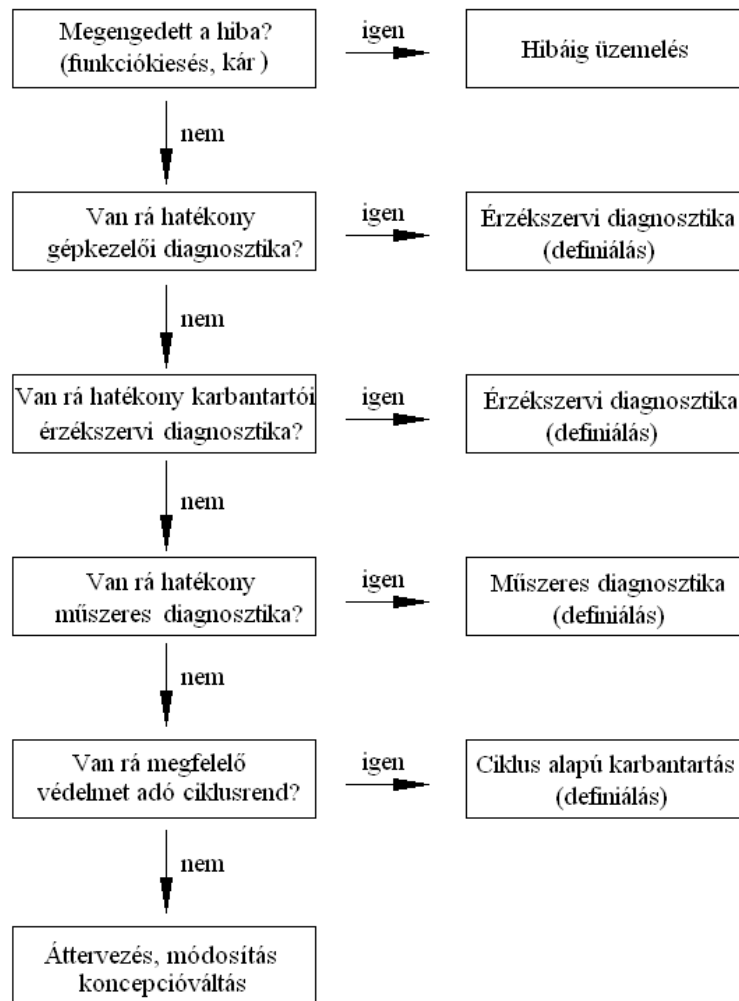
A TPM és utódai az RCM megközelítéstől teljesen eltérő gyökerekből fejlődtek, és más logika szerint épülnek fel. Az alábbiakban megkíséreltük a 2. fejezetben megismert szempont-rendszert alkalmazni a TPM értékelésére is.

