

Szakácsi István alezredes:

ÜZEMFENNTARTÁSI STRATÉGIÁK ÉS ALKALMAZHATÓSÁGUK EGYES KÉRDÉSEI AZ MH HADITECHNIKAI ARZENÁLJÁBAN

ÖSSZEFOGLALÓ: Ami elromolhat, az el is romlik, tartja a közmondás. A megállapítás különösen igaz (nagyobb az előfordulás valószínűsége) komplex rendszerek tekintetében, kiemelten ott, ahol az ember–technika kapcsolat jelentős mértékű és igen összetett. A katonai műveletek pontosan ilyen rendszert képeznek, ahol ráadásul a megbízhatóság létfontosságú alapkövetelmény. Korszerű haderők számára elkerülhetetlen feladat, hogy a (hadi)technikai fejlődés járulékos következményeiként fokozott jelentőségűvé vált fenntartási tevékenységük feltételrendszerit is megfelelően biztosítsák. A szerző célja az említett fenntartási feltételrendszer egyes kérdéseinek megvilágítása a Magyar Honvédség vonatkozásában.

KULCSSZAVAK: haderőfejlesztés, haditechnika, üzemfenntartás, rendszerszemlélet

BEVEZETŐ GONDOLATOK

A 21. század elejére a technikailag és funkcionálisan is komplex, integrált haditechnikai eszközök (eszközrendszerek) meghatározó arányú fejlődése jellemző (pl. felderítő-, vezetés-irányítási, infokommunikációs és álcázórendszerek, robottechnika, fegyverzet stb.). Ezek a korszerű eszközrendszerek – a hatványozottan jelentkező feladatok (komplex hibaforrások, kiemelkedően magas megbízhatósági követelmények) megoldása érdekében – feltétlenül megkövetelik a korszerű rendszerszemléletű üzemfenntartást. A haditechnika fejlődésének másik alapvető jellemzője (egyben egyik fő célkitűzése), hogy közvetlenül hat a harctevékenységi módok alakulására, hatékonyságára, egyre integráltabb szervezeti struktúrákat is eredményezve. Ezt az ok-okozati összefüggéseivel, technikai sokrétűségével, integráltságával komplex egységet alkotó katonai rendszert is csak rendszerszemlélettel lehet (van értelme) elemezni.

Mielőtt az adott témakörben szereplő egyes kérdések részletes vizsgálatába belefognánk, célszerű az alapvető műszaki fogalmakat röviden áttekinteni, az adott fogalomkörben elhelyezni, mivel a szakmán belül is gyakran tapasztalható azok nem egyértelmű alkalmazása.¹ A haditechnikai eszközök – a megvalósítás, alkalmazás és újrahasznosítás anyagi körfolyamatát magában foglaló – létének műszaki, logikai gondolatmenetét a *teljesélettartam-modell* önti a műszaki technikai gazdálkodási tevékenységek tervezéséhez szükséges, alkalmazható formába. Az élettartammodell egyszerűsített főbb folyamatai alatt a következőket lehet említeni: igény (követelmény) meghatározása, rendelkezésre álló erőforrások hozzárendelése, kutatás/fejlesztés/tesztelés, beszerzés, rendszerbe állítás, ellátás/elosztás, telepítés/üzembeállítás, üzemeltetés, továbbfejlesztés/vagy rendszerből kivonás, értékesítés (újrahasznosítás).

¹ A tanulmányban található megállapítások javarészt a szerző több évtizedes szakmai tapasztalatain alapulnak, amelyeket fegyverzettechnikai üzemeltetésben (főként üzemfenntartásban) és logisztikai támogatásban szerzett.

A (had)technikai eszközök egyik legfontosabb, önmagában is eléggé összetett funkcionális rendszere az *üzemeltetés*,² amelynek bonyolultságát tovább fokozza annak többszörös dualitása, azaz egyrészt az alkalmazó-üzemben tartó és a technika, másrészt pedig a kiszolgáló-üzemfenntartó és a technikai alrendszerek kettőssége.

Írásomban ez utóbbi alrendszer egyes kérdéseit tekintem át. Megvizsgálom, hogy a gyakorlatban leginkább alkalmazott korszerű üzemfenntartási stratégiák, eljárások hogyan, milyen módon adaptálhatók a Magyar Honvédség haditechnikai eszközállományára.

A KÉRDÉSFELVETÉS INDOKAI

A kérdéskör vizsgálatát számos tényező indokolja:

- a Magyar Honvédség arzenáljában manapság is többségben lévő szovjet eredetű haditechnikai eszközök élettartamának végső stádiumhoz való közeledése;
- a folyamatos haderőfejlesztés keretében több lépcsőben beszerzett (és beszerzendő) haditechnikai eszközök perspektivikus fejlődése, nagyfokú integráltsága;
- az új és általában a technikai eszközök üzemeltetési eljárásainak korszerűsödése;
- az üzemfenntartó rendszerek strukturális átalakulásának szükségszerűsége;
- növekvő költségigények és az ezzel ellentétben régóta fennálló forráshiányok.

Az említettekből logikusan következik, hogy a változásokat, folyamatokat fontos nyomon követni, hogy a rendszer hatékonyságának fenntartása érdekében meg tudjuk tenni a szükséges lépéseket. A katonai feladatokban a nyilvánvaló alkalmazói kiképzettség/felkészítettség mellett létfontosságú követelmény a haditechnikai eszközök folyamatos, megbízható üzemképességének és hadrafoghatóságának³ fenntartása (meghibásodás⁴ elkerülése), amelynek alapvető értékelési kritériumai között szerepelnek az üzemfenntartás jellemzői (technikai állapotjelzők). Elengedhetetlenül fontos megismerni, elemezni az üzemeltetési folyamatokat, amelyek folyamatosan változó eredményeire alapozóan kell a megfelelő menedzsment-technikákat, üzemfenntartási eljárásokat alkalmazni, illetőleg a fenntartó szervezeti átalakításokat is végrehajtani. Az említett problematika súlyát igazolják a polgári életben manapság igen intenzíven átalakuló nagyobb üzemeltetői rendszerek (pl. tömegközlekedés, szolgáltatók stb.). E rendszereknél a tevékenységi kör jellege, a túlnyomóan jellemző profitorientáció mellett a társadalmi hasznosságnak is mérvadó szempontnak kell lennie a többnyire igen bonyolult, körültekintően megalapozott döntést igénylő innovációs feladatokban. Ez a megállapítás vonatkoztatható a Magyar Honvédségre is, ahol a Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájának megfelelően, annak folyamatos felülvizsgálata mellett kell meghatározni hazánk nemzeti katonai stratégiáját, a haderő-fejlesztési elveket, módokat, a megvalósítás ütemét.

A RÉGI HADITECHNIKAI ESZKÖZÖK ÜZEMELTETÉSÉNEK JELLEMZŐI

A problémakör vizsgálatát célszerű az elmúlt évtizedek jellemzőinek (egyben a kialakult helyzet okozóinak) áttekintésével kezdeni:

² Szabó József (főszerk.): *Hadtudományi lexikon (M–Zs)*. Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1995, 1386.

³ Hadrafoghatóság: az üzemkész haditechnikai eszköz feltöltött a harc megvívásához szükséges harcanyagokkal is.

⁴ MSZ IEC 50(191):1992 szabvány szerint a meghibásodás olyan esemény, amely során a termék elveszti azt a képességét, hogy el tudja látni előírt funkcióját.

- a szovjet dominancia hatására a hadipari tevékenység a Varsói Szerződésben⁵ (a továbbiakban VSZ) erősen differenciált volt (a Szovjetunió [továbbiakban SZU] szinte minden, a többi tagország csak néhány szegmensben gyárthatott haditechnikát), amelyet csak tetézett a politikai döntés alapján (szovjet beszerzést preferálón) fokozatosan leépített⁶ hazai haditechnikai kutatás-fejlesztés, eszközgyártás, és az ezek következtében kialakult – később egyre súlyosbodó – függőség az eszköz- és alkatrész-utánpótlásban;
- a korábbi – tömeghadsereg elvén kialakult – haderő mérete nem állt egyensúlyban az ország gazdasági teherbíró képességével (egyre növekvő forráshiányt okozva);
- a VSZ megszűnésével gyakorlatilag a haditechnikai rendszerek fenntartásához szükséges hadiipari források is megszűntek vagy átalakultak. A következmény: készlet-hiányok okozta technikailag indokolatlan állagromlás;
- a többlépcsős haderőreform létszámcökkentéseivel nem volt egyenes arányú a haditechnikai eszközpark csökkentése, ennek következményeként felgyorsult a tárolásba került haditechnika állagromlása;
- a haderőreform során tömegesen kivált, magasan képzett hivatásos állomány szinte pótolhatatlan műszaki-technikai ismereti, tapasztalati értékeket vitt magával, máig ható hiányokat okozva ezen a téren;
- a lényegesen csökkentett szolgálati idejű kezelő és kiszolgáló sorállomány szakképzettségi hiányosságai miatt tovább romlott a technikai eszközök általános műszaki állapota;
- az üzemfenntartás technológiai-technikai, de legfőképpen szervezeti háttérének drasztikus változásai (a technikai kiszolgálási rendszert⁷ érintő szervezeti változások [HM zrt.-k megjelenése], nehezen helyettesíthető fenntartási anyagok, elavult diagnosztika stb.);
- a haderőreformot nem követte a hadfelszerelés korszerűsítését megfelelően elősegítő költségvetési támogatottság, emiatt a haditechnikai eszközök rendszerben tartási ideje kitolódott (elavultság, teljes amortizáció, kritikus alkatrészhiányok, növekvő fenntartási költségek stb.).

AZ ÜZEMELTETÉS ÉS AZ ÜZEMFENNTARTÁS PROBLÉMÁI

- Az MH új (modern) haditechnikai eszközeinek üzemeltetése terén számos gond tapasztalható:
- nagyfokú az arányeltolódás az eszközbeszerzések és a fenntartási szükségletek biztosítása között (ez régen is gyakorta jellemző volt);
 - a NATO-n belüli műveleti együttműködés keretében térítésmentesen kapott korszerű hadfelszereléshez többnyire nem érkezik fenntartási támogatás (technológiai és fenntartási készlet-hiányosságok stb.);

⁵ Varsói Szerződés (1955. május 14. – 1991. április 1.): a közép- és kelet-európai egykori szocialista országok védelmi katonai-politikai szervezete, melynek Magyarország is tagja volt.

⁶ A folyamat, mint az szakmai berkekben köztudott, sajnos napjainkig tart.

⁷ Prof. dr. Ungvár Gyula mk. ezredes (2013) által kidolgozott, az MH-ban 1987-ben bevezetett 6 fokozatú Technikai Kiszolgálási Rendszer, amely elvileg létezik – nincs helyettesítve mással –, ám a valamikori részét képező közép- és központi kiszolgáló szervezeti elemek leszervezése következtében, valamint az egység szintű minimálisnak tekinthető javítóképességet is tekintve, gyakorlatilag csak töredékében tekinthető működőképesnek, folyamatában vizsgálva pedig egyáltalán nem.

- számos haditechnikai eszköz esetében kizárólag a gyártó biztosíthatja a szervizszolgáltatást, amely a katonai terület egyik legfontosabb sajátos jellemzőjének, az autonóm fenntartó képességnek a romlását, kiszolgáltatottságát, függőségét okozhatja. (Hazai gyártású eszközöknél ez megfelelő szerződéssel orvosolható, külföldi gyártó esetében viszont akár a működtetést is ellehetetlenítheti.)

A régi és a modern technika együttes fenntartásából is adódhatnak problémák:

- a régi és az új eszközök által igényelt fenntartási rendszerek jelentős eltérései okozta műszaki-technikai nehézségek (pl. analóg-digitális technika, kompatibilitás stb.);
- jelentősen eltérő karbantartási ciklusokból, munkacapacitás-igényekből, költségekből és aránytalan hatékonyságú munkaeredményeiből összetevődő tervezési, szervezési és végrehajtási nehézségek.

A fentebb említettek következtében nyilvánvaló, hogy az üzemeltetőre többoldalú nyomás nehezedik a technikai eszközök feltételhiányos környezetben való üzemeltetésének folyamatos, stabil minőségű biztosítására, amely költséghatékony megoldások állandó keresésére kényszeríti a fenntartókat (köztük a technikai kiszolgálási rendszer korszerűbb, hatékonyan egységes kialakítására is). Egy rendszer létrehozása nem megy máról holnapra, az csak a már többször említett átfogó rendszerproblematikai szemlélet alkalmazásával, korszerű műszaki-technikai, terminológiai ismeretek birtokában, a követelmény- és feltételrendszerek alapos elemzésével és teljes körű megvalósításával lehetséges.

AZ ÜZEMELTETÉS (KIEMELTEN ÜZEMFENNTARTÁS) EGYES RENDSZERVIZSGÁLATI ASPEKTUSAI

Rendszer-problematikai szemlélet általánosan komplex módszertani kérdéseivel igen sok tudományos munka foglalkozik,⁸ ellenben az üzemfenntartás elméleti kutatási és még inkább széles körű gyakorlati fejlesztési eredményeiről keveset olvashatunk. Ennek oka, hogy a szerteágazóan komplex technikai eszközök (eszközrendszerek) funkcionális és környezeti jellemzőinek – számtalan aspektusból elvégezhető – vizsgálati modellezése igen bonyolult feladat. Ráadásul a feladat meglehetősen termékspecifikus, azaz a rendszerek működési tapasztalatait az alkalmazók diszkrétan kezelik, és általában csak egy újabb rendszer bevezetését/beállását követően teszik közzé teljes körűen a régebbi verzió jellemzőit. Nincs ez másként a katonai területen (így az MH-ban) sem, sőt itt még fontosabb a technológiai információvédelem. A meglévő egységes technikai kiszolgálási rendszer konkrét eszközökre (eszközcsoportokra) vonatkozó üzemi paraméterei vagy az időnorma szerint (ciklikusan) végzett kiszolgálási műveletek gyakorisága igen fontos adatoknak számítanak.⁹ Ugyanis ezen információk birtokában valószínűsíthető a kiszolgálások végrehajtási időintervalluma, kiegészítve ezeket fenntartási készletadatokkal, könnyen megállapítható a haditechnikai eszközök adott időpontbeli technikai állapota, hadrafoghatósága – mely ismeretek megszerzése számos előnyt jelenthet az ellenség számára. Az üzemfenntartás rendszervizsgálatához szükséges modellek meghatározásánál (lásd 1. ábra) alapvető az alkotóelemek fogalmi definiálása, azt követően pedig az azokat jellemző folyamatok változó értékeinek meghatározása

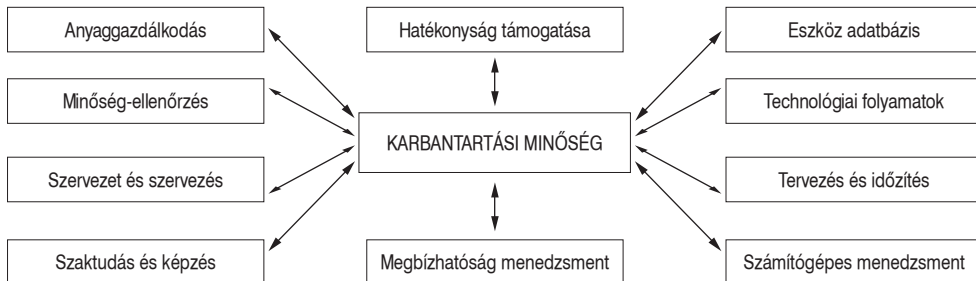
⁸ Szerzői ajánlás: Dr. Topár József: Minőségmenedzsment. Oktatási segédanyag, BMGE, Budapest, 2005. URL: http://www.epito.bme.hu/vcst/oktatas/feltoltetek/BMEEOVKASG5/min_tqm.pdf (Letöltés időpontja: 2014. 12. 19.)

⁹ Ilyen „TITKOS” kezelésű az Ált./82. számú szakmai utasítás: Szakutasítás a szakaszosan üzemelő és a tárolt fegyverzeti és technikai eszközök és anyagok egységes technikai kiszolgálására. HM, 1987.

(elhasználódási folyamat leképezése, hibaforrások feltárása stb.). A tipikusan meghatározó jellemzők alkalmazása esetén a modell az elvárt követelmények szerinti, a valós állapothoz közeli, reális működést produkálja. A fenntartási rendszer fejlesztéséhez – a folyamatokon belüli összefüggések korszerű kutatási módszerekkel történő feltárása, modellezése mellett – elkerülhetetlen a szemléletváltás, a vezetés irányítás végrehajtás összehangolása, optimális feltételrendszerének kialakítása.

Az üzemeltetést befolyásoló jellegzetes külső tényezők a katonai műveletekben:

- saját erők képességei (kiképzettség, felkészültség, bevetethetőség, felszereltség, készenléti idő, alkalmazási hatékonyság stb.);
- a számításba vehető ellenerő képességei;
- műveleti feladatok sajátosságai (hadszíntéri környezet, együttműködés, támogatás stb.).



1. ábra Az üzemfenntartási rendszer egy lehetséges (tevékenység- és folyamatrendszerre épülő) működési modellje

Forrás: Tom Dabbs – Dave Bertolini: A Lumber Mill’s Renaissance Cultural Change for Success. Life Cycle Engineering, Inc. 2002 <http://www.maintenanceresources.com/referencelibrary/ezine/lumbermill.html> (Letöltés időpontja: 2015. 01. 10.)

Az üzemeltetés rendszervizsgálatának egyes aspektusai:¹⁰

- fenntartási modell;
- terotechnológiai koncepció;¹¹
- vezetés-irányítási alrendszer;
- készenléti alrendszer (üzemeltető–üzemfenntartó szoros kapcsolata);
- gyártó–üzemben tartó kapcsolati alrendszer.

A fenntartási modellel kapcsolatban (az 1. ábra alapján) érdemes kiemelni: működésének alapvető feltételei mellett (definiálás, folyamatleírás) a bemeneti tényezők minél pontosabb megadása, annak fő (műveleti)- és mellékfolyamati (feltételi rendszer) elemzése alapján megjelenő kimeneti tényezők értékelése, szükséges mértékű visszacsatolása garantálja a modell megfelelő működését, hasznosíthatóságát. Erre az analógiára épül a nemzetközi szakirodalomban terotechnológiának nevezett koncepció, amely a termék teljes élettartamára kivetített körfolyamatot tekinti alrendszernek, amelynek fontos építőeleme a terve-

¹⁰ Turcsányi Károly mk. alezredes: A fegyverzeti és technikai eszközök üzemeltetése és fenntartása elméletének alapkérdései. Egyetemi doktori értekezés. ZMKA, 1989, 36.

¹¹ Teljes életciklusra kiterjedő, több szempontú (tervező-gyártó-felhasználó, gazdasági-műszaki, haszonelvű minőségmenedzsment stb.) fejlesztést, kivitelezést, alkalmazást jelent. Ahol az érdekeken, igényeken, tapasztalatokon alapuló információ-visszacsatolás elengedhetetlen előfeltétele a mindenki számára (közel) ideális megoldás kialakításának.

ző–gyártó–üzemeltető közötti kapcsolat. Az említett vizsgálati szempontok önmagukban is eléggé komplexek, viszont objektivitásukból adódóan a mérnöki munka szempontjából sokkal jobban kezelhetők, mint a rendszervizsgálat számos szubjektív tényezőt magában foglaló vezetés-irányítási, valamint készülségi-készenléti részrendszerei.

Műszaki területen dolgozó szakemberektől gyakran hallani, hogy nem lehet elköteleződni egyetlen fenntartási stratégia irányába sem, azokat a gyakorlatban többnyire jellemzően vegyesen kell alkalmazni. A komplex eszközöknél a többnyire vegyesen alkalmazott fenntartási stratégiák, karbantartási módok valódi kiváltó oka alapvetően az adott technikai eszköz különféle műszaki-technikai jellemzővel rendelkező részegységeinek technikai felépítettségétől, fejlettségétől függ, továbbá az üzemeltető számára rendelkezésre álló feltételektől (ideális esetben a gyártó üzemeltetési utasításban, szervizkönyvben meghatározza ezeket az optimális üzemeltetési feltételeket, karbantartási eljárásokat).

A technikai eszközök új állapotot megközelítő, minél folyamatosabb üzemkész technikai állapotának fenntartása érdekében az üzemfenntartás fő feladatai az alábbiak:

- rendszeresítés (beszerzés), rendszerbe állítás (üzembe helyezés) műszaki-technikai vizsgálatában való részvétel;
- az üzemeltetés felügyelete (üzemeltetési előírások, normatívák meghatározása, beartásának felügyelete);
- tervszerű – meghibásodást, üzemkiesést – megelőző karbantartás;
- javítás;
- fenntartói logisztika (szállítás, tárolás, fenntartási anyaggazdálkodás);
- üzemfenntartási rendszer fejlesztése.

Az üzemfenntartási rendszer fejlesztését befolyásoló főbb tényezők:

- műszaki-technikai fejlődés;
- gazdasági célkitűzések;
- üzemeltetési célkitűzések;
- az optimális üzemeltetéshez rendelkezésre álló lehetőségek.

Az üzemfenntartási stratégiák fejlődési célkitűzései:

- a megbízhatóság növelése az üzemeltetésben;
- a megelőző karbantartás részarányának, hatékonyságának növelése a váratlan meghibásodások részarányának csökkentése mellett;
- megbízható és költséghatékonyan karbantartható egyszerű konstrukciók létrehozása;
- üzemeltetési költségek redukálása;
- az üzemeltetési feladatok integrációja (autonóm üzemben tartás irányába).

Az üzemeltetés szempontjából az üzemfenntartás legfontosabb feladatai az alábbiak:

- hosszú és megbízható üzemidők (ciklusidők) biztosítása (a 2. ábrán látható karbantartási feladatok);
- üzemidőn kívüli (lehetőleg holtidőben), rövid idejű karbantartás;
- rugalmasan operatív rendelkezésre állás.

Az üzemfenntartás karbantartási alaptaktikái:

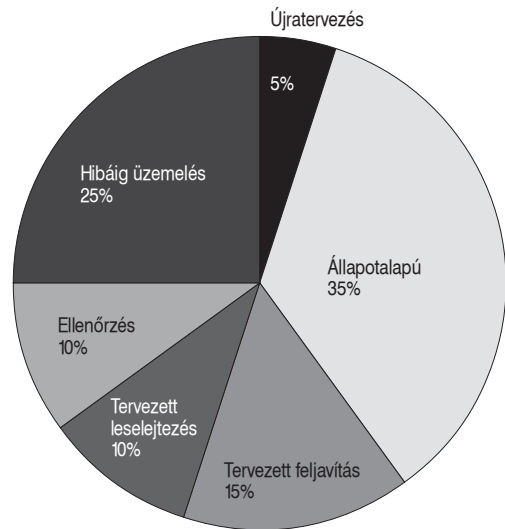
- javítás (szükség szerinti);
- megelőzés (preventív feladatok);
- előrejelzés (prediktív feladatok);
- hibakeresés (modern diagnosztikai technológiák).

Az élettartam alatti üzemfenntartás során a karbantartási feladatok többnyire jellemző megoszlását a 2. ábra mutatja. Ennek alapján megállapítható, hogy a műszaki állapotfüggő

karbantartás aránya igen magas (35%), tehát a tudatosan gyűjtött és szakszerűen feldolgozott (elemzett) tapasztalatokon alapuló megelőzés vagy a fejlett diagnosztikán alapuló előrejelzés/hibakeresés jelentheti a rendszer hatékony fejlesztésének egyik megoldását.

Az eszköz tervezése, gyártása során az egyszerűbb üzemfenntartás (hatékonyabb üzemeltetés) érdekében kitűzött célok, alkalmazott főbb eljárások:

- alkalmazói igények részletesebb, pontosabb felmérése, meghatározása;
- legfontosabb üzemeltetési jellemzők (hibamentesség, javíthatóság, tartósság, tárolhatóság) fejlesztése;
- tervezés hatékonyságának növelése (informatikai háttér, modellezés, szimuláció stb.);
- minőségbiztosítás hatékonyságának növelése;
- meghibásodás nélküli üzemidők (ciklusidők) növelése;
- biztonsági tartalékok (minőség, túlméretezés, duplikált funkciók stb.) alkalmazása;
- egyszerű technikai megoldású (ezáltal olcsóbb, megbízhatóbb működésű), hosszú (vagy valamilyen [pl. marketing] szempontból optimális) üzemeltetési tartalékkal¹² (lásd 3. ábra) rendelkező eszköz létrehozása;
- üzemfenntartási szaktudásigény/idő/anyagköltségek stb. minimalizálása;
- az üzemfenntartás automatizálása, üzemben tartó által végrehajthatóvá tétele.



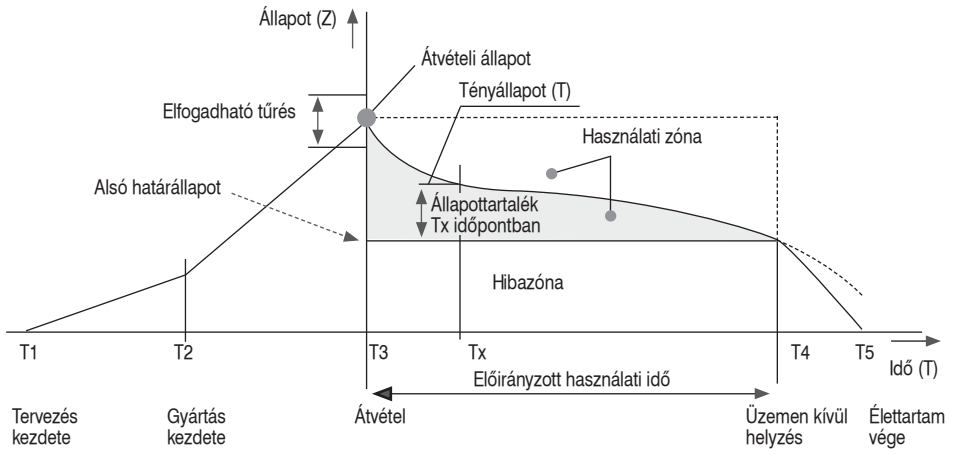
2. ábra Karbantartási feladatok jellemző megoszlása

Forrás: ftp://witch.pmmik.pte.hu:2001/Tanszeki_anyagok/Gepszerkezettan%20Tanszek/KarbartartE1k.ppt (Letöltés időpontja: 2015. 01. 10.)

ÜZEMFENNTARTÁSI STRATÉGIÁK, RENDSZEREK JELLEMZŐI, ÖSSZEVETÉSE

A technikai fejlődés, a gépekkel szemben támasztott új elvárások megjelenése (a multifunkcionalitás, kompatibilitás, megbízhatóság, hosszú élettartam, könnyű kezelhetőség stb.) szükségessé tették az üzemfenntartási (régiesen karbantartási) stratégiák perspektivikus fejlődését is (lásd 4. ábra). Az eszközök, berendezések növekvő technikai komplexitása (pl. elektronikai, informatikai téren), funkcionális integráltsága, a klasszikus és a korszerű karbantartási stratégiák együttes alkalmazását eredményezte, hatékonyan ötvözve a klasszikus karbantartási stratégiák előnyös tulajdonságait a megjelenő újabb és újabb javítási eljárásokkal és szerelési technikákkal. A következőkben röviden összefoglalásra kerülnek a gyakorlatban leginkább alkalmazott üzemfenntartási stratégiák legfontosabb jellemzői.

¹² A gyakorlatban üzemeltetési tartaléknak nevezik az eszköz teljes élettartamán belül a fő funkcióra biztosítható összes üzemidőt.



3. ábra Az üzemeltetési tartalék változása a teljes élettartam alatt. Az ábrán a teljes élettartam alatt tipikusan változó műszaki állapot látható, kiemelten a fő funkcióra fordított időtartamban (üzemeltetési tartalék)

Forrás: Karbantartási stratégiák fejlődése. Delta-3N Kft. <http://www.delta3n.hu/gepvedelem/karbantartasi-strategiak-fejlo%C3%A9se> (Letöltés ideje: 2014. 12. 19.)

1. Meghibásodásból eredő helyreállító javítás, vagy meghibásodásig tartó üzemeltetés (Failure Based Corrective Maintenance – FBCM)

Előnyei:

- folyamatosabb üzemeltetési ciklusok biztosíthatók;
- üzemeltetési tartalék teljes kihasználhatósága;
- állapotfigyelés (diagnosztika), karbantartás nem szükséges;
- egyszerűen tervezhető fenntartási költségek.

Hátrányai:

- nagyobb üzemeltetési tartalékok szükségesek;
- viszonylag váratlan idejű és nehezen kiszámítható következményű meghibásodások;
- huzamosabb idejű üzemkészség-kiesések (javításkor);
- operatív javítókapacitást, nagy alkatrész készlet-fenntartást igényel.

Az alkalmazási terület jellemzői:

- önálló (nem rendszerbe kapcsolt) eszköz/berendezés;
- huzamosabb üzemkiesés nem okoz problémát (pl. csere/tartalék eszköz biztosított);
- igen bonyolult technikai felépítésű, csekély mértékű karbantartást igénylő eszköz, amelynél a diagnosztika nem vagy nehezen (gazdaságtalanul) oldható meg, ezért folyamatos karbantartása nem célszerű (pl. elektronikai rendszerek – folyamatos diagnosztika csak bizonyos rendszereknél biztosítható);
- az eszköz, részegység nehezen hozzáférhető, hosszú üzemeltetési ciklusú vagy egyszerű technikai felépítésű (könnyen javítható), ezért karbantartás vagy diagnosztika nem indokolt (pl. egyes géphajtóműelemek).

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra (alkalmazhatóságra):

- fegyverek (folyamatos diagnosztika nem biztosítható);
- optikai eszközök (zárt, nehezen hozzáférhető rendszer);
- gépek, járművek részegységei;

- szavatossági idővel rendelkező alkati elemeket tartalmazó részegységek (pl. kémiai összetevők – hajtómű-üzemanyag, pirotechnikai vagy robbanóanyag stb. –; a gyakorlatban gyakran cserével előzik meg a hibát, amely a következő, második csoportba tartozik).

2. *Tervszerű (ciklikus) megelőző karbantartás – TMK (Preventive Maintenance – PM)*

Előnyei:

- üzemeltetési tartalék közel fenntarthatósága;
- kevesebb váratlan meghibásodás által megbízhatóbb üzemeltetés biztosítható;
- jól tervezhető karbantartási kapacitás;
- egyszerűen tervezhető fenntartási költségek.

Hátrányai:

- kisebb volumenű (bár fenntartható) üzemeltetési tartalék;
- viszonylag rövidebb idejű üzemeltetési ciklusok;
- nagyobb fokú karbantartási igény (amely lehet egyben hibaforrás is);
- tervezhető, de magasabb fenntartási költségek.

Alkalmazási terület jellemzői:

- rendszerbe kapcsolt vagy intenzív üzemelésű, ezért megbízható működést igénylő eszköz/berendezés;
- a stratégia az üzemi paraméterek méréséből, statisztikai elemzéséből kialakított tapasztalatokon alapul, amelyhez célszerű megfelelő informatikai háttér;
- gyakoribb, de rövid üzemkiesés nem okoz problémát (pl. ciklikus üzemben tartásnál);
- üzemi-környezeti tényezőkre (kenés, hőmérséklet, páratartalom stb.) érzékeny, ezért folyamatos karbantartást, gyakori alkatrészcsereét igénylő, középszintűen összetett, bonyolult felépítésű eszközök.

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra/alkalmazhatóságra:

- üzemi paramétermérővel (km, üzemóra, lövésszám, nyomás, hőmérséklet, páratartalom, elektromos töltöttség/feszültség/áramerősség stb.) rendelkező haditechnikai eszközök (pl. gép, jármű, berendezés, fegyver);
- elektronikai rendszerek (üzemi-környezeti tényezőkre érzékeny eszközök);
- rakéták (tárolásnál környezeti tényezőkre érzékeny eszközök).

3. *Teljesítményfüggő karbantartás az elvégzett munka szerint változó paraméterek alapján (Parameter Condition Based Maintenance – PCBCM)*

Előnyei:

- optimális üzemeltetési élettartam-kihasználás;
- teljesítmény függvényében tervezhető karbantartás;
- jól tervezhető, alacsonyan tartható fenntartási költségek.

Hátrányai:

- változó intenzitású üzemelés esetén nehezen időzíthető karbantartás, kevésbé használható ki az üzemeltetési tartalék;
- a szakaszos üzemelés következtében fellépő káros tényezők diagnosztizálása, hatásuk meghatározása nehezebb, mint a folyamatos üzemnél, ezért nagyobb a váratlan meghibásodások előfordulási esélye;
- az eszközállapot–teljesítmény–üzemi mutatók kapcsolat nagyobb ismeretét igényli.

Az alkalmazási terület jellemzői:

- a stratégia alapja a jellegzetesen igen eltérő igénybevételű részegységekkel rendelkező eszköz üzemi paramétereinek analizálása;
- ez a stratégia az előző merev ciklusú és a következő állapotfüggő karbantartási stratégiák „felhasználóbarát” elvű (szükséges alapfeltételeknek eleget tevő eszközöknél), rugalmas ötvözetének is tekinthető;
- változó intenzitású üzemelésre/üzemkiesésre nem érzékeny eszközök;
- üzemi-környezeti tényezőkre (kenés, hőmérséklet, páratartalom stb.) nem túl érzékeny, ezért folyamatos karbantartást nem igénylő – többnyire megbízható, egyszerű felépítésű – eszközöknél alkalmazható.

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra/alkalmazhatóságra:

- üzemi paramétermérővel (km, üzemóra, lövésszám, nyomás, hőmérséklet, páratartalom, elektromos töltöttség/feszültség/áramerősség stb.) rendelkező haditechnikai eszközök (pl. gép, jármű, berendezés, fegyver);
- repüléstechnikai eszközök (az üzemelés függvényében jól számítható, diagnosztizálható, modellezhető állapotváltozások, ezáltal kiegyensúlyozottan, költséghatékonyan tervezhető karbantartás).

4. Műszakiállapot-függő karbantartás (Condition Based/Centered Corrective Maintenance – CBM, CCM)¹³

Előnyei:

- majdnem teljes üzemeltetési élettartam-kihasználás;
- hibák bekövetkezte előtti karbantartás által megbízható üzemeltetés biztosítható;
- teljes élettartam-diagnosztika által bőséges információ a fejlesztéshez;
- gazdaságosan tervezhető fenntartási költségek.

Hátrányai:

- folyamatos vagy időszakos diagnosztika fenntartását igényli;
- a megbízhatóságot a diagnosztikai meghibásodás csökkentheti;
- számottevő mennyiségű információ feldolgozását igényli;
- jól képzett szakállományt igényel.

Az alkalmazási terület jellemzői:

- fontos funkciójú, nagy értékű, igen komplex, rendszerbe kapcsolt vagy intenzív üzemelésű, ezért megbízható működést igénylő eszköz/berendezés, amelynél rendszeres/folyamatos diagnosztikai adatok alapján határozzák meg a szükséges karbantartási műveletet és annak időzítését;
- üzemi-környezeti tényezőkre igen érzékeny eszközök, amelyeknél váratlan üzemkiesés nem megengedhető, ezért folyamatos diagnosztikát, karbantartást igényelnek;
- könnyen karbantartható, javítható (cserélhető alkatrészek/egységek).

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra/alkalmazhatóságra:

- repüléstechnikai eszközök (folyamatos diagnosztika);
- teljesítménynormás (km, üzemóra, lövésszám stb.) haditechnikai eszközök (pl. fegyver, harcjármű, speciális gépek);
- lokátortechnikai eszközök (intenzív üzemelésű, komplex eszköz).

¹³ Policy for Department of Defense Conditioned-Based Maintenance Plus. Defense Pentagon, Washington DC, 2002, 1–3. http://www.acq.osd.mil/log/mpp/cbm+/cbm_policy_memorandum.pdf (Letöltés időpontja: 2014. 12. 19.)

5. Tudásalapú (megelőző) karbantartás (Knowledge-Based Maintenance – KBM)

Előnyei:

- a minimalizált számú meghibásodás által megbízható, hosszú ciklusidejű üzemeltetés biztosítható (minőségi tervezés–gyártás–fenntartás során a hibaforrások kiszűrése);
- folyamatos minőségi fejlesztést tesz lehetővé;
- minimálisra csökkenthető átlagos fenntartási költségek (teljes felújítást kivéve).

Hátrányai:

- üzemeltetési tapasztalatok rugalmas felhasználását igényli a fejlesztésben, gyártásban;
- körülmények szerinti tervezést, gyártást igényel;
- a megbízhatóság növelésével a gyártási költségek is növekednek.

Alkalmazási terület jellemzői:

- üzemi-környezeti tényezőkre igen érzékeny eszközök, amelyeknél váratlan üzemkiesés nem megengedhető, ezért kiemelkedő megbízhatóságot igényelnek;
- fontos funkciójú, nagy értékű, igen komplex, intenzíven üzemelő eszközök;
- elektrotechnikai berendezések, alkotóelemek (minimális karbantartásigény);
- a gyártó szoros kapcsolatban van az alkalmazókkal.

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra/alkalmazhatóságra:

- repüléstechnikai eszközök (többszörös funkcionális biztosítások);
- haditengerészeti eszközök (hajók, tengeralattjárók);
- rakétatechnikai eszközök (megbízhatóság, pontosság, automatizáltság);

6. Megbízhatóság-központú karbantartás (Reliability Centered Maintenance – RCM)

Előnyei:

- megnövelt és biztosabb üzemeltetési élettartam-kihasználás;
- pontosabb működési ismeretekkel optimalizált karbantartási stratégiák;
- minimális számú meghibásodás által megbízható üzemeltetés biztosítható;
- teljes élettartam-diagnosztika által bőséges információ a fejlesztéshez;
- gazdaságosan tervezhető fenntartási költségek.

Hátrányai:

- folyamatos diagnosztika és elemzés fenntartását igényli;
- az előforduló hiba igen összetett, okának feltárása bonyolult;
- számottevő mennyiségű információ feldolgozását igényli.

Az alkalmazási terület jellemzői:

- fontos funkciójú, nagy értékű, összetett, nagyméretű, intenzíven üzemelő eszközök, amelyek esetében a meghibásodásnak súlyos és komplex következményei lehetnek;
- a klasszikus fenntartási stratégiák önmagukban nem működnek hatékonyan;
- a karbantartási stratégiák, taktikák műszaki-gazdasági szemléletű összehangolt alkalmazása (általában: 60% megelőző, 25% hibáig üzemelés, 10% rendszeres ellenőrzés, 5% nincs megfelelő megelőzési módszer);
- a termék legfontosabb jellemzői (hibamentesség, javíthatóság, tartósság, tárolhatóság).

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra/alkalmazhatóságra:

- repüléstechnikai eszközök (többszörös funkcionális biztosítások);
- haditengerészeti eszközök (hajók, tengeralattjárók);
- rakétatechnikai eszközök (megbízhatóság, pontosság, önkontroll).

7. Kockázatalapú ellenőrzés/karbantartás (Risk Based Inspection/Maintenance – RBI, RBM)

Előnyei:

- növelhetők az üzemi ciklusidők, csökkenthetők a kiesési idők;
- növelhető a tervezett karbantartások részaránya;
- gyors és pontos az információáramlás a fenntartás biztosításához;
- az előre meghatározott kockázati szinthez optimalizálható (minimalizálható) fenntartási költség.

Hátrányai:

- az előforduló hiba igen összetett, szerteágazó lehet (egészség, biztonság, környezet, gazdaság);
- a kockázat mértékének helyes meghatározása bonyolult;
- számottevő mennyiségű információ feldolgozását igényli.

Az alkalmazási terület jellemzői:

- az adott területen végzett tevékenységeknél a legnagyobb az esélye a súlyos egészségi, biztonsági, gazdasági és környezeti következményekkel járó meghibásodásoknak;
- az alkalmazó szervezeti felépítése lehetővé teszi a stratégia hatékony alkalmazását, a gyors és megbízható információáramlást;
- a szervezet rendelkezik a bevezetéshez, folyamatos működtetéshez szükséges, jól képzett, összeszokott, együttműködésre képes szakemberekkel;
- biztosíthatóak a kezdeti fázis kiemelt finanszírozási igényei.

Példák hadfelszerelésnél történő alkalmazásra/alkalmazhatóságra:

- repüléstechnikai eszközök (többszörös funkcionális biztosítások);
- haditengerészeti eszközök (hajók, tengeralattjárók);
- veszélyes anyagok tárolása-kezelése-felhasználása (üzem- és kenő- és harcanyag stb.).

8. Teljes körű hatékony karbantartás (Total Productive Maintenance – TPM)¹⁴

Előnyei, célkitűzései:

- a berendezések és folyamatok hatékonyságának maximalizáló fejlesztése;
- a teljes élettartamra kiterjedő fenntartási rendszer kialakítása által a legoptimálisabb (általában hosszabb) élettartam biztosítható;
- az üzemeltetéssel kapcsolatos minden szervezeti elem (tervező, felhasználó, karbantartó) és alkalmazott bevonásra kerül/szerepet kap a folyamatban;
- az üzemfenntartás (Plant Maintenance – PM) csoportmunkában végzése.

A hatékonyságot meghatározó tényezők (vesztésgforrások):

- üzemidő-kiesések (műszaki meghibásodások, zavarok, beállítási meghibásodások, átállási veszteségek);
- helytelen beállításból adódó veszteségek;
- hibák (minőségi hibák és selejtvesztések, kezdeti, indítási, kitermelési veszteségek).

Az említettek rámutatnak a koncepció lényegére, azaz, hogy a cél nem más, mint a funkcionális feladatvégzés, a minőségbiztosítás és a karbantartás tevékenységeinek az összehangolása, minek okán két fő alapfeltételi tényező említhető meg.

¹⁴ Seiichi Nakajima: Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Productivity Press, New York, 1988, 1–124.

Az első a *Teljes körű minőségmenedzsment* (Total Quality Management – TQM): az Amerikai Egyesült Államokban az 1980-as évek közepén megfogalmazott vezetési módszer, filozófia és vállalati gyakorlat, amely a szervezet céljainak érdekében a leghatékonyabb módon használja fel a szervezet rendelkezésére álló emberi és anyagi erőforrásokat. Filozófiai alapelvei sok ponton a Japánban kialakult minőségmenedzselési módszerekre és szemléletre alapozódnak. Olyan vállalkozási módszer, amelynek középpontjában a minőség áll, a szervezet valamennyi tagjának részvételén alapul, és hosszú távú sikerekre törekszik a fogyasztó elégedettségének, valamint a vállalat érdekeinek és a társadalom hasznának figyelembevételével.¹⁵

A második a *Számítógépes karbantartásmenedzsment-rendszer* (Computerised Maintenance Management System, CMMS). A CMMS elsősorban az üzemfenntartást irányítók munkáját segíti az aktuális adatokon alapuló döntések meghozatalában. A különféle profilspecifikus, valamint általános, rugalmasan adaptálható változatban is készített számítógépes programokkal szemben manapság alapvetően elvárt, hogy kapcsolódjanak a szervezeti integrált vezetés-irányítási rendszerhez. Mindezekről függetlenül, ezen szoftver alrendszer csupán támogatóeszköz, amely nagymértékben segíti, de nem javítja teljes mértékben a karbantartás hatékonyságát. Bevezetésének alapfeltételei közé tartozik a karbantartási rendszer felülvizsgálata, szükséges átalakítása, feltételeinek biztosítása.

A CMMS által nyújtott előnyök:

- fejlett munkaellenőrzés;
- fokozott megelőző karbantartás;
- csökkentett raktárkészlet;
- javított megbízhatósági analízis (eszköz-üzemeltörténet a javítások típusa, gyakorisága, valamint hiba-ok szerint);
- növekvő képesség a teljesítmény mérésére.

A karbantartási tevékenység értékelése alapvetően két mutató alapján történik:

- mechanikai rendelkezésre állási mutató (az adott év és a karbantartásból eredő üzemidő-kiesés napjai számának különbsége százalékosan kifejezve);
- karbantartási költségindex (az adott év rutin karbantartási költségeinek – beleértve a személyi költségektől kezdve a bérleti díjakon át mindent, aminek közvetlen szerepe van a karbantartásban –, valamint a teljesített üzemidőnek a hányadosa. Az alkalmazott technológia színvonalától függően korrekciós tényezőket is figyelembe lehet venni, más szervezetekkel való összehasonlítás érdekében).

Ez utóbbi mutató alapján egy újabb szempontú karbantartási stratégiai elv is megemlíthető, az *Értékalapú karbantartás* (Value-Driven Maintenance – VDM), amely tulajdonképpen az RCM-, TPM- és az RBI-tapasztalatokat integrálja a megbízhatósági modellbe, valamint a különféle értékárány összefüggésekbe.¹⁶ A költségeket már a tervezés időszakában szükséges elemezni, számításba venni az üzemeltetett eszköz, berendezés, infrastruktúra teljes élettartamára kivetítve (Life Cycle Cost Analysis – LCCA).¹⁷ A hazai szakirodalomban gyakran és többféleképpen vázolt fejlődési ábrák egy közös jellemzőben megegyeznek (a 4. ábrához hasonlóan), miszerint az egyes fejlődési szakaszok átfedik egymást.

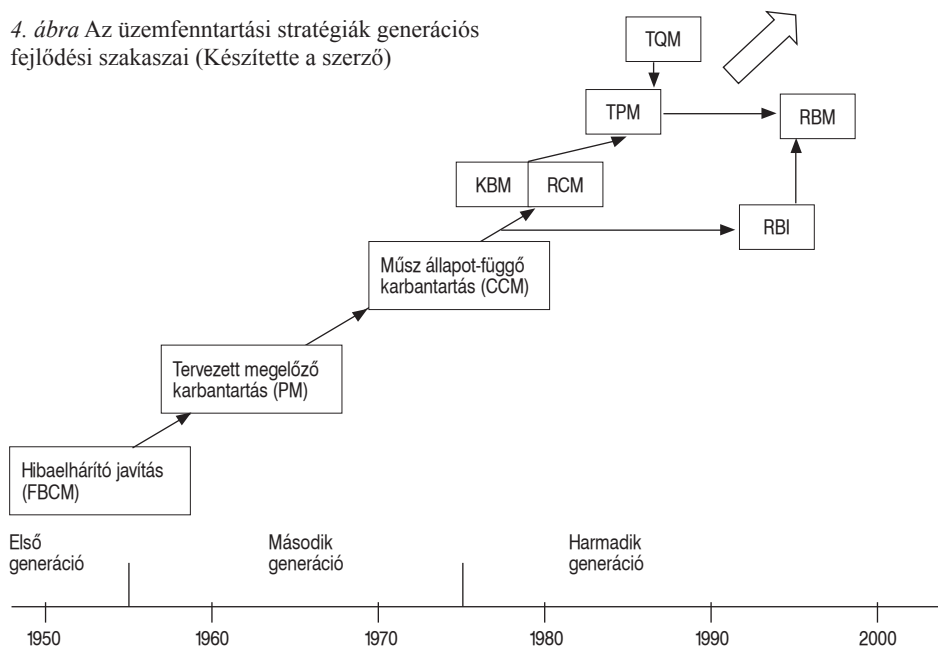
¹⁵ Az ISO 9000:2005 Minőségirányítási rendszerek. Alapok és szótár szabvány definíciója alapján.

¹⁶ Liliane Pintelon – Frank van Puyvelde: Maintenance Decision Making. Uitgeverij ACCO, Leuven, 2006, 120.

¹⁷ Megan Davis – Regina Coony – Scott Gould – Allan Daly: Guidelines for Life Cycle Cost Analysis. Stanford University, San Francisco, 2005, 3–4. https://lbre.stanford.edu/sites/all/lbre-shared/files/docs_public/LCCA121405.pdf (Letöltés időpontja: 2014. 12. 19.)

Az üzemfenntartási (karbantartási) stratégiák és azok változatainak alapvető fejlődési okai a specifikus üzemeltetési igények kielégítésének megoldására való törekvésben is keresendők. Az ipari fejlődés következtében felismerték a karbantartásnak a termelést meghatározó szerepét, így a hibáig üzemelés bizonyos területű meghagyása mellett, főként a hibamegelőzés, a tervszerű megelőző karbantartás került előtérbe. A karbantartási menedzsmentnek ebben a fejlődési szakaszában az előre rögzített, ún. merev ciklusidejű karbantartást alkalmazták. Az ezt követő pár évtized igen gyors ütemű elektronikai fejlődésen alapuló újabb és újabb diagnosztikai eljárások eredményeként megjelent a rugalmas ciklusidejű karbantartási stratégiát alkalmazó állapotfüggő karbantartás. Az ideális megelőző stratégiai karbantartás (közel) *hibamentes konstrukciót* (tervezési-gyártási fázisban kialakítva) feltételez, amelynek elterjedése (vagy automatizált karbantartás megvalósítása) csak a jövőben várható.

4. ábra Az üzemfenntartási stratégiák generációs fejlődési szakaszai (Készítette a szerző)



Fontos megemlíteni: a korábban már szerzői véleményként említett eszköz/technikai specifikáció generálta fejlődéssel a gyakorlatban nyilvánvalóan többféle specifikus összetételű karbantartási stratégiaverzió alakult ki. Ezért nem lehet ezeket egymással összevetni és rangsorolni (csakis hasonló eszközcsoportban, feltételrendszerben, külső-belső környezeti tényezők esetén). Azaz a széles skálájú verziók kialakulásának, hatékonyságának meghatározó tényezőit az adott iparágak sajátosságai, a szervezetek műszaki feltételei és szervezetsége, az alkalmazott gépek/berendezések szerkezete, a termelési/szolgáltatási kultúra jelenti. Közismert példa, hogy a TPM gyakorta alkalmazott a tömegtermelésben, de értelmetlen a hatékonysági összehasonlítása az RCM-mel, amely a bonyolult felépítésű, összetett gépek hatékony karbantartási stratégiája. A nagyobb szervezetekre (mint például a Magyar Honvédség) többnyire jellemző, hogy változatos technikai eszközkészlettel rendelkeznek, ezáltal szinte mindegyik stratégiát alkalmazni kell különféle mértékben, kombinációban. Egy ilyen komplex fenntartási rendszer hatékonyá, gazdaságossá tételéhez elengedhetetlen a karbantartási eljárások összehangolása. Ennek alapfeltétele az eszközpark osztályozása, a

rendelkezésre álló fenntartási rendszer folyamatainak elemzése. A fenntartás témakörével jelentős mennyiségű szakcikk foglalkozik,¹⁸ amelyek – az itt leírtakhoz hasonlóan – ismertetik (többségében általánosan, kisebb részben eszköz-(csoport-)specifikusan a leggyakoribb, alapvető karbantartási stratégiákat, eljárásokat.

ÖSSZEGZÉS

Az ideálist megközelítő üzemeltetésnek az egyik legfőbb alapfeltétele a negatívan befolyásoló műszaki, üzemeltetési tényezők redukálása, melyet a mentális beállítottság változtatása mellett (pl. a munkavégzés hatékonyságát növelő módszerek) a technika és a technológiák fejlesztésével (egyszerűsítés, integráció, informatikai háttér, folyamatos állapotdiagnosztika,¹⁹ automatizálás stb.) lehet és kell is támogatni.

Egy bizonyos: igen sok alapfeltételnek, innovációnak kell teljesülnie (amint arra az alábbi általános fejlesztési akcióterv-verzióból is következtethetünk). A különböző területekre alkalmazható, kidolgozott fenntartási stratégiák nem sokat érnek, ha azokat nem szakszerűen alkalmazzuk, nem biztosítjuk a működésükhöz szükséges alapfeltételeket.

Egy lehetséges akcióterv főbb feladatai az üzemfenntartás hatékonyságának növelése érdekében:

- számítógépes vezetés-irányítási rendszer bevezetése (SAP,²⁰ LIR²¹);
- számítógépes fenntartási folyamatirányítási alrendszer bevezetése (CMMS);
- eszközök műszaki állapotának és kritikus hibaforrásainak felmérése, meghibásodásainak elemzése, karbantartási igényeinek pontosítása;
- a karbantartás folyamatának és lehetőségeinek felmérése a hatékonyságnövelő tényezők megállapítása érdekében;
- karbantartási tervek fejlesztése a megelőző karbantartás tervszerűen optimális megvalósítása érdekében;
- raktárkészlet-menedzsment (kiemelten a szükséges készletek meghatározása);
- komplett karbantartási menedzsment létrehozása.

Rendszerszemléleti tekintetben a teljes élettartammodellre kivetítetten is lehet az üzemeltetéssel szervesen összefüggő fejlesztési javaslatokat adni, úgymint:

- a célok/igények/követelmények minél körültekintőbb, pontos meghatározása (elkerülendő a nem egészen megfelelő eszköz kiválasztását, ezáltal az alkalmazáskor adódó esetleges képességhiányokat, túlterhelő igénybevételeket);
- a kutatás/fejlesztés/tesztelés eredményeinek (pl. harcászati-műszaki követelmények, az üzemeltetés megfelelő – többnyire igen költséges – feltételeinek megteremtése) felelősségteljes figyelembevétele a beszerzési eljárásