

A KARBANTARTÁS MINT A TERMELÉSMENEDZSMENT TÁMOGATÓJA

Vermes Pál

főiskolai tanár

Szolnoki Főiskola, Műszaki és Agrárgazdálkodási Intézet, Műszaki és Gépészeti Tanszék
5000 Szolnok, Tiszaligeti sétány 14., vermesp@szolf.hu

Összefoglalás

Az eszközök használata és karbantartása a munkamegosztás növekedésével vált szét, de ma már a karbantartási tevékenység végrehajtásában a gépkezelők és a karbantartók több fenntartási feladatot egyre inkább közösen látnak el. Erdemes a kétféle célú tevékenység egyes menedzsment feladatait oly módon összevetni, hogy nyilvánvalóvá váljanak azok a kapcsolódások, amelyek a hatékonyabb termelést, így a versenyképesség növelését segítik.

Kulcsszavak: karbantartás, karbantartási stratégia és rendszer, termelésmenedzsment

Abstract

The use and maintenance of the tools have been separated due to the fact that the distribution of the tasks has been increased. However, nowadays mechanics and maintenance professionals work closely together in more and more tasks. It makes sense to compare the management tasks of these two kinds of activities in a view that it shows the connection points of them, resulting in productivity and competitiveness.

Keywords: maintenance, maintenance strategy and system, production management

1. Bevezetés: Néhány állomás a karbantartás és a termelés fejlődéstörténetében

Az emberi cselekvés két alapvető iránya egyrészt a javak alkotása, másrészt e javak használata és karbantartása. A használat és a karbantartás különválása fokozatosan, évszázadokkal ezelőtt kezdődött, és az ipari tevékenység megjelenésével, a munkamegosztás kiteljesedésével vált jellemzővé. Az eszközökre (gépekre, berendezésekre) szűkítve a karbantartás szemszögéből a **használat és a karbantartás** viszonya koronként, időszakonként változó volt, de néhány kiemelés ide kívánczok:

- Hammurápi király (ie. 18. század) rendelkezése: „Ha valaki a gátat nem gondozza, úgyhogy abban repedések nyílnak, és a folyó a földet elönti... és emberek hálnak meg, akkor a vétkes vettessen tűzbe.”
- Nagy Sándor (ie.~335) parancsa Parmenionnak az ázsiai hadjárat előtt: „Tartsd rendben az ostromgépeket, hogy sok esztendőn keresztül használhatók maradjanak!” [1]
- Korai középkor-újkor: szakmák, céhek, szövetségek, stb. részt vesznek a karbantartás kialakításában, fejlesztésében.
- Az iparvállalati termelés-szervezés kezdetei a 20. század elején.

- A termelés és a mennyiség preferálása következtében a karbantartást másodlagos tevékenységnek tekintették még a múlt század közepén is, hangsúlyozva a nem termelő (improduktív) jellegét.
- Az Európai Karbantartási Társaság 1967-es angliai üléséhez köthető a rendszer szemlélet „ős”-ének megjelenése a karbantartásban az ún. terotechnológia szemléletének (kétkörös modelljének) elfogadásával.
- A Római Klub „A növekedés határai” című jelentése (1972) rádöbentette a világot a hiánycikkekre (pl. anyag, energia), ez az addigi „eldobó” szemlélet visszaszorulása és a karbantartás jelentőségének növekedése irányába történő elmozdulást indította el.
- A fenntartással szembeni követelmények változását érzékelteti, hogy a múlt században a fenntartással szemben új követelmények jelentkeztek a rendelkezésre álláson kívül, pl. a minőség, a környezeti károk elkerülése, a nagyobb biztonság.
- A karbantartás a hajdani kiszolgáló folyamatból a termelés partnerévé, annak egyik fontos feltételi folyamatává lépett elő.
- A karbantartást is produktív tevékenységnek kezdik tekinteni, mégpedig olyanoknak, amely az eszközök használatához szükséges készletet, az ún. elhasználódási tartalékot (EHT) állítja elő.
- A teljeskörű hatékony karbantartás (TPM) elvének és gyakorlatának megjelenése többek között oldja a termelés és a karbantartás közötti merev határokat azáltal, hogy bizonyos karbantartási feladatokat a gépkezelők látnak el.

Mégsem mondható, hogy a **karbantartás és a termelés viszonya** minden tekintetben és pozitívan változna. Jól példázza ezt egy karbantartási benchmarking-elemzés során kidolgozott AMIS-módszerrel **nemzetközi** szinten, különböző profilú, nagyságrendű vállalatoknál végzett **vizsgálat** néhány eredménye, megállapítása:

- a TPM elven alapuló megoldások aránya 5 %-ról 45 %-ra emelkedett;
 - a berendezések teljesítménye ugyan 79 %-ról 82 %-ra nőtt, de üzemképességük változatlanul 85 % körüli;
 - nem veszik kellően figyelembe a karbantartás, valamint a termelés költségei, minősége, a cég versenyképessége és eredményessége közötti összefüggést;
 - erősödik a termelés és a karbantartás közötti konfliktus a rendelkezésreállás szigorodó követelményei miatt;
 - akad példa arra, hogy a termelési stratégiával összehangolt karbantartás következtében a termelékenység és a minőség is javult;
 - a rendelkezésreállás magasabb szintjét nagyobb karbantartási ráfordítással lehet elérni;
 - a vizsgált vállalatoknak csupán 3%-a dolgoz ki közös, egységes termelési és karbantartási tervet, 57%-a utólag hangolja össze a karbantartást a termeléssel.
- [2]

