

TELJES KÖRŰ HATÉKONY KARBANTARTÁS A LEAN SZÍVE, LELKE?

MAINTENANCE PROJECTS PLANNING

NÉMETH ANIKÓ PhD-hallgató

DR. KOSZTYÁN ZSOLT TIBOR egyetemi docens

Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Kar Kvantitatív Módszerek Int. Tanszék

Kivonat

Napjaink kulcskérdései közé tartozik a termelékenység és a hatékonyság. Az európai és amerikai multinacionális cégeknél bevett gyakorlat, hogy az olcsóbb munkaerő miatt mind keletebbre és keletebbre költöztetik gyáraikat, legyen ez Kelet-Európa vagy Ázsia. Ez a veszély a multik Magyarországon működő gyárait is fenyegeti. Keményen meg kell küzdeniük a piacért.

Hiába a sok hatékonyságnövelést célzó eszköz, ha a berendezéseink nem bírják a fejlesztésekkel együtt tartani az ütemet. Ezért is fontos, hogy a megfelelő állapotra hozzuk őket.

A vállalatok karbantartás tervezői a rendelkezésre álló információk, adatok figyelembevételével igyekeznek a legjobb döntést hozni. Ezek a döntések nem biztos, hogy a vállalat számára megfelelő eredményt fogják eredményezni, de az is előfordulhat, hogy nem áll majd rendelkezésre elegendő idő, költség vagy munkaerő a tervek kivitelezéséhez. Egyszerűnek tűnhet a megoldás. Olyan projektet kell tervezni, ami minden igényt kielégít és a lehető legtöbb információt feldolgozza és a tervezés során figyelembe veszi.

Bevezető

Napjaink kulcskérdései közé tartozik világszerte, így Magyarországon is a termelékenység és a hatékonyság. Az európai és amerikai multinacionális cégeknél bevett gyakorlat, hogy az olcsóbb munkaerő miatt mind keletebbre és keletebbre költöztetik gyáraikat, legyen ez Kelet-Európa vagy Ázsia. Ez a veszély a multik Magyarországon működő gyárait is fenyegeti. Keményen meg kell küzdeniük a piacért. Sokszor nem elég a konkurens cégekkel harcolniuk, hanem a vállalatcsoporton belül is komoly verseny folyik egy-egy új termékért.

A II. Világháború után a japán gazdaság romokban hevert. Az USA-ban a japán termék annyit jelentett, „örülj, ha működik, amikor kibontod”. Eltelt 20–30 év, és valami megdöbbentő dolog történt. A japán ipar saját piacán győzte le az amerikaiakat. Gondoljunk csak az autógyártásra és az elektronikára. Eleinte sokan azt gondolták, hogy ez csak a szerencsének vagy valamiféle ügyeskedésnek tudható be, de az idő múltával egyre többen keresték a siker igazi okát. 1990-ben adták ki az MIT e célú tanulmánya alapján „A gép, amely megváltoztatta a világot” című könyvet, amely részletesen elemzi a japán fejlődést és a termelési rendszerüket, és leginkább a Toyota Motor Companynál alkalmazott termelési rendszerrel azonosítható nevezték el. A könyv szerzői a TPS¹-t Lean néven keresztelik el, és ezen a néven vált ismertté világszerte.

¹ Toyota Production System – Toyota Termelési Rendszer

Egy biztos, ahány cég, annyi jellemző, éppen ezért nagyon fontos a testreszabás. Sok cégnél, vállalatnál nagy rendszerként külön választják a Lean-t és a TPM² -et. Ahol az egyik működik, ott a másik nem, vagy fordítva (Awank, C. K., 2003; Svatek, R., 2012; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C., 1007).

Doktorandusz hallgatóként foglalkoztam a lean rendszer legfőbb alapkövével, méghozzá a TPM-el és annak elemeivel. Tervezési eljárást dolgoztam ki, amellyel a karbantartás tervezhetőségét tudja könnyebbé, egyszerűbbé és átláthatóbbá tenni.

1. A Teljeskörű Hatékony Karbantartás

A „Teljeskörű Hatékony Karbantartás” kifejezésnek köszönhetően a nyugati ember a TPM-et pusztán karbantartási rendszernek, vagyis a karbantartó részleg ügyének tekinti termelési és egyéb vonatkozások nélkül. Ez az értelmezés alapvetően téves, sőt épp az ellenkezője igaz. A TPM szemléletmódja abszolút gyártásközpontú, a termelést és a karbantartást egyenrangú felekként kezeli, melyek együtt harcolnak a közös célért, a nagyobb termelékenyséért (Eiler, 2007; Erdei & Kövesi, 1992; Svatek, R., 2012; Pokorádi, 2002; Awank, C. K., 2003; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C., 2007).

A TPM számos ponton túlmutat a karbantartás hagyományos értelmezésén. Egy TPM-elvű cégnél a karbantartás a termelés és a minőségi rendszerek integritását és javítását szolgálja a berendezések, folyamatok vonatkozásában. Továbbá központi szerepet kapnak az embert mozgató erők és a szemléletmód alakítása. A TPM szerint „mi mindketten felelősek vagyunk a folyamatért vagy berendezésért, és mi határozzuk meg egymás között a termelés, a karbantartás és a kiszolgálás legmegfelelőbb módját”. Ennek az alapvető szemléletbeli különbségnek igen fontosak a következményei, és kiemelkedők az eredményei.

A TPM számos olyan módszert foglal magába, amelyek a berendezés hatékonyságának javítását mozdítják elő, ugyanakkor nem mondhatóak karbantartás illetve projektmenedzsment-közelieknek:

- Adatgyűjtés, elemzés, problémamegoldás és klasszikus folyamatszabályozás.
- A TPM támogatja a berendezések folyamatos fejlesztését, és e cél érdekében belső szabványosítást, munkahelyszervezést, vizuális menedzsmentet és problémamegoldó technikákat alkalmaz.
- Bevon olyan részlegeket is a közös munkába, mint a tervezés, minőségbiztosítás, termelészabályozás, pénzügy és beszerzés, mert ezek kapcsolatban állnak a berendezésekkel.
- Modern vezetési, menedzsment eszközöket is alkalmaz.
- A TPM a teljes körű minőség és a csapatmunka gyakorlati alkalmazása.
- A TPM egy decentralizációs és feladatdelegálási folyamat.

1.1. A klasszikus (nakajimai) TPM-szemlélet

A nakajimai TPM 5 pillérből áll. A jól képzett termelőkkel alakítsuk ki a tisztítást és a sajáterős (autonóm) karbantartást: **Autonóm karbantartás**. Fejlesszük és tegyük hatékonyra, célirányossá a karbantartást: **Karbantartás-fejlesztés**. Fejlesszük a termelők és a karbantartók tudásszintjét és motivációját: **Tréning, motiváció**. Folyamatosan mérjük a

² Total Productive Maintenance – Teljeskörű Hatékony Karbantartás

berendezés kihasználtságát (OEE – 6 veszteségforrás alapján), és vizsgáljuk a hatékonyságot csökkentő tényezőket. Hajtsunk végre célzott fejlesztéseket a fő veszteségforrások visszaszorítására. (A korszerű TPM-szemléletben már tíz veszteségforrásra és a biztonságra is koncentrálunk.): **Veszteségforrások visszaszorítása (OEE)**. Vezessünk be olyan megelőző technikákat, mint a javított berendezés-tervezés és kiválasztás (a korszerű TPM-felfogásban idetartozik a meglevő eszközök fejlesztése, a csekélyebb problémák sorának eliminálása): **Berendezés fejlesztés**. (Eiler, 2007; Erdei & Kövesi, 1992; Svatek, R., 2012; Pokorádi, 2002; Awank, C. K., 2003; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C. 2007; Moubray, Reliability-centered Maintenance, 1991; Moubray, Reliability-Centered Maintenance, 2001)

A nakajimai öt pillér elegendő az önfejlesztő TPM rendszer kialakításához, és ez utólag könnyen bővíthető. Az egyes elemek szinergiában állnak és egymás hatását erősítve alkotják meg a TPM-koncepciót.

1.1.1. Karbantartás-fejlesztés

A TPM területén a kutatásomhoz leginkább a Karbantartás-fejlesztés áll közel, hiszen ezen a területen foglalkathatjuk össze, hogy az összrendszer hatékonyságának növelésére milyen lépéseket, és milyen gyakran kell végrehajtani.

A karbantartás-fejlesztés pillér szándéka, hogy költséghatékonyan kialakítsa és fenntartsa az optimális berendezés- és folyamatállapotokat. Az elemzési munkák eredményeként, szakértők, tapasztalt karbantartók véleményét követően egy tervszerű karbantartási program (műszakos-heti-6-12-24-48 hetes rendszer) valósul meg. Amellyel nagyságrendekkel csökken a „tűzoltások” száma (Eiler, 2007; Erdei & Kövesi, 1992; Svatek, R., 2012; Pokorádi, 2002; Awank, C. K., 2003; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C., 2007; Moubray, Reliability-centered Maintenance, 1991; Moubray, Reliability-Centered Maintenance, 2001).

Cél, hogy úgy tartsuk karban a termelő berendezéseket, hogy ne lépjenek fel váratlan hibák. Ez nem azt jelenti, hogy egyáltalán nem következhet be meghibásodás az üzemelés során, hanem azt, hogy minden ilyen eset valamilyen szinten tervezett, tud róla a karbantartás. Ha valamelyik berendezés funkcionális hibát produkál, ez az azért következhesen be, mert korábban a megfelelő információk birtokában eldöntötték róla, hogy üzemeljen hibáig. Ez kétféleképpen lehetséges. Az első eset, hogy már a karbantartási program kialakításakor a hibáig üzemelést választják karbantartási taktikának. A másik esetben az állapotromlás érzékelésekor úgy döntenek, hogy az adott berendezés a megállásig működjön valamely magasabb érdek miatt (ez igen ritkán fordul elő).

1.1.1.1. Tervezés/állapotellenőrzés a tűzoltás helyett

A TPM-nézet azt mondja, hogy a nagy gyakorisággal, rendszeresen végzett állapotvizsgálatok (műszeres, és érzékszervi egyaránt) alapján a hibakifejlődés stádiuma, jellege alapján avatkozunk be. Ez jelentheti azt is, hogy a hiba észlelésekor azonnal, vagy a következő karbantartási ütemkor javítunk. Ugyanakkor, ha a beavatkozás költsége nagyobb, mint ami a funkcionális hiba megelőzésével nyerhető, akkor a javítás akár el is maradhat.

A tervszerű karbantartás különösen fontos a berendezések élettartamában, hosszú távon akár a vállalat egész üzleti folyamatát meghatározhatja. Kiemelkedő jelentőségű, hogy a tervezett karbantartást az adott gépre vagy folyamatra szabjuk. Végso soron a termelésnek is be kell látnia, hogy neki is az a legjobb, ha a karbantartás tervezetten, hatékonyan tud dolgozni.

A TPM elvű karbantartásban a hangsúly két tényezőn van. Megfelelő gyakorisággal és jól tervezetten kell állapotellenőrzéseket végezni. Így minden „hibacsíra” a felszínre kerül, de ezek közül csak azokkal foglalkozik a karbantartás, amelyeknek költség- (nem kizárólag műszaki!) szempontból is van értelme (Eiler, 2007; Erdei & Kövesi, 1992; Svatek, R., 2012; Pokorádi, 2002; Awank, C. K., 2003; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C., 2007; Moubray, Reliability-centered Maintenance, 1991; Moubray, Reliability-Centered Maintenance, 2001).

A karbantartás fejlesztés pillér egyik fő építőköve, maga a karbantartási mix kialakítása. A karbantartási mix az alapstratégiák keveréke a teljes eszközparkra vonatkoztatva. Egyszerűbben: a karbantartási mix minden olyan tevékenység összessége, melyet a vállalat végez azért, hogy a berendezései minél megbízhatóbbak legyenek. Minden cég szükségszerűen alkalmaz valamilyen karbantartási mixet. A gond csak az, hogy a legtöbb esetben ez a tevékenység nem tények alapján, megfontoltan alakul ki, hanem formáját a megérzések, pillanatnyi igények, rövid távú célok alakítják. Ennek egyenes következménye, hogy a karbantartás színvonala távol marad az elérhetőtől (akár annak ellenére, hogy a legkiválóbb szakemberek dolgoznak a cégnél), emiatt romlik a rendelkezésre állás, szaporodnak a termelést akadályozó tényezők.

A cél tehát az, hogy az eszközpark minden elemére a megfelelő karbantartási stratégiát alkalmazzuk a hibáig üzemelés, merev ciklusú és (érzékszervi vagy műszeres) diagnosztikán alapuló karbantartás közül (Moubray, Reliability-centered Maintenance, 1991; Moubray, Reliability-Centered Maintenance, 2001; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C., 2007).

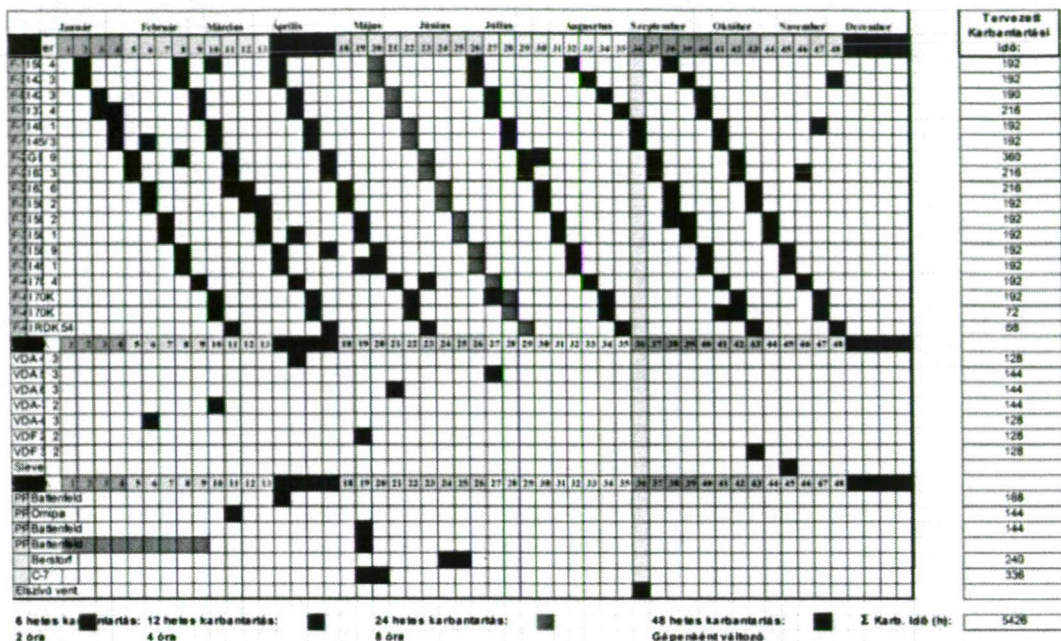
1.1.1.2. A karbantartási ütemezés

Napjainkra alapvető cél a karbantartási program felállításkor, hogy tervezhető legyen. Hogy erre miért van szükség, és milyen előnyökkel jár, nem szükséges bemutatni. A TPM módszertana a műszakos-(heti) 6–12–24–48 hetes (elterjedt elnevezése 6–12-es) rendszer által elégíti ki ezt az igényt. Ez nem más, mint egy egyszerűsített RCM-elemzés eredményeként kapott karbantartási tevékenységek rendszerezése oly módon, hogy minden művelet elvégzése a nevezett periódusok egyikében ismétlődjön. Tehát a feladatok egy részét minden hatodik hétben végre kell hajtani, de lesznek olyan munkák is, melyek elvégzése mindössze 48 hetente esedékes. Ez a szisztéma más kiegészítő rendszerrel komplett, részletes karbantartási tervet alkot (Svatek, R., 2012; Awank, C. K., 2003; Carazas, F. G. & Souza G. F. M., 2010; Garbatov, Y. & Guedes Soare, C., 2009).

A heti karbantartást egyes cégeknél megtartják, másoknál a műszakonkénti tevékenységek után a hathetes periodicitású TPM-munkák jelentik a következő lépcsőt.

Az egyes berendezéshez tartozó időszakos karbantartások pontos ütemezésének időterve. Ez a terv pontosan definiálja, akár egy évvel előre, hogy mikor mennyi időre van szüksége a karbantartásnak a munkák elvégzésére. Az is pontosan tervezhető, hogy mikor mennyi emberre van szükség, milyen eszközök, szerszámok kellenek. Mindemelllett a karbantartási akciók szavatolják, hogy az adott berendezés közel problémamentesen üzemeljen (Bloom, B. N., 2006; Faber, M. H. Kroon, I. B. & J. D., 1996; Moubray, Reliability-Centered Maintenance, 2001; Rausand, 1998).

1. ábra. Karbantartási ütemterv
1. Figure. Maintenance Schedule



Forrás: Péczely et al., 2012

1.1.1.3. A karbantartás fejlesztése a karbantartási mix alapján

A karbantartási mix kialakításával elkészült egy olyan cselekvési terv, amelynek hiánytalan végrehajtásával elvileg az eszközpark optimális állapotban tartható. A meghatározott feladatok közel vannak a tökéletességhez, tehát egy magas színvonalú tevékenységről szólnak. Jó, hogy ez a terv rendelkezésre áll, de egyáltalán nem biztos, hogy a karbantartási részleg képes a feladatnak megfelelni. Akadályozhatja ebben szerszámok, módszerek, korszerű anyagok, szaktudás, vagy a megfelelő műszer stb. hiánya. Továbbá az egyik legégetőbb probléma, hogy a rendszeresség bevezetése előtt a berendezések megfelelő állapotról hozása nem szerepel költségvetéseikben a hatékonyságfejlesztési projekt megkezdése előtt. Így nemhogy a karbantartási mix lépéseit nem tudják tartani, de még a projekt sikerességét is befolyásolják. Ezért is nagyon fontos, hogy bármilyen fejlesztési munkába belekezdnenék, fel kell térképezni, hogy hol is állunk és, hogy hova is szeretnénk eljutni, továbbá, hogy erre a vállalat milyen kereteket biztosít (Bloom, B. N., 2006; Faber, M. H., Kroon, I. B. & Sorensen, J. D., 1996; Moubray, Reliability-Centered Maintenance, 2001; Rausand, 1998; Svatek, R., 2012; Sandborn, P. A. & Wilkinson, C., 2007).

2. Karbantartási terv és karbantartási projektek összeállítása

Nagyvállalatoknál jellemző, hogy a karbantartási feladatok nagy részét ma már projektek keretében realizálják, ahol a műszaki, technikai paraméterek mellett azon menedzsment módszerek és technikák kerülnek a középpontba, melyek támogatják a feladatok hatékony és eredményes végrehajtását. A projektszemléletű karbantartási tevékenység

során olyan területekre helyeződik a hangsúly, mind a projekt kialakítása, a projekt résztvevők kiválasztása, irányítása és motiválása; a projekt részletes tervezése és nyomon követése stb. Megállapíthatjuk, hogy a karbantartási projektek esetében a rendszerorientált projektszemlélet elengedhetetlen.

A betervezett karbantartási tevékenységek sorozatát tekinthetjük speciális karbantartási projektnek. Azonban a hagyományos projekttervezési technikák számos, a karbantartás során felmerülő problémát megválaszolatlanul hagynak. Az első ilyen probléma a körfolyamatok kezelése. Gyakran előforduló probléma, hogy egy karbantartási technológiai folyamat során egy-egy tevékenységre többször is vissza kell térnünk. Melyek lehetnek ezek a tevékenységek? Hogyan tervezhetők az ilyen, többször előforduló tevékenységsorok?

A másik probléma, ami a karbantartási terv összeállításánál felmerülhet, hogy mely berendezés karbantartását milyen sorrendben hajtsuk végre. Erre a determinisztikus logikai tervezési technikák nem adnak megfelelő választ, hiszen egy berendezés javításának technológiai folyamata kötött. Itt az egyes lépéseket nem lehet felcserélni, de azt hogy mely berendezéseket javítsuk, az már lehet egy prioritási sorrend, valamint a rendelkezésre álló idő-, költség- és erőforrásigények függvénye is. A következőkben bemutatott olyan mátrix-alapú projekttervezési eljárás, amelyek képesek a fenti problémákat kezelni.

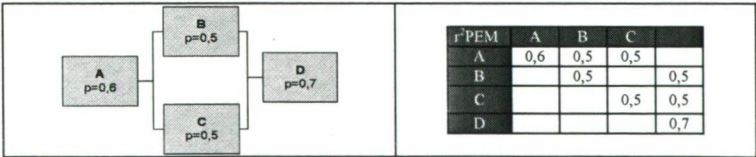
2.1. A megbízhatóság és kockázat központú projekt szakértői mátrix

A megbízhatóság és kockázat központú projekt szakértői mátrix (r^2 PEM) minden esetben a kiinduló-pont. Ennek átlójában a berendezések vagy berendezéselemek megbízhatósági vagy esetenként kritikussági értékeit írjuk, melyeket korábbi diagnosztikai mérésekből, szakértői véleményekből (pl.: OEE), vagy a korábban megnevezett RCM-csapat elemzéseiből nyertünk.

Minél nagyobb egy tevékenység várható meghibásodása/kockázata, annál nagyobb a valószínűsége, hogy ezt az elkövetkezendő időszakban javítanunk, karbantartanunk kell. Ha egy karbantartási tevékenység megbízhatósága p , akkor $1-p$ annak a meghibásodását (nem inkább megbízhatatlanságát, vagy meghibásodási valószínűségét? A meghibásodás alatt mást értenek az emberek. Ha mégis ezt a szót használod, pontosítsd, hogy mit értesz alatta.) jelöli. Minél alacsonyabb a meghibásodási érték, annál nagyobb a valószínűsége, hogy nem hajtjuk végre az adott karbantartási tevékenységet a következő időszakban. A módszer jobb megértése céljából vegyünk alapul egy 4 berendezésből álló rendszert.

1. táblázat. Négy berendezésből álló rendszer és megbízhatósági diagramja

1. Table. The reliability diagram of a system from four equipment



Forrás: saját munka

Elsődleges célfüggvényünk, hogy olyan karbantartási projekttervek készítsünk el, mellyel maximális összrendszerszintű megbízhatóság érhető el. A tevékenységek kiválasztása előtt megadhatjuk azt a megbízhatósági szintet, amely felett egy részrendszer, berendezés mindenképpen szerepel a karbantartási tervben. Ezek mellett pedig azt is megadhatjuk, hogy mi lesz az a minimális rendszer-megbízhatósági szint, ami felett fogom a generált karbantartási projektterv figyelembe venni.

Az alkalmazott tervezési módszer először a lehetséges karbantartási terveket határozza meg, vagyis arra a kérdésre fogjuk megkapni a választ, hogy mit, milyen berendezések karbantartását hajtsuk végre. Másodlagos célfüggvénynek a projektstruktúrák prioritásainak maximalizálását lehet választani. Ezzel a módszerrel a lehetséges végrehajtási sorrendeket rangsorolhatjuk, hogy kiválasszuk közülük az igényekhez leginkább illeszkedőt. Korlátként az időt, a költség-, valamint az erőforrásigényeket adhatjuk meg. Azt a karbantartási tervet választjuk, ahol a peremfeltételeket figyelembe véve a projektváltozat összrendszerre számolt megbízhatósága a legnagyobb (a legnagyobb meghibásodási valószínűséggel/legnagyobb kockázattal rendelkező problémák kijavításához szükséges karbantartási tevékenységeket hajtjuk végre). Ezen belül olyan tevékenységi sorrendet választunk, amelyet a szakértők leginkább preferálnak.

Ha a berendezésekre tervezett karbantartások végrehajtási sorrendjére nincs semmilyen megkötés, akkor egyrészt célszerű a nagyobb meghibásodási értékű, nagyobb kockázatú berendezés karbantartásának megvalósításával kezdeni. Majd a tevékenységek rákövetkezési relációja az ún. indifferens kapcsolati erősség (esetünkben ez 0,5) lesz. Ebben az esetben ugyanis mindegy, hogy két tevékenységet sorosan, vagy párhuzamosan hajtjuk végre. Ha jobban preferáljuk a soros végrehajtást a párhuzamosnál, akkor a 0,5-ös értéknél nagyobb értéket rendelünk a berendezések rákövetkezési relációjához. Kimenetként egy olyan karbantartási tervet kapunk, amely pontosan megmutatja, hogy mely berendezések karbantartását kell majd végrehajtani, milyen karbantartási költség, időráfordítás és munkaerőigény mellett.

Összefoglaltuk, hogy egy négy berendezésből álló sor karbantartásához mennyi lehetséges karbantartási projekttervet lehet elkészíteni. A prioritási értékek adják meg a megfelelő sorrendet, hogy mely berendezések karbantartása vezet a legmagasabb megbízhatósági értékhez. Amennyiben a rendszer megbízhatósága például eléri a célfüggvényként megjelölt 70%-ot, a lehetséges projektstruktúrát megfelelőnek tekintjük, hiszen az elvárt megbízhatósági szintet a kiválasztott berendezések karbantartásával elérjük. A többi lehetséges karbantartási projektváltozat vizsgálatát nem folytatjuk, így még a projektváltozatok számosságát is redukáltuk.

2. táblázat. Rendszerszintű megbízhatóság változása (1)

Table 2. The total reliability changes of the system

	Berend.+komb.	P_R	F_R	ΔF_R	Prioritási értékek
0000	egyiket sem	31,5%	68,5%	0,0%	0
1000	A	51,5%	48,6%	20,0%	0,291241
...					
1010	AC	67,9%	32,1%	36,4%	0,531591
1001	AD	72,0%	28,0%	40,5%	0,591679
0110	BC	42,0%	58,0%	10,5%	0,153039
...					
1110	ABC	68,6%	31,4%	37,1%	0,541205
1101	ABD	95,1%	4,9%	63,6%	0,928169
1011	ACD	95,1%	4,9%	63,6%	0,928169
0111	BCD	58,8%	41,2%	27,3%	0,398197
1111	ABCD	96,0%	4,0%	64,5%	0,941629

Forrás: saját munka

3. táblázat. Rendszerszintű megbízhatóság változása (2)

Table 3. The total reliability changes of the system

Sorrend	Berend.+komb.	P _R	F _R	Prioritási értékek
1	ABCD	96,0%	4,0%	0,941629
2	ABD	95,1%	4,9%	0,928169
3	ACD	95,1%	4,9%	0,928169
4	AD	72,0%	28,0%	0,591679
5	ABC	68,6%	31,4%	0,541205
...				
7	AC	67,9%	32,1%	0,531591
8	BCD	58,8%	41,2%	0,398197
...				
11	A	51,5%	48,6%	0,291241
...				
13	BC	42,0%	58,0%	0,153039
...				
16	nincs változás	31,5%	68,5%	0

Forrás: saját munka

Nem elegendő, hogy a rendszer megbízhatósága emelkedik, a korlátoknak (idő-, költség-, erőforrás-) is meg kell felelniük. Rendelkezésünkre állt 129 nap és 14 750 EUR.

4. táblázat. A választott karbantartási struktúra

Table 4. The chosen maintenance structure

Sorrend	Berend.+komb.	Prioritási értékek	P _r	F _r	TPC (EUR)	TPT (nap)	Korlátnak megfelelt
1	ABCD	0,941629	96,0%	4,0%	20 350	100	☐ Költség ☒ Idő
2	ABD	0,928169	95,1%	4,9%	15 750	100	☐ Költség ☒ Idő
3	ACD	0,928169	95,1%	4,9%	15 550	100	☐ Költség ☒ Idő
4	AD	0,591679	72,0%	28,0%	10 950	7 5	☒ Költség ☒ Idő

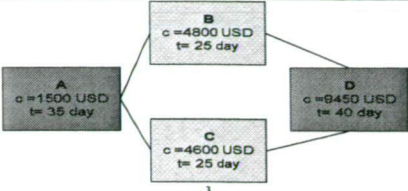
Forrás: saját munka

Korábban rendelkezésre álltak a berendezésenként ráfordítási idő-, költség adatok, melyek segítségével szcenárióként teljes projekt átfutási időt, illetve teljes projekt ráfordítást számoltunk. Idő- és költségkorlátként 129 nap, illetve 14 750 EUR adódik. Így az optimális karbantartási projektstruktúra az lesz, amelyik a legmagasabb megbízhatósági értékkel rendelkezik, és az idő-, költségkorlátnak is eleget tesz.

Attól függően, hogy mikor tartjuk karban, nemcsak a berendezésekre fordított költségek, hanem az eszköz megbízhatósága, kockázata is változhat, így a számításoknál, a tervek elkészítése során ezt is figyelembe kell venni. További karbantartási tervek összeállításánál a berendezések felülvizsgálata szükségessé válik, mert az alulkarbantartást és a túlkarbantartást is el akarjuk kerülni. A módszer menetét 3. ábra foglalja össze és szemlélteti is egyben.

5. táblázat. A választott karbantartási struktúra blokk-diagrammja és reprezentációs gráfja

Table 5. Block diagram and the representation graf of the chosen maintenance

Karbantartási projektstruktúráként a blokk-diagrammok	Reprezentációs gráfok	P _r	TPT	TPC (EUR)
		72,0%	75	10.950

Forrás: saját munka

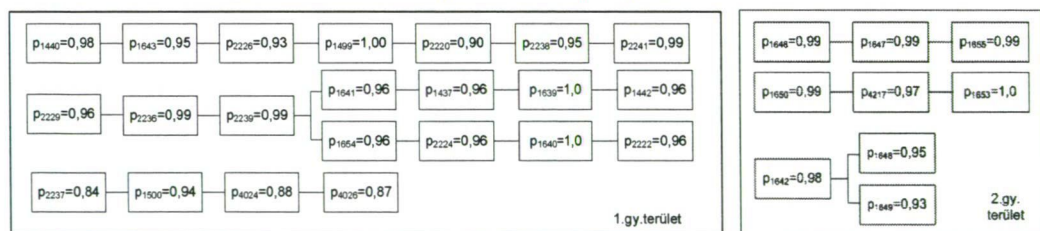
2.2. A megbízhatóság és kockázat központú projekt szakértői mátrix a gyakorlatban

Vállalat egyik karbantartási munkáján keresztül ismertetjük a kifejlesztett tervezési módszer alkalmazásának lehetőségeit és jelentőségét. A műszaki diagnosztikai és menedzsment vállalat küldetése, hogy támogassák partnereiket abban, hogy termelékenysé-
güket jelentősen növeljék. Tegyük ezt beruházás nélkül, gyors megtérüléssel (kevesebb, mint 1 év) és állandósult jó, de folyamatosan fejlődő állapotot kialakítva. Elsősorban a veszteségek visszaszorítására, és a ki nem használt lehetőségek kiaknázására koncentrálnak. A műszaki diagnosztika segítségével megelőzhető a váratlan meghibásodások 90%-a, ezzel rengeteg pénzt megtakaríthat egy vállalat. Csökkentheti az energiafogyasztást, csökkentheti a karbantartás költségeit, de a legtöbb pénzt azzal takaríthatja meg a cég, hogy elkerüli a gépek kiesését a termelésből.

A vizsgált vállalat 6 termelői sorral 2 fő termelőterületen helyezkedik el. Mindegyik soron különböző termékeket gyártanak, és munkálnak meg. A termelősorok berendezései a következőképpen épültek fel:

2. ábra. A vállalat gyártósorainak felépítettsége

Figure 2. The built-up of the company's production line



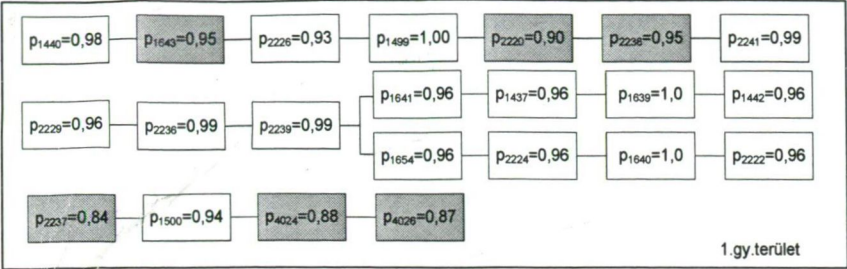
Forrás: saját munka

Amennyiben a berendezések megbízhatósága gyártásonként eléri a vállalat által támasztott elvárásokat, vagy a fölött vannak, akkor a karbantartás végrehajtása nem indokolt. Ezen feltétel figyelembe vételével a 3. ábrán jelölt berendezések karbantartására helyezzük a nagyobb hangsúlyt. Célunk, hogy a gyártásonként és termelőterületenként is a megbízhatóságot illetve az OEE értékek úgy növeljük, hogy a vállalatnál a

³ Megjegyzés: A és D között nincs rákövetkezési reláció a gráfban! Tehát megengedhetjük, hogy a karbantartásuk párhuzamosan valósuljon meg.

gyártóterületekre szánt karbantartási költségvetés és a rendelkezésre álló időkorlátot vegyük figyelembe. Ezen elvárásoknak és feltételeknek kellett karbantartási tervünknek megfelelnie.

3. ábra. A gyártósorok megkülönböztetése karbantartás szükségességének szempontjából
Figure 3. The differentiation of the production lines in terms of the necessity of maintenance



Forrás: saját munka

A korábban ismertetett tervezési eljárást alkalmazva nemcsak a gyártósorok megbízhatóságát, de a vállalat által elvárt összrendszerszintű megbízhatóság növekedését is elértük.

6. táblázat. Megbízhatóságok változása

Table 6. Changes in reliability

Gyártóterület megbízhatósága a karbantartás előtt	Gyártóterület megbízhatósága a karbantartást követően
$\Sigma P_1=0,73 \cdot 0,83 \cdot 0,60 = 0,3635$, azaz 36,35% $\Sigma P_2=0,97 \cdot 0,96 \cdot 0,98=0,7542$, azaz 75,42%	$\Sigma P_1=0,84 \cdot 0,83 \cdot 0,86 = 0,5995$, azaz 59,95% $\Sigma P_2=0,97 \cdot 0,96 \cdot 0,98=0,7542$, azaz 75,42%

Forrás: saját munka

Abban az esetben, ha minden egyes berendezést karbantartanának, a költségeik meghaladnák az 500 000 EUR-ot és 5–6 hónapot is igénybe vennének a munkálatok. Ezzel veszélyeztetnék a termelékenységet. Ezen berendezésekre a vállalat időkorlátként 120 napot és kevesebb, mint 195 000 EUR-ot szabott ki. Figyelembe véve, hogy a berendezések milyen állapotban, milyen megbízhatósági szinten állnak, nem tartottuk szükségesnek minden egyes berendezés karbantartását. Az elemzéseket követően kizárólag az első termelőterület első és kilencedik gyártósorát ütemeztük be karbantartásra, de itt sem minden egyes berendezéselemet. A két sor teljes karbantartási költségé összesen 171 800 EUR-ban, a szükséges időt pedig 93,1 napban határoztuk meg. A két soron összesen öt berendezéselem karbantartását követően 73%-ról 84%-ra sikerült növelni az első termelőterület első gyártósorát, a harmadik gyártósor esetében pedig 60%-ról 86%-ra.

3. Összefoglalás

A bemutatott módszer kimenetként egy olyan karbantartási tervet kapunk, amely tartalmazza, hogy mely berendezéseket, vagy azokon belül berendezéselemeket kell karbantartani (hozzá teszem, itt az is érdekes lenne, hogy mikor, gondoljunk ugye a ciklikus feladatokra). A karbantartási terv összeállításában egy integrált r^2 PEM-et alkalmazunk, amely tartalmazza a berendezéselemekre, vagy berendezésekre vonatkozó kockázati vagy megbízhatósági értékeket, tartalmazza a hozzáférési sorrendiséget. Ezek mellett az ezekre vo-

natkozó szükséges költségráfordítást, kompetens emberi erőforrás szükségletet és a karban-tartási időtartamot.

Olyan karbantartási terv összeállítására törekszünk, amely végrehajtásával az elvárt összrendszerszintű megbízhatóságot el tudjuk érni. A vállalatoknál rendelkezésre álló költségvetési kereten belül, igyekszünk a lehető legtöbb olyan berendezés karbantartását a tervbe integrálni, amelyek helyreállításával, az elvárt vállalati összrendszerszintű megbízhatósági értéket elérjük. A terv összeállítása során a rendelkezésre álló időkeret mellett az éppen adott berendezésre vonatkozó kompetens karbantartó létszámot és figyelemmel kísérjük. A karbantartási tervet a r^2 PEM alkalmazásával tehát úgy állítjuk össze, hogy célunkat elérjük, azaz az elvárt összrendszerszintű megbízhatóságot, a vállalat által támasztott kereteken belül.

Felhasznált irodalom

- Awank, C. K. (2003): The Lean Service Machine. Harvard Business Review, 2003/10, 123–129.
- Bloom, B. N. (2006): Reliability Centered Maintenance (RCM) Implementation made simple. New York: McGraw-Hill Professional.
- Carazas, F. G. & Souza, G. F. M. (2010): Risk-based decision making method for maintenance policy selection of thermal power plant equipment. Energy, 21st International Conference, on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, 35/2, 964–975.
- Eiler, E. (2007): Tallózás az ipari karbantartás szakirodalmában, Stratégiák karbantartási rendszerek és trendek. Szakkönyvek, publikációk és szoftverek. Magyar Grafika, 5–13.
- Erdei, J. & Kövesi, J. (1992): Az üzemeltetési megbízhatóság elemzése. Vezetéstudomány, XXIII. évf. (1992/9–10. szám), 131–138.
- Faber, M. H., Kroon, I. B. & Sorensen, J. D. (1996): Sensitivies in structural maintenance planning. Reliability Engineering and System Safety, 51/3, 317–329.
- Garbatov, Y. & Guedes Soare, C. (2009): Structural maintenance planning based on historical data of corroded dck plates of tankers. Reliability Engineering and System Safety, 94/11, 1806–1817.
- Moubray, J. (1991): Reliability-centered Maintenance. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Moubray, J. (2001): Reliability-Centered Maintenance. London: Transatlantic Publishers.
- Pokorádi, L. (2002): Karbantartás elmélet. Debrecen.
- Rausand, M. (1998): Reliability centered maintenance (RCM). Reliability Engineering and System Safety, 60/2, 121–132.
- Sandborn, P. A. & Wilkinson, C. (2007): A maintenance planning and business case development model for the application of prognostics and health management (PHM) to electronic systems. Microelectronics Reliability, Electronic system prognostics and health management, 47/12, 1889–1901.
- Svatek, R. (2012): TPM – Total Productive Maintenance; Referenzprozess für die Einführung von TPM in mittelständische Unternehmen. München: AVM – Akademische Verlagsgemeinschaft München.