- Szisztematikusság: Az RCM-hez hasonlóan a TPM-nek is van egy szisztematikus bevezetési rendje, a két rendszernél azonban igen jelentős a különbség. Míg az RCM-bevezetés magja maga az egyszeri, viszonylag rövid ideig tartó RCM-elemzés, addig a TPM egy hosszú, 2-4 éves folyamat. Amíg az előbbi egy nagyon határozott és merev lépéssorozatot követel meg, az utóbbi inkább egy laza keretet határoz meg, amelyet minden cég a maga igényei szerint szab formára, bár bizonyos alapelvekhez (pl. veszteségek visszaszorításának az igénye vagy az emberek bevonása vagy a rendszerezettség, tisztaság fontossága) mindenképpen ragaszkodik.
- A vállalati célokkal való összehangoltság: A TPM rendszerek nagyon fontos eleme, hogy bár számos karbantartási egységük van, céljuk nem a karbantartás hatékonyabbá tétele, hanem a berendezésekkel szorosabban vagy lazábban összefüggő vállalati célok támogatása.
- Ésszerűség mindenek felett: A TPM filozófia egy fontos jellemzője a „józan paraszti gondolkodás” alkalmazása. Ami ésszerű, logikus, magától értetődő, az elsőbbséget kap számos elvont, elméleti/elméletieskedő megfontolás helyett. A tiszta, egyszerű, logikus elvek alkalmazása a kialakított rendszert a „széleskörű dolgozói réteg” számára is jól átláthatóvá, értelmezhetővé, kezelhetővé teszi.
- Fogalmak, amiket a TPM-nek köszönhetünk: A Japánból származó módszer számos olyan elemmel gazdagította a karbantartást, az ahhoz kötődő rendszert, amelyet a korábbi megközelítések nem vagy alig érintettek. A felsorolás – éppúgy, mint az „R” rendszereknél – korántsem teljes, inkább csak ízelítőt kívánunk adni.
 - o Autonóm karbantartás: A TPM fontos elve az, hogy a „széleskörű dolgozói réteg”-et is be kell vonni a termelékenység-fejlesztési, karbantartási tevékenységbe. A gépkezelők által végzett, az egykori jó gazda szemléletet felidéző, de tudatossággal felvértezett tevékenységet nevezik autonóm karbantartásnak. Fő elemei a berendezések gondozása, ápolása, tisztán tartása, kenése, a kisebb javítások, korrekciók önálló elvégzése, a nagyobb javítások alkalmával a karbantartók segítése és az ún. érzékszervi diagnosztika. Segítségével a karbantartók sokkal nagyobb mértékben tudnak a speciális szaktevékenységgel foglalkozni, míg a nagytömegű, egyszerű karbantartói feladat elvégzésében jelentős segítséget kapnak.
 - o OPL (One Point Lesson) vagy EPL (Egy Pontos Lecke): Elsősorban az autonóm karbantartást végzők számára készülő egyetlen elemi feladatot, fogalmat ismertető, egyszerű, egyoldalas lap. Alapgondolata az, hogy egy triviális, kétkezi tevékenység elvégzéséhez nem szükséges pl. parciális differenciálegyenleteket és mechanika történetet tanulni.



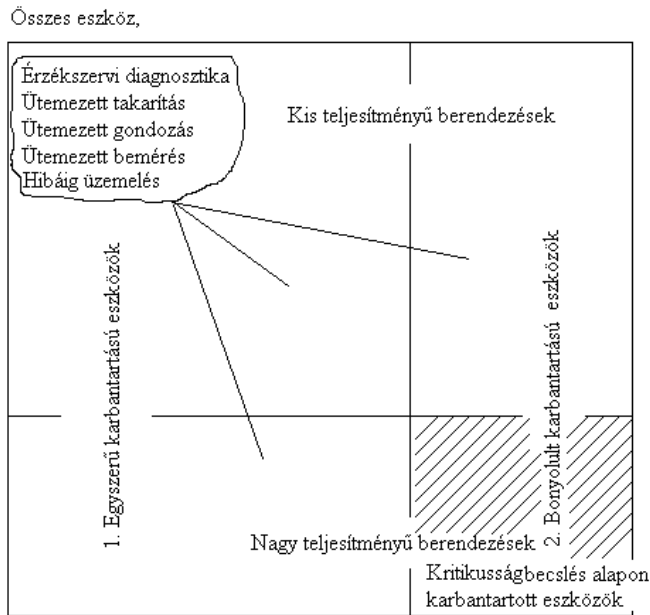
5. ábra Az autonóm karbantartási TPM-pillér bevezetési rendje

- Kezdeti Tisztítás (KT): A berendezések használatuk során elpiszkolódnak, kopnak, állapotuk hanyatlik, az öregedés jelei mutatkoznak rajtuk. A Kezdeti Tisztítás célja a gépek megtisztítása, a kisebb vagy azonnali javítások elvégzésével újszerű állapotba hozása, fő elemeinek azonosítása (rendszerint eltér a gépkönyvitől!) és a berendezéselemek állapotának megbecslése, kritikusságának felmérése. Az egyik legfontosabb és legnagyobb hatású TPM tevékenység.
- m-6-12-24-48-as rendszer: A gondozási – tisztítási – ellenőrzési (diagnosztikai) – karbantartási feladatokat a TPM időben ütemezi. Alapegysége a műszakos (esetleg egy napos) gyakoriságú tisztítás – vizsgálat, ezt követi egymásra épülve a hat, a tizenkettő, a huszonnégy és a negyvennyolc hetes beavatkozás. A tevékenységsor „m” felőli végén elsősorban a gépkezelőké, a túlsó végén a karbantartóké a főszerep.
- Tisztítási – Vizsgálati (TV) lap: A műszakos feladatokat megadó, a gépkezelők és a karbantartók által közösen létrehozott tevékenység-meghatározó, vizualizált feladatlista.
- T-cédula: A dolgozók által észlelt hibák, hibagyanúk (és dolgozói ötletek) egyszerű, kényelmes, vizualizált és elkallódás-biztos hibajelzését segítő űrlap. Az egyik legnépszerűbb TPM-eszköz.
- Egyszerűsített RCM-elemzés: Az eredeti RCM-elemzés rendkívül leegyszerűsített, de mégis igen hatékony módja.



6. ábra A TPM-ben alkalmazott egyszerűsített RCM elemzés

- Projekt PR: A „T” rendszerek megszületésekor az egyik igen fontos meglátás volt, hogy a projektek sikere döntő (2/3-ad) részben az emberi tényezőn múlik. A termelési és karbantartási dolgozók, de gyakorlatilag a teljes vállalati létszám projekttel szembeni hozzáállása igen jelentősen befolyásolja a majdani sikert. Az elért célok, tevékenységek, eredmények közzététele nem csak a motiváltság növelésének az eszköze, de az újabb pozitív kezdeményezéseknek is kiinduló forrása.
- Férgék: Fontos TPM-meglátás az, hogy még a legjobban megtervezett, felépített berendezések is önmagukban vagy az őket befogadó rendszer részeként számos, a munkát kisebb nagyobb mértékben zavaró, többnyire „gazdátlan” rendellenességet, problémát tartalmaznak. A TPM-ben ezeket tudatosan keresik és eliminálják, aminek a következménye a veszteségek direkt csökkenésén túl a dolgozói motiváció növekedése.
- Az ésszerű elnagyolások megengedése: Az olyan kevésbé fontos, de viszonylag nagy számban megtalálható elemeket, amelyek funkcióvesztése egyértelműen nem okozhat jelentős veszteséget vagy kárt, a TPM nem veti részletes elemzés alá. Hasonlóképpen a hibamódokat, okokat, következményeket sem vizsgálja nagy részletességgel. Az egyszerűsített RCM-elemzés során megelégszik a „fordítok-e erőforrásokat a hiba elkerülésére?” és a karbantartási mix megfelelő kategóriájába való besorolással. A részletesebb elemzést az esetek túlnyomó részében erőforrás pocskolásnak tekinti.



7. ábra Egy általános iparvállalat eszközparkjának felosztása

Legnagyobb az egyszerű karbantartású és kis teljesítményű eszközök száma

Legfontosabbak (sraffozott terület), de egyben a legkisebb számban a nagy teljesítményű – bonyolult karbantartású eszközök találhatók

- Munkaigényesség – minőség és eredmény: Az egyszerűsítéseknek köszönhetően a TPM-ben egy-két nagyságrenddel kevesebb munkára van szükség a karbantartási mix összeállításához. A könnyebbséget tovább fokozza, hogy az elemzések jó részét nem drága számítógépes programokat használó, igen jól megfizetett specialisták, hanem a dolgozói és középvezetői réteg végzi. Ezt az a felismerés teszi lehetővé, hogy a rendszereket a rajtuk dolgozók, a nap, mint nap jelen levők sokszor lényegesen jobban ismerik, mint a magasan képzett, de a valóságban az eszközökkel soha vagy alig találkozó specialisták. (Természetesen a szakmai kontrollra és a differenciálásra azért szükség van.) A kialakított karbantartási mix minősége a tapasztalatok szerint mind ezen egyszerűsítések ellenére igen jó, a munka megtakarításnak ez esetben tehát nem következménye a minőség romlása (sok esetben épp ellenkezőleg igaz, nem ritka a 80-90 %-os javulás sem a „berendezéshiba miatt kieső idő” mutató tekintetében!).
- Statikusság – dinamikusság: A „T” rendszerek igen fontos tulajdonsága a változásokra és a tévedésekre való reagálási – fejlődési képesség.
 - o A módszer fejlesztése dinamikus és belülről vezérelt (önfejlesztő): A „T” megközelítések mindegyikének fontos eleme a mérőszámok alkalmazása, amelyek funkcióját leginkább a szabályozókörhöz hasonlíthatnánk. Alapjel képzésül a menedzsment és/vagy felelős területi vezetők által meghatározott határ-, riasztási- és célértékek szolgálnak. A mérőszámok rendszerére épülő folyamatos fejlesztési igény az, ami biztosítja, hogy a „T” rendszer teljesítménye ne eshessen vissza, és a megfelelő alapjel képzés a folyamatos fejlődés biztosítója.
 - o A rendszer változásaira való reagálási hajlandóság és a tökéletestől való eltérés kezelése: A „T” megközelítések, amennyiben a mérőszámok rendszerét megfelelően állítjuk be, „automatikusan” észlelik az eltéréseket és elindítják a megfelelő ellenreakciót. Nincs szükség időről időre megújító vezetői ellenőrzésekre, egyedi mérlegeléseken alapuló döntésekre.
 - o Az integráció képessége: Az olyan műszaki fejlődési lépések, technikák, technológiák, mint a műszaki diagnosztikák, a CMMS funkció, az (egyszerűsített) RCM-elemzés, a Kaizen 7 + 7 eszköze, pareto-diagram alkalmazása, stb., ame-

lyek a veszteségek visszaszorításával járnak, a „T” rendszerek természetes részeivé válnak. Ez azért történhet meg, mert egy viszonylag laza, rugalmas kereten (elvrendszeren) alapulnak, részük az alkalmazkodás, a testreszabás képessége – szemben az „R” rendszerek merev lépéssorával. Nem véletlen, hogy a „T” rendszerek születésük óta technikák, módszerek sokaságát integrálták magukba különösebb zökkenő nélkül, míg az „R” megközelítések alig változtak.

- Az emberek bevonása a „T” rendszerek nagy erőssége, de egyben potenciális gyengesége is. A nagyszámú, „piramis alján lévő” dolgozó részvétele a folyamatban igen jelentős erőforrás megmozgatását jelenti, de egyben veszélyeket is rejt.
 - o Az aranybányától „Rózsi néni atombombájáig”: A „T” rendszerek egyik fontos tapasztalata, hogy amennyiben sikerül bevonni a „széles dolgozói réteget”, nagyszámú és az esetek jelentős részében kiváló gondolat, meglátás érkezik valóságos aranybányaként működve. (Számos olyan bevezetést láttunk, amelyek elsősorban a „T” rendszerek technikai részleteire koncentrálnak és az emberi tényezőt elhanyagolják. Vannak olyan tanácsadói iskolák is [12], amelyek ezt a megközelítést szentesítik is, kb. így: „valósítsd meg a TPM technikai elemeit, aztán ha már minden jól megy, akkor foglalkozz egy kicsit a legnehezebb elemmel is, az emberrel.”) Példák végeláthatatlan sorát lehetne felhozni a hatékonyságot jelentős mértékben javító, kiváló dolgozói gondolatoknak. A pusztán technikai elemekre építő megközelítések – mint amilyenek az „R” rendszerek is, ezt az aranybányát hagyják figyelmen kívül.

A nagyszámú dolgozói ötlet között akad műszaki vagy egyéb szempontból rendkívül gyengék, hibásak is. A „csapoljuk meg a primer kör forró vizét és használjuk a menzán az edények és ételek melegítésére” jellegű ötletek veszélye az, hogy az elutasítást – ismét csak az emberi tényező figyelembevételével – megfelelő módon kell megtenni. Ne legyen az a soron következő ötletek rendszerbe vitelének az akadály.

Másrészt a szakmailag hibás dolgozói kezdeményezések egy része olyan rejtett problémát tartalmaz, amelynek a felfedezéséhez és esetleges korrigálásához a hétköznapit gyakran meghaladó tudásszint és elmélyült gondolkodás kell. Ez utóbbtól sok esetben hajlamosak vagyunk elszokni.

- o Gomba: A középkorban évtizedekig vitatkoztak a kor fizikusai azon, hogy ha egy nyílvesztőt („b verzió”: ágyúgolyót) szélmentes időben pontosan függőlegesen lövünk ki, akkor az a kilövés helyére esik vissza vagy a Föld kifordul alá. A helyszínre kimenni és kísérlet formájában meggyőződni a valóságról a közfelfogás szerint méltatlan lett volna az akkori tudóseMBERhez. A ma már megmosolyogtató példa hibáját mind a mai napig rendszeresen elkövetjük. Úgy elemzünk, véleményezünk, döntünk rendszerekről, hogy nem megyünk ki a területre, nem végzünk helyszíni adatgyűjtést, megelégszünk a papíron leírtakkal, rajzoltakkal. Így nem veszünk tudomást sem a helyszínen lévők, a rendszerrel napi kapcsolatban állók tapasztalatairól, sem pedig az olyan hibákról, mint egy csőcsatlakozás jelentős csőtorzítással történő megvalósításáról (hibás nyomvonalfektetés), egy másik vezeték vészkijárat előtt történő elvezetésétől (ami akadályozza a vészkijáratú ajtó kinyitását), egy reaktorba tervezett mérőműszer hibás elhelyezéséről vagy éppenséggel kifelejtéséről. Hasonlóképpen az RCM-elemzés is azt tételezi fel, ami a rajzon van, feszültségmentesen telepített csővezetékéről, nyíló vészkijáratú ajtóról és „be nem induló” reaktorról álmodik. A „T” rendszerek egy kihagyhatatlan alapelve a Gembázás, az-

az menj ki a helyszínre és győződj meg ott a valóság részleteiről. A tény alapú döntéshozatal magasabb rendű a feltételezéseken és gyakran a vágyálmokon alapulónál.

- A szegény (a költségfelelős) ember rendszere – gazdálkodás az erőforrásokkal: A „T” rendszerek központi kérdése a veszteségek és ezen belül a költségek csökkentése. Egy-egy műszaki-termelési problémát minden esetben úgy igyekszik megoldani, hogy az lehetőleg kevesebbe kerüljön, mint a versenytárs alternatíva. A vállalatoknál jelen levő nagyszámú probléma, zavar, ésszerűtlenség, hiba (végső soron veszteségforrás) közül elsőnek a „könnyen leszedhető gyümölcsöket” célozza meg. Ennek az az oka, hogy egy csapásra nem szüntethető meg minden veszteség, ráadásul a gyorsan jövő eredmények a motiváltságot is jelentősen növelik. A „T” rendszerek ezzel kvázi megteremtik a saját kialakításukhoz szükséges büdzsét, nem terhelik meg jelentősen a vállalatot. (Ezzel szemben az „R” rendszerek a „mindent” és a „mindent egyszerre” megközelítésükkel a gyakorlatban nem vagy alig keresztülvihető célt tűznek ki és inkább a demotiváltságot teremtik meg – ráadásul igen magas költségszinten.)

4. Kitérők, megjegyzések

a. Tanácsadók és az elmélet fejlesztői

Az általános- és termelésmenedzsment területekhez hasonlóan, ahol már az 1900-as évek elejétől a tanácsadók kutatás-fejlesztési tevékenysége volt az előrehaladás motorja, a karbantartás elmúlt évtizedeinek a fejlődése is leginkább az ő munkásságukhoz kötődik. (Az egyetemi és kutatóintézeti szakemberek az oktatási feladatok mellett igen gyakran tanácsadóként tevékenykednek.) E tény előnye az, hogy a fejlesztések nem elméleti, ám soha ki nem próbált megfontolások, hanem a gyakorlatban szinte azonnal alkalmazott kísérletek. A hibák és a helyes lépések így gyorsan felismerhetők. Hátrányos következménye viszont az, hogy az egyes irányzatok képviselői igen gyakran harcban állnak a konkurens megközelítésekkel, és a tanácsadók által megjelentetett – hirdetett szaktudás, lobbizási tevékenység gyakran nem a szakma fejlődését, hanem a tanácsadó cég bankszámlájának gyarapítását szolgálják. E verseny két sajátos megjelenési területe az Internet és a kormányzati lobbizás.

b. Az Internet és a nyomtatott szakirodalom

Az Internet megjelenésének és elterjedésének nagy eredménye az információ igen gyors és hatékony elérésének a lehetősége. Míg a múlt század nyolcvanas éveinek végén is a szakmai információhoz jutáshoz szakkonferenciákra kellett utazni, szakkönyveket és szaklapokat vásárolni, ma már elég egy-egy klikkelés, és az ember a kívánt területről szakcikkre ezreire lel.

Kicsit tüzetesebben vizsgálva a világhálóra felkerült szakmai anyagot azt látjuk, hogy jelentős része rövid és semmitmondó, alig titkoltan bújtatott reklám. Ennél is nagyobb baj azonban, hogy nagyon sok szakmailag teljesen hibás anyag jelenik meg a neten, a szakterületen kevésbé jártas személyek pedig könnyen bedőlnek a sok silány anyagnak. Mindezt tetézi az a jelenség, hogy a publikációk megjelentetői bizonyos állítások elhitetésében érdekeltek és a valóságot ennek megfelelően hajlamosak meghamisítani vagy épp’ részben elhallgatni.

A tudományos igényességű szaklapok (és a szakkonferenciák) egyre kevésbé bírják az Interneten ingyenesen és tömegtelen mennyiségben áradó konkurenciával a harcot. A tömegmédiákhoz hasonlóan a fogyasztók jelentős része az egyszerűen olvasható, könnyen megemészthető „bulvárt” előnyben részesíti a „súlyos” anyagokkal szemben. Elegendő a latin szappanoperák és társaik előretörésére gondolni, a karbantartási szakirodalomban pedig arra, hogy az olyan szakmailag rendkívül nívós lapok, mint pl. a

Reliability Magazine megszűnnek, miközben a számos fél-egyoldalas cikkecskét és sok színes képet felvonultató „könnyű” szaklapok pedig virulnak (elsősorban a reklámok miatt).

Végeredményben tehát úgy érezzük, hogy napjainkban annak, aki színvonalas szakmai anyaghoz akar jutni, legalább olyan nehéz a dolga, mint a harminc évvel ezelőtti kollégáknak. Akkor a „kevés” és a „devizába kerül” kifejezések emeltek gátat, ma a „mindent elárasztó silány” és a „csúsztatások tömkelege”.

c. **Ipari- és lobbizati irányzatok**

Az irányzatok versenyének érdekes megjelenése a kormányzati lobbizás. Míg a sikeres megközelítések képviselőinek az ipar bőségesen ad munkát, addig a vesztesre álló, piacból kifogyó területek tanácsadói kénytelenek váltani. Ilyen váltásra lehet példa a minőségirányítással kapcsolatos, a kilencvenes években virágzó üzletág nagyszámú képviselőjének megfogyatkozása és többségük átvonulása valamilyen szomszédos tanácsadási területre.

Az olyan iparvállalatoknál, amelyek valódi, éles versenyhelyzetben működnek, ahol naponta többször előfordul a megmérettetés, ahol minden percnél és Eurocentnek komoly szerepe van, egyértelműen a „T” rendszerek állnak nyerésre, méghozzá mindent elsöprő mértékben.

Az ipari környezetnek abban a részében viszont, ahol kevésbé érvényesül a verseny, más a helyzet. Ezek a cégek többé – kevésbé állami kézben vannak, vagy ahhoz közeli vezetésűek. Náluk gyakrabban érvényesülnek a normál piaci működéstől távolabbi szempontok. E szervezetek minél inkább elbürokratizáltak, minél inkább az állam vagy az általa helyzetbe hozott vezetés működik, annál inkább a lobbizati szempontok érvényesülnek. A lobbizásban professzionista szintet elért szervezetek valósággal lubickolnak az olyan elbürokratizálódott környezetben, mint amit az EU – a világtörténelem talán legbürokratikusabb szervezete – épített ki magának. Ez a terület nyújtja a normál ipari versenyből kiszorult „R” irányzatoknak a túlélési területet, nem véletlen, hogy az EU tízezernyi hivatala, bizottsága mellett az „R” is létrehozott egy bizottságot, és a legtöbb uniós országban már csak az államközeli – vagy legalábbis a tényleges versenytől távoli – vállalatoknál képes jelen lenni.

5. Miért magasabb rendű a „T” az „R”-nél?

Mielőtt a 2. és 3. részben leírtak alapján összegeznénk, hogy miért működnek jobban, törvényszerűen hatékonyabban a „T” rendszerek a Megbízhatóság – Kockázat alapúaknál, egy fontos további szempontot is tárgyaljunk!

A „végek” szerepe: A világtörténelemben, a biológiai és az ipari fejlődés számos pontján felvetődött egy problémakör, amire elvileg két válasz lehetséges.

Szeretnénk, ha egy bonyolult, összetett rendszer nagyon hatékonyan működne. Hogyan irányítsuk, hangoljuk össze az egyes résztevékenységeket? Legyen egy központi, mindent irányító szuperagy vagy legyen egy erős elvrendszert adó központi agy és a végrehajtási pontokon elosztott intelligenciák?

Vegyünk sorra néhány jellemző és igen tanulságos példát.

- Számos tanult mozgássor (pl. tánclépések, egy-egy labdarúgó technikai mozzanat) elemeit a tanuló eleinte az agyával irányítja, majd azok egy idő után olyan mértékben

beidegződnek, hogy nem lesz szükség az agyi irányításra, a funkció áttevődik a lejjebb levő rétegekbe. A tanult mozgássor hatékony elvégzéséhez szükség van erre a fejlődési lépésre.

- A múlt század elején Németországban kidolgozott és a szocialista országokban „nagyban” kipróbált tervegazdasági modell bukásának a fő oka az a téves elképzelés volt, hogy a központ az összes apró részletet, a „végek” bevonása nélkül hatékonyan meg tudja tervezni.
- A számítógépes rendszerek fejlődésének egy időszakában egész gyárak tevékenységét próbálták egyetlen központi óriás számítógéppel irányítani, de viszonylag gyorsan felismerték, hogy az intelligencia elosztása az egyes végrehajtási területekre lényegesen nagyobb hatékonyságot és számos addig megoldhatatlannak hitt feladat keresztülvitelét hozta.
- A hadászatban a nagy egységek irányítását és a kis egységek szolgálai végrehajtását tartották sokáig a járható útnak. A mai, korszerű felfogás szerint a kis egységeket is el kell látni megfelelő döntési és manőverezési képességgel a hatékonyság eléréséhez.

A felsorolt tipikus példák jól mutatják, hogy az egy központi szuperagyban való hit rendre bukáshoz vezet, mert az nem képes kellő hatékonysággal a „nagy egészet” irányítani. Szükség van a „végek” feladatainak intelligens helyi irányítására, megszervezésére is. Pontosan ugyanez a helyzet az „R” és a „T” rendszerek esetében is. A megbízhatóság és kockázat központú rendszerek számtalan előrevivő meglátásuk ellenére pontosan ugyanabba a zsákutcába viszik a karbantartást, mint a többi „központi szuperagy” alapú rendszer vitte a maga területét. A „T” megközelítések azzal, hogy egy erős elvrendszer megtartása mellett a helyzetértékeléseket és a döntéseket szétosztják, megmutatják a fejlődés helyes irányát és hatékony, önfenntartó és fejlesztő rendszert alkotnak meg.

További nyolc érv mellett, hogy bizton állíthassuk: a „T” magasabb rendű az „R”-nél (a tanulmány 2. és 3. része alapján)

#	Szempon	„R” rendszerek	„T” rendszerek
1	Erőforrás igény	A teljes karbantartandó rendszer minden elemét maximális részletességgel elemzi. Nagyon nagy az erőforrás igénye.	Értelmes egyszerűsítések sorozatával legalább egy nagyságrenddel kisebb az erőforrás igénye.
2	Statikusság – dinamikus	Rendkívül statikus. Sem a változásokat, sem a karbantartott rendszer hibáit, eltéréseit nem képes hatékonyan követni.	Rendkívül rugalmas, a reagálás „automatizált”.
3	Tény alapú döntéshozatal	A „papírból” indul ki, a valóságot nem, vagy csak nagyon körülményesen veszi figyelembe.	A valóság felmérése – figyelembe vétele természetes alapja a döntéshozatalnak.
4	Integráció	Nem vagy csak nagyon körülményesen integrálja a nem „R”-ben született elemeket.	Teljes természetességgel integrálja a nem „T”-ben született elemeket.
5	Gazdasági – műszaki hatékonyság	„Sok pénzért jó eredményeket hoz”.	„Sokkal kevesebb pénzért határozottan jobb eredményeket hoz”.

6	Vállalati célokkal történő összehangolás	Fenntartja a karbantartás „cég a cégen belül” helyzetét.	A cég szerves, fontos részévé teszi a karbantartást, megszünteti a különvált állapotot.
7	Ésszerűség (józan paraszti ész)	Az elmélet és a gyakorlat számtalanszor különválnak	Mindenekfelett.
8	Az emberek bevonása	Az ember egy (felülről) utasítható biorobot.	Az ember a rendszer kulcseleme, motiválható, bevonható, kezdeményezések sorát indíthatja el „felfelé”.

6. Összefoglalás

A karbantartás fejlődése eljutott arra a pontra, ahol világosan felismerhető, hogy a megbízhatóság és kockázat alapú rendszerek zsákutcát jelentenek, és a jövő útja az embereket intenzíven bevonó, a mérőszámok alapján történő önfejlesztésre képes, az új irányzatokat hatékonyan integráló általános vállalati hatékonyságot célzó rendszereké.

Míg az ipar nyilvánvalóan nyereség- és hatékonyságorientált szegmense már ösztönösen felismerte ezt a tényt, addig a kevésbé tulajdonosi szemlélettel vezetett szervezeteknél egy esetleges erős lobbiszerű tevékenység következtében az „R” rendszerek még bizonyos ideig fennmaradhatnak.

7. Felhasznált irodalom

1. Lipovszky-Sólyomvári-Varga: Gépek rezgésvizsgálata és a karbantartás, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1981, P: 5-271.
2. Peter Willmott: Total Productive Maintenance / The Western Way, Butterworth-Heinemann, 1995.07., P: 1-296.
3. John Moubray: Reliability-Centered Maintenance, Industrial Press, Inc.; 2 edition, 1997.01.01., P: 1-448.
4. N.S. Arunraj and J. Maiti: Risk-based maintenance-Techniques and applications, Elsevier, 2007.04.11.
5. Richard B. Jones: Risk-Based Management: A Reliability-Centered Approach, Gulf Professional Publishing, 1995.03.06. P: 1-282.
6. Antal-Péczely-Pék: A karbantartás korszerű irányzatai, A.A. Stádium Kft., Szeged, 2003, P: 4-58.
7. dr. Péczely György: A TPM három generációja , Karbantartási Konferencia, Veszprém, 2005, P: 1-32.
8. dr. Péczely György: Karbantartás – emberi tényező – motiváció, Energetikai és Karbantartási Konferencia, 2002, P: 6-21.
9. dr. Péczely György: The generations of tpm and the change of maintenance role, Euromaintenance, Basel, 2006, P: 1-7.
10. dr. Péczely György: TPM és RCM elemek a karbantartás és termelés hatékonyabbá tételében, 2007, P: 1-27.
11. John Moubray: Karbantartási Menedzsment – Egy új paradigma
12. Edward H. Hartmann : Successfully Installing Tpm in a Non-Japanese Plant: Total Productive Maintenance, T P M Press, Incorporated, 1992.12., P: 1-221.