2. A termelés és a karbantartás rendszerszemléletű kapcsolata

2.1. A termelés és a karbantartás rendszermodellje

Ha megvizsgáljuk a karbantartás kapcsolatát a termelési főfolyamattal, akkor hasonlóságok (pl. termelési tényezők jellege) és specifikus eltérések tapasztalhatók. Feltárható, hogy az egész termelőrendszer tekintetében a karbantartás milyen szerepet játszik, hogyan vesz részt a termelőrendszer műszaki, gazdasági, piaci, stb. céljainak elérésében. Ezt példázza az **1. ábrán** látható **rendszermodell**, amely mind a termelési főfolyamattal való – a géphasználati folyamaton keresztül megvalósuló – kapcsolatát, mind a karbantartás szerepét, feladatát jól tükrözi.

A modell érzékelteti és igazolja a fenntartás produktivitását is: a fenntartási erőforrások felhasználásával elhasználódási tartalékot (EHT) „termel” a tervezett termék-előállításához.

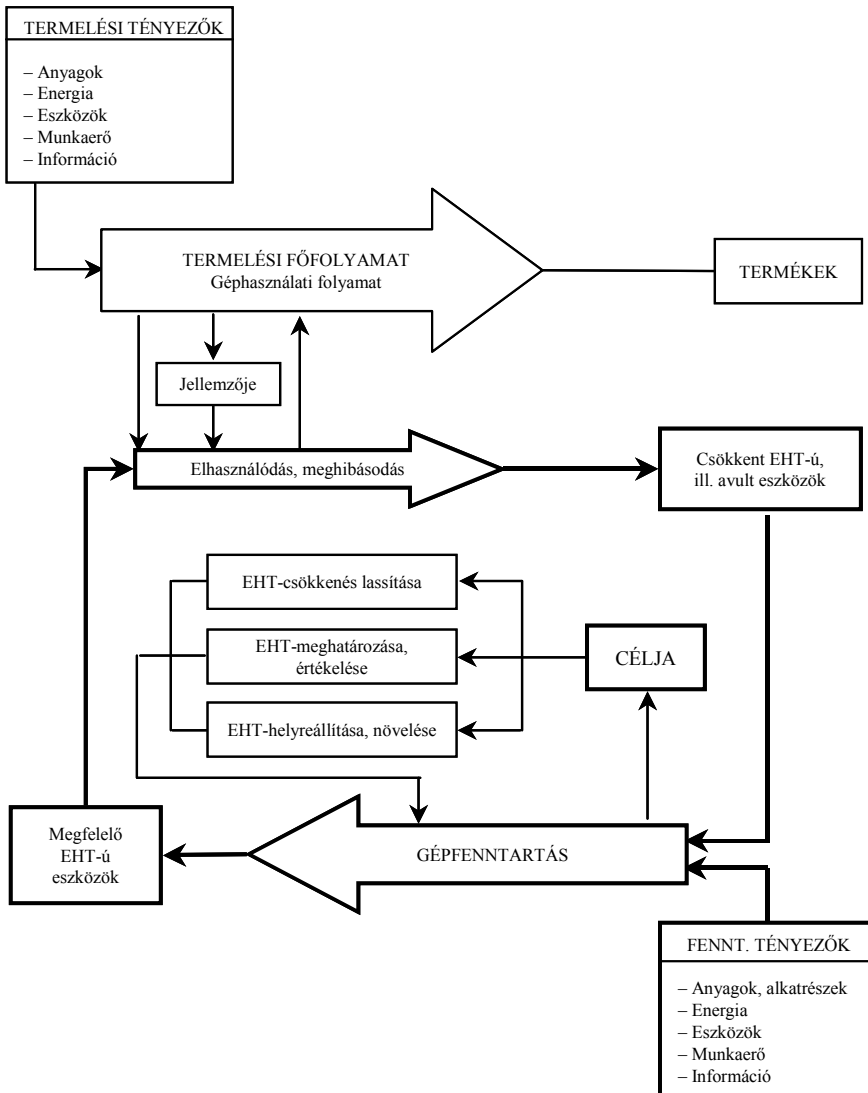
2.2. Az elhasználódási tartalék: kapcsolat a termelés és a karbantartás között

A különféle gépekre, berendezésekre azért van szükségünk, hogy azokkal a termelés által igényelt funkciókat teljesíthessük. A funkcióteljesítés az üzemeltetés során valósul meg, miközben a gép szükségszerűen elhasználódik, de tényleges használat nélkül is bekövetkezhet (elég csak a korrózióra gondolnunk).

A **funkcióképesség** feltétele, hogy a gépeket a funkcióteljesítéshez szükséges tartalékkal, készlettel állítsák elő. Ezt a funkcióteljesítést biztosító készletet nevezik **elhasználódási tartaléknak (EHT)**, ez jelenti a gép használati értékét az üzemeltető számára. A tartalék értékét szerencsés esetben egy géprészre egyetlen jellemzővel - például a kopás mértékével - határozhatjuk meg, de ez az elhasználódás soktényezős jellegéből következően ritka. Ha a tartalék egyetlen fizikai jellemzővel nem határozható meg, akkor általában beszélhetünk az elhasználódási tartalékról és mértékét célszerűen százalékban fejezzük ki a kezdeti (a gyártás befejezésének időpontjához tartozó) értékéhez képest.

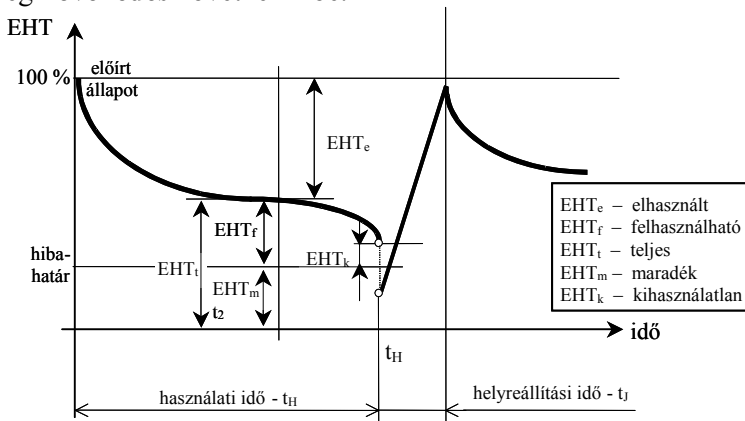
Az EHT a használat során a meghibásodás jellegétől függően folyamatosan vagy hirtelen, gyorsabban vagy lassabban csökken. Meghatározott karbantartási intézkedésekkel a leépülés mérsékelhető (ápolás-gondozás), az értéke megállapítható (ellenőrzés), vagy helyreállítható (javítás). Az EHT lényeges információkat közöl és fontos mind a karbantartó, mind az üzemeltető számára. A karbantartó általában a maradék élettartam érdekli elsősorban, amelynek meghatározása a karbantartás egyik elméleti, ugyanakkor közvetlen gyakorlati problémája is. A karbantartó és az üzemeltető is jogosan keresi az EHT kapcsolatát a még teljesíthető üzemórával, a még legyártható termékmennyiséggel. Az EHT mellett a kihasználási tartalékot értelmezhetjük, mint azt a termékmennyiséget, amely a termelési/szolgáltatási kapacitásokkal, meghatározott körülmények között teljesíthető, miközben az elhasználódási tartalék elfogy. Tehát az EHT a kiinduló, a kihasználási

si tartalék pedig a célmennyiség, előbbi a gépre, utóbbi a teljesítményre vonatkozik. A megkülönböztetés lényeges a felelősségi viszonyok tekintetében is: a karbantartás a funkcióképességhez szükséges EHT rendelkezésre állásáért, ennek kihasználásáért a termelés felelős. Példaként gondoljunk a gépkocsi üzemeltetésére. Ha a gumiköpeny EHT-át a mintázat bordamélyiségével mérjük, tudhatjuk, hogy adott időpontban a még rendelkezésre álló EHT normál körülmények között hány kilométer megtételére elegendő, de a tényleges futásteljesítmény számos ismert körülménytől függ és a teljesítmény (kihasználási tartalék) felelőssége a gépjármű-vezetőé.



1. ábra. A gépfenntartás rendszermodellje [3]

A **teljes-** (EHT_t), a **felhasználható-** (EHT_f) és a **maradék** (EHT_m) **elhasználódási tartalék** fogalmait a 2. ábra alapján értelmezhetők. Egy konkrét időpontra és eszközre (gép, részegység, alkatrész) vonatkoztatva az EHT_f az előre meghatározott hibahatárig rendelkezésre álló, funkcióellátásra igénybe vehető tartalékot jelenti, míg az EHT_t a tartalék teljes elfogyásáig tart. Ilyen értelemben használhatjuk az **EHT részleges**, illetve **teljes elvesztése** fogalmakat, de vegyük figyelembe, hogy az $EHT_m = EHT_t - EHT_f$ funkcióellátásra nem alkalmas. Az EHT_m értékének a helyreállítás szempontjából van jelentősége, hiszen a helyreállítás megkezdésekor, a t_H időpontban rendelkezésre álló EHT_t nagysága elsősorban a javítási költségeket, átfutási időt, stb. befolyásolja. A t_H időpontban a **kihazsnálatlan** (EHT_k) elhasználódási tartalék is értelmezhető. Az EHT_f és EHT_k nagyságát a hibahatár, vagyis a funkcióellátáshoz megkívánt szint természetesen befolyásolja. A helyreállítás szintjétől, műszaki megoldásától függően az eredeti EHT-hoz képest **csökkenés**, esetleg **növekedés** következik be.



2. ábra. Az elhasználódási tartalék alakulása a használati idő függvényében [3]

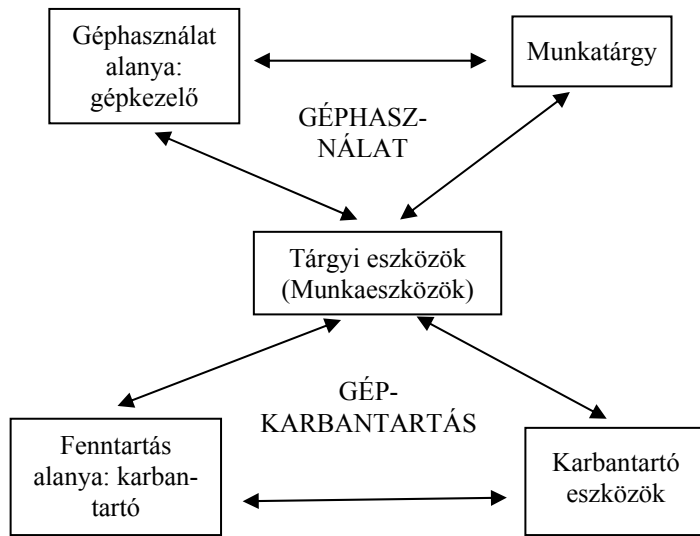
Az EHT fogalma és leépülésének folyamata alapján a **meghibásodás** eseménye a **gép, ill. valamely szerkezeti egysége eredeti vagy helyreállított elhasználódási tartalékának** a hibahatárt elérő részleges vagy teljes **elvesztése**. A meghibásodás a gépet olyan állapotba juttatja, amelyben a gépnek funkcióellátásra igénybe vehető tartaléka nincsen: tehát a **hibaállapotban az $EHT_f = 0$** .

A **hibahatár** úgy is értelmezhető, hogy annak túllépése még nem feltétlenül teszi szükségessé a működtetés megszakítását, mert esetleg csökkent teljesítménnyel az még folytatható. Ennek termelési, gazdasági, műszaki indokai és következményei (alacsonyabb teljesítmény, kisebb pontosság, növekvő selejt, stb.) is vannak. Ugyanakkor ez az "alku" új funkcionális követelményt, vagyis **új hibahatárt** jelent, amelyre szintén érvényes az $EHT_f=0$ szimbólum.

2.3. A karbantartás és a termelés szervezési alapjai

A vállalati folyamatrendszerben természetesen a termékelőállító és/vagy szolgáltatást nyújtó **főfolyamat** a meghatározó, de a **feltételi folyamatok** sorában kiemelkedően fontos a fenntartás (karbantartás).

Egy **munkafolyamat elemei** általánosan: a munka alanya (ember), a munkaeszköz (gép, berendezés, műszer, stb.), a munka tárgya, amelyekkel mind a géphasználati, mind pedig a gépkarbantartási folyamatot leírhatjuk (3. ábra).



3. ábra. Géphasználat és gépkarbantartás összefüggése

Egyértelművé válik, hogy a gépkarbantartási folyamat tárgya a géphasználati folyamat munkaeszköze. Tekintsük át, hogy a termelési főfolyamat, illetve a karbantartási folyamat kialakításánál mely tényezők az elsődlegesek, és ezek között milyen kapcsolat tárható fel.

Egyértelművé válik, hogy a gépkarbantartási folyamat tárgya a géphasználati folyamat munkaeszköze. Tekintsük át, hogy a termelési főfolyamat, illetve a karbantartási folyamat kialakításánál mely tényezők az elsődlegesek, és ezek között milyen kapcsolat tárható fel.

A szervezési alap a termelés és a karbantartás esetében eltérő, de szorosan összefüggő. Míg a termelésnél a **termék és előállításának technológiája** a meghatározó, addig a karbantartás-szervezésnél a termékelőállítás technológiáját megvalósító eszköz (gép, berendezés, stb.) és a termelésben betöltött szerepe (funkciója) a meghatározó. Karbantartási rendszerek kialakításánál tehát az **eszköz és a funkciója együttesen** a meghatározó. A merev elkülönülést éppen a funkció figyelembevétele oldja.

Ez az elméleti megközelítés számos gyakorlati probléma megoldásában, helyes kezelésében segíthet. A termelésmenedzsment számára meghatározó alapkövetelmény, hogy a konstrukciót hatékonyan megvalósító technológiát és eszközeinek üzemeltetési követelményeit teljes részletességgel ismerje és uralja. A karbantartás-menedzsment csak akkor tud hatékony karbantartási rendszert kidolgozni és működtetni, ha a termelőeszközöket alkatrészmélységig ismeri, emellett a termelésben elfoglalt helye, feladata egy tervezési időszakban állandónak tekinthető. Ez az elméleti megközelítés számos gyakorlati probléma megoldásában, helyes kezelésében segíthet. A termelésmenedzsment számára meghatározó alapkövetelmény, hogy a konstrukciót hatékonyan megvalósító technológiát és eszközeinek üzemeltetési követelményeit teljes részletességgel ismerje és uralja. A karbantartás-menedzsment csak akkor tud hatékony karbantartási rendszert kidolgozni és működtetni, ha a termelőeszközöket alkatrészmélységig ismeri, emellett a termelésben elfoglalt helye, feladata egy tervezési időszakban állandónak tekinthető.

3. A termelés- és a karbantartás menedzsment kapcsolódása

3.1. A termelésmenedzsment és a karbantartás menedzsment értelmezése, kapcsolódó területeik

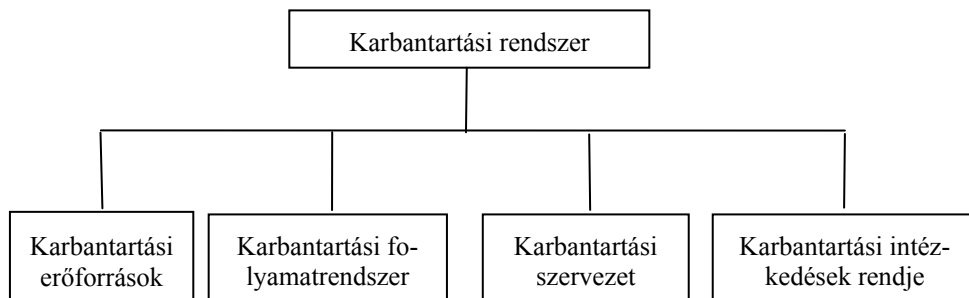
A **termelés menedzsment** annak a transzformációs folyamatnak a tervezését, szervezését, irányítását jelenti, amelynek során az ún. átalakító erőforrások egy részének felhasználásával más erőforrásokon (az ún. átalakuló erőforrásokon) új javakat (termékeket) létrehozó tartós változásokat hozunk létre. Ez lényegében a létrehozott termelőrendszer célirányos, hatékony működtetését jelenti.

A **karbantartás menedzsment** lényege hasonlóan közelíthető meg: annak a karbantartási folyamatnak a menedzselését értjük ezen, amelynek során a karbantartási rendszer működtetésével a karbantartási erőforrások egy részének (karbantartási létesítmények, gépek, berendezések, műszerek, szerszámok, munkaerő, stb.) segítségével a termelőberendezések funkcióképességét (megfelelő EHT-ú termelőeszközök rendelkezésreállítását) biztosítjuk.

A karbantartás menedzsment tehát a karbantartási rendszer kialakítására és folyamatos működtetésére irányuló menedzsment tevékenység [4]. A rendszer-szemléletű megközelítés közelebb visz a **karbantartási rendszer** értelmezéséhez és elemeinek meghatározásához, hiszen az

- a karbantartás átalakuló és átalakító erőforrásait,
- a karbantartási folyamatot és részfolyamatait (feltételei folyamatait),
- a karbantartás szervezetét és
- a termelőeszközök funkcióképességének fenntartásához szükséges intézkedések rendjére (jellegére, tartalmára, időpontjára, gyakoriságára, paramétereire, stb.) vonatkozó, a stratégiai elgondolások megvalósítását jelentő terveket foglalja magában (**4. ábra**).

A karbantartási rendszer összetettsége, bonyolultsága sok tényezőtől függ, leginkább a termelőeszközök és funkciók által megszabott intézkedések rendszere befolyásolja.



4. ábra A karbantartási rendszer elemei

A **kapacitás menedzsment** a (tervezett) termelési feladatokhoz szükséges kapacitások létrehozását, bővítését, működtetését, karbantartását, fejlesztését foglalja magában. Ezek közül a karbantartásmenedzsmentnek nemcsak a közvetlen karbantartásban, de – jóval kisebb mértékben – a létrehozásban (beruházásban), a fejlesztésben is van szerepe és lehetősége.

Másik lényeges, szoros kapcsolatot a **kétféle tevékenység tervezése** jelentheti. Ez konkrétan a tervezett megelőző műveletek időigényének figyelembevételét jelenti a termelésstervezés részéről, illetve a váratlan hibák elhárításának jellemzői a karbantartási rendszer sajátosságaiból fakadnak.

3.2. Optimális karbantartási stratégia és karbantartási rendszer kiválasztása

3.2.1. Karbantartási stratégiák modellezési lehetősége

Egy **modellvizsgálat** során [5] párhuzamos és soros (összesen négy) gépegységből álló gyártósor esetében **háromféle** kiinduló feltétellel meghatározott karbantartási **modelleket** (összesen 16 féle karbantartási ciklussal) **elemeztek**:

- A megbízhatóság előírt szintjéhez minimális karbantartási költség tartozzon. A karbantartási költség az üzemidővel egyenesen, az átlagos hibamentes működési idővel pedig fordítottan arányos.
- A lehető legnagyobb megbízhatóság elérése rögzített költségvetési korlátokkal. Csak a rögzített ráfordítások összegéig lehet karbantartási intézkedéseket végezni. A megbízhatóság növeléséhez kisebb, a költségminimumhoz nagyobb karbantartási ciklusok tartoznak.
- A karbantartási költség és a termelésekiesés miatti veszteség összegének minimuma a teljes élettartamra.

Az **a) modell** esetében 95 %-os kívánt minimális megbízhatósági értékhez a költségminimumot (77888 USD) és az ennek megfelelő gépegységenkénti eltérő karbantartási intervallumokat határoztak meg. Az érzékenységvizsgálat pedig azt eredményezte, hogy a megbízhatóság növekedése a rendszer egészére a karbantartási költségek erőteljes, 95 % felett drasztikus növekedésével jár.

A **b) modellváltozat** a rögzített karbantartási költséggel elérhető maximális rendelkezésre állást célozta. Az előző modellben kapott karbantartási költségnél kisebb (60000 USD) előírt költségkeret betartása mellett az eredő megbízhatósági mutató éppen csak 90 % feletti lett, amelynek 5 %-os növelése 50 %-os költség-többlettel érhető el. A karbantartási intervallumok jelentősen (gépegységenként 20-35 %-kal) megnövekedtek.

A **c) modell** szerint vizsgált stratégiák közül a legkedvezőbb karbantartási költségigényű változat (75647 USD) esetén 500 USD/óra fajlagos veszteséggel kalkulált, összesen 123333 USD/év kiesési veszteség adódott viszonylag kicsi karbantartási ciklusokkal. Az érzékenységvizsgálat szerint a fajlagos veszteség értékének növekedésével, például 800 USD/óra értéknél 13,4 %-kal nő az összes költség.

3.2.2. Karbantartási stratégia és a gyártás termelékenysége

Karbantartási stratégiákkal kapcsolatos modellvizsgálatokat rugalmas gyártórendszerek termelékenységevel kapcsolatban is végeztek [6]. A szimulációs modell jellemzői:

- egyik modellben nincsenek megelőző karbantartási műveletek, a többiben igen,
- az üzemelési idő növekedésével az egyes alkatrészek meghibásodási valószínűsége nő,
- várható eredménye annak meghatározása, hogy az egyes karbantartási változatok milyen mértékben csökkentik a hibák bekövetkezésének kockázatait.

A modellvizsgálat során egy alapváltozatot és öt karbantartási stratégiát különböztettek meg:

- alapváltozat: FRC – a teljesen megbízható, azaz semmilyen karbantartási beavatkozást nem igénylő ideális eset,
- eseti (korrekciós) karbantartás: CMP – a hiba (termelésleállás) bekövetkezésekor avatkoznak be (jellemző: két hiba közti átlagos üzemidő - MTBF),
- üzemszünet idején (pl.: műszakok végén) egyszerre végzett megelőző intézkedések: BBP – a szükséges alkatrészcsere, stb. végrehajtása mellett is előfordulnak nem tervezett beavatkozások,
- tervezett üzemeltetési időtől függő intézkedések: ABP – a tervezett használati idő a tényleges (de tervezett) elhasználódásához igazodik, nem szokásos, a termelés által determinált (pl. a műszak végétől függő) ciklusokkal,
- lehetőségekből függő stratégia: OTP – a géphiba miatti üzemszünetben a gyártócellán az esedékes megelőző beavatkozásokat is elvégzik, így a hibák bekövetkezéstől függően az EHT egy része kihasználatlan marad,

- időbeli feltételektől függő beavatkozások: COP – ekkor is a hiba miatti gépál-láshoz rendelik az esedékes karbantartási műveleteket, de ezek csak előre meghatározott feltételek szerint vehetők számba (pl.: a műszak végéhez mérten a műszakidő negyedénél kisebb időtartamon belül indított hibaelhárítás esetén a megelőző karbantartásokat is elvégzik).

Egy konkrét szimulációs vizsgálat a karbantartási stratégiák hatásának megállapítását célozta a gyártócella termelékenységére (kibocsátására). A vizsgálat szerint a két hiba közötti átlagos időtartam (MTBF) alakulásától függ, hogy a gyártócella kapacitása milyen mértékben használható ki az összehasonlított karbantartási stratégiák alkalmazása esetén. A legkedvezőbb eredményt az OTP jelű adja, aztán az ABP, COP, BBP és végül a CMP következik. A stratégiák közti eltérés növekvő MTBF esetén csökken.

3.3. Összefüggések a költségmenedzsment területén

Reális menedzsment-döntéshez a berendezések teljes élettartamára eső ún. **életciklusköltségek** számbavétele ad reális alapot. Az életciklusköltségek három időszakhoz kötődően merülhetnek fel [8]:

- **beszerzési szakasz:** pl.: tervezési, beruházási, technológiai szerelési költségek,
- **üzemeltetési szakasz:** üzemeltetési költségek, pl.: energiafelhasználás, üzemeltetés személyi költségei, termelési okokból fellépő veszteségek; üzemfenntartási költségek, pl.: fenntartási intézkedések, a fenntartás működtetésének költségei, karbantartási okokból fellépő veszteségek;
- **selejtezési szakasz:** pl.: üzemem kívül helyezés, szétszerelés, hasznosítás, hulladékkezelés, ártalmatlanítás költségei.

3.3.1. Egyszerű modell a karbantartási stratégiák (rendszerek) közötti választásra

A termelési szempontok – a váratlan hibák miatti állásidő költségkihatásait – is figyelembevevő kéttényezős modell alapján dönthetünk arról, hogy az 1-es vagy a 2-es jelű (indexű) karbantartási stratégiát, illetve az ezt megvalósító karbantartási rendszert alkalmazzuk.

A két tényező:

K – a karbantartási rendszer éves átlagos „közvetlen” költsége (a karbantartás összes működési költsége [Ft/év])

V – a karbantartási rendszer alkalmazása esetén a váratlan hibákból eredő állásidőre jutó elmaradt haszon és veszteség összege [Ft/év]

Ezeket a tényezőket célszerű hosszabb (legalább egy karbantartási ciklust magában foglaló) időszak adataiból képezni mindkét karbantartási stratégiára (rendszerre) vonatkozóan.

Tekintsük a $g = \frac{K_1 + V_1}{K_2 + V_2}$ összefüggést.

Ha $g > 1$, akkor a 2-es jelű stratégia (rendszer) alkalmazása a célszerű az 1-es stratégiával szemben.

3.3.2. A kockázattal bővített gazdasági megítélés lehetősége

Különösen a folyamatos üzemű eszközök, vagy nagy értékű gépek, berendezések esetén ajánlott az optimális gazdasági viszonyokra való törekvés.

Egy esettanulmány [8] a dortmundi EUS áramszolgáltató vállalat fenntartási stratégiáját elemzi. Optimálisnak tekinti azt a karbantartási tervet, amely a termelési teljesítményt, a minőséget és a kockázatokat kiegyensúlyozottan kezeli.

A példa a távvezeték hálózat németországi üzemeltetési viszonyai között egy hosszú, 10 éves időszakban összeveti a karbantartás egyre zsugorodó költségeit és a nem megfelelő karbantartás miatt a változó kockázatok alakulását.

Az elemzési adatok igazolják, hogy a karbantartási költségek csökkentése a későbbiekben a vállalati összes költség nagyobb arányú növekedését okozhatja, egyre növekvő kockázatokkal (pl.: áramellátásban, a cég gazdálkodásában). Sajnos általában nem az előírt megbízhatósághoz szükséges karbantartási költségek nagysága a kérdés, hanem ennek a fordítottja: az adott karbantartási költségekkel milyen legyen az optimális karbantartási program.

Ez utóbbit vette alapul ez a vizsgálat [8] is, amely a külső költségvetési változatok (a referenciaszint értékének százalékban meghatározva) gazdasági hatásait számszerűsítette a felújításokra, más üzemfenntartási műveletekre, a fedezethiány miatti beavatkozás-mentességre, a 10 éves élettartamra számított jelenértékű kiadásokra és az üzemzavarok fellépésének kockázataira.

Százalékban határozták meg a tárgyévet követő évre vonatkozó eredményeket. A fontosabb megállapítások a jövőre vonatkozóan:

- a 98 %-os költségkeretű fenntartás a következő év kockázatát lényegében nem emeli;
- a 80 %-os költségkeretű fenntartás az üzemzavarok kockázatát 4,45-szorosára emeli, jelenértékben a kiadások 12 %-kal növekednek;
- ha a fenntartási költségkeret netán 25 %-kal növekedne, a jelenértéke ugyan mintegy 9 %-kal nőne, de az üzemzavarok eredeti kockázata 42 %-ra csökkenne.

3.4. A fenntartás és a termelési folyamat hatékonysága

A karbantartási stratégiának azt a célt kell szolgálnia, hogy a karbantartás által okozott vagy megfelelő karbantartással elkerülhető veszteségeket hatékonyan mérsékelje. A termelési folyamat egészét ez és számos egyéb veszteség is terheli, ezeket a szakirodalom az OEE (overall equipment effectiveness) mutatóval jellemzi.

Az eszközök átfogó hatékonysági mutatója három tényező szorzata:

$$\text{OEE} = \text{rendelkezésre állás} \times \text{teljesítménykihasználás} \times \text{minőségi ráta}$$

Mindegyik tényező 2-2 veszteségelemből áll, amelyek így az ismert hat nagy veszteségforrást jelentik (**1. táblázat**):

1. táblázat. A termelés és a karbantartás hatása a veszteségforrásokra

OEE tényezők	Hat nagy veszteségforrás	Befolyásolja	
		Termelés	Karbantartás
Rendelkezésre állás	1. Üzemzavarok miatti állásidő 2. Beállítások, átállás	+	+
Teljesítmény-kihasználás	3. Üresjárat, kisebb üzemszünetek 4. Csökkentett sebességű működés	+	+
Minőségi ráta	5. Minőségi hibák, újragyártás, selejt 6. Újraindítási veszteségek	+	+

A fenntartás a veszteségek egy részére lehet hatással, legfőképpen a meghibásodások miatti állásidő csökkentésére, esetleg a karbantartásra visszavezethető csökkent sebességű működésre és a váratlan hibaelhárítások utáni újraindítási veszteségekre. Ezekben is a termeléssel szorosan együttműködve járhat el hatékonyan.

Egy választott **gyártósor** május-október közötti időszak OEE tényezőinek **elemzése** [9] megmutatta, hogy a tényezők értékeinek ingadozása hatására a tényezők költséghatásainak megoszlása is széles határok között változott. Például: a gyártósor rendelkezésreállítás miatti veszteségaránya csak 23% / amikor a rendelkezésreállítás a legjobb-90%/, és ez 58%-ra nőtt augusztusban / amikor a rendelkezésreállítás csak 84% /.

Érdekes, hogy amíg a minőségi ráta lényegében változatlan (97-98%), addig a minőségvesztések aránya széles határok között (11-63%) változott, ellentétesen követve a rendelkezésreállítás miatti veszteségarányokat (58-23%). Ez is alátámasztja a karbantartási rendszer és folyamatai hatását a termelőrendszer rendelkezésreállítására és a termékek minőségére [10].

4. A karbantartás hatása a cég versenyképességére

A termelési folyamat hatását egy cég versenyképességére sokan vizsgálták, közülük [11] munkájára támaszkodunk. A gondolatokat természetesen tovább kell vinnünk, hiszen a karbantartás versenyképességre való hatását kívánjuk vázolni.

A **versenyképesség** a fogyasztó által, egy adott terméknek a szóba jöhető más termékekkel való összehasonlítása alapján érzékelt előnye (vagy éppen hátránya). A versenyképesség négy meghatározó **eleme**: a működés hatékonysága; a termék / szolgáltatás minősége; az innovációs képesség; a fogyasztóközpontúság. A versenyképesség a cég egésze teljesítményének eredménye. Minden vállalati

tevékenység – természetesen eltérő mértékben – hat a versenyképesség alakulására. A termelési folyamattal közvetlenül kapcsolatban lévő elemei: alacsony ár; magas minőség; gyors és biztonságos kiszolgálás; fogyasztói igényeknek megfelelő termék; széles termék / szolgáltatás választék.

Megállapítható, hogy a karbantartásmenedzsment által befolyásolható **hangyományos karbantartás-jellemzők** javulása, egyben a termelési folyamat, ezáltal az egész cég (termelőrendszer) **versenyképességi mutatóit** kedvezően befolyásolja. Így különösen a megfelelő (pl. kellően rugalmas) karbantartási stratégia és -rendszer kidolgozása és működtetése (beleértve a karbantartási folyamatok illesztését a vállalati folyamatrendszerbe), a termelőeszközök rendelkezésre állásának, megbízhatóságának, gépképességi mutatójának megkívánt szintje elérése, a karbantartási és kiesési költségek együttes minimalizálása, valamint hozzájárulás a termelőeszközök teljesítőképességének növeléséhez, pl. a szűk keresztmetszetek feloldásával, a karbantartathatóság növelésével hatékony karbantartási eszközt jelent.

A termelési folyamatra és a versenyképességre való hatás tekintetében is az egyik legfontosabb karbantartási eredménymutató a gépek, berendezések **rendelkezésreállásának mértéke**. Ez más megközelítésből is elsődlegesen fontos. A **Fraunhofer Intézet** 2004-ben 49 nagy német iparvállalatnál **felmérést** végzett. A megkérdezettek 90 %-a a legfontosabb három cél közé a termelékenység növelését sorolta, amelyet többek között, de első helyen a rendelkezésreállítás növelésével tartottak elérhetőnek. Ugyanakkor a rendelkezésreállítás megítélése nem volt egyértelmű. Miközben a vállalatoknál a gépek átlagos rendelkezésreállása 90% körüli volt,

- a 90-95 % közötti rendelkezésreállású gépekkel üzemelő vállalatok ezzel az értékkel alig, vagy egyáltalán nem voltak elégedettek;
- a 80 %-nál kisebb rendelkezésreállású gépeket használó vállalatok 20 %-ánál ez semmiféle gondot nem jelentett;
- valamennyi 90-95 % közötti rendelkezésreálló gépparkkal rendelkező vállalat a tíz legeredményesebb vállalat körébe tartozott [12].

5. Összefoglalás

A cikk be kívánta mutatni és az idézett vizsgálatokkal is igazolni, hogy

- a karbantartás a termelés nélkülözhetetlen feltételi folyamata;
- a termelés és a karbantartás kapcsolata rendszerszemléletben kezelendő;
- karbantartási eszközökkel (pl.: a karbantartási stratégia és rendszer célszerű megválasztásával, a karbantartásra visszavezethető kiesések csökkentésével) a termelő berendezések termelékenysége, kapacitáskihasználása növelhető;
- egy-egy jellemző adat (pl.: a rendelkezésreállítás mértéke) megítélése ugyan eltérő, de aligha kétséges, hogy a **hatékony és együttműködő termelés és fenntartás** a vállalat sikerességét elősegíti.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Gaál, Z. (szerk.): *Karbantartási kézikönyv*, RAABE Tanácsadó és Kiadó Kft., Budapest, 2002-2007
- [2] Boros, T-né (összeáll.): *A karbantartás hatékonyságvizsgálata benchmarkingon alapuló módszerrel*. In: Műszaki Információ Üzemfenntartás-karbantartás (MIÜF), 2005/5 BME OMIKK, Budapest, p. 3-14.
- [3] Vermes, P.: *A vevőszolgálat, a fenntartás, valamint a hiba- és gyengepont elemzés komplex kölcsönhatásai*, Doktori értekezés, Gödöllő: GATE, 1997., pp. 122 +mell.
- [4] Vermes, P.: *Alapelvek a karbantartás-szervezésben*. In: Országos Karbantartási és Munkabiztonsági Konferencia, GTE, Nyíregyháza, 2006. jún. 28-30. CD, p. 17
- [5] Gittlár, F-né (összeáll.): *Üzemfenntartási stratégia optimális viszonyainak modellszámítása*. In: Műszaki Információ Üzemfenntartás-karbantartás (MIÜF), 2007/4 BME OMIKK, Budapest, p. 14-24.
- [6] Gittlár, F-né (összeáll.): *Rugalmas gyártócellák termelékenysége és az üzemfenntartási stratégia közötti kapcsolat*. In: Műszaki Információ Üzemfenntartás-karbantartás (MIÜF), 2007/3 BME OMIKK, Budapest, p. 12-22.
- [7] Boros, T-né: *Új megközelítés termelési segédeszközök gazdasági értékelésében*. In: Műszaki Információ Üzemfenntartás-karbantartás (MIÜF), 2003/2 BME OMIKK, p. 12-17.
- [8] Bühner, V.: *Asset Risk Management. Risikobewertung zur Optimierung von Instandhaltungs- und Erneuerungsmassnahmen*. In: Das Magazin für die Energiewirtschaft, 105. k. 12. sz., 2006. jún., p 18-21.
- [9] Juric, J. – Sánchez, A. – Gori, A.: *Money-based overall equipment effectiveness*. In: Hydrocarbon Processing , 85. k. 5. sz., 2006., p. 43-45.
- [10] Szűcs, S.: *A szükséges „rossz” mint jó befektetés. Karbantartás minőségirányításának feladatai*. In: Economica, IV. új évf. 10. sz., 2011., p. 106-115.
- [11] Marosán, Gy.: *Termelés és szolgáltatásmenedzsment*, Budapest, Általános Vállalkozási Főiskola, 2006., pp. 228.
- [12] Pálkás, J. (összeáll.): *A karbantartás hatása a vállalkozás eredményességére*. In: Műszaki Információ Üzemfenntartás-karbantartás (MIÜF), 2006/6 BME OMIKK, Budapest, p. 13-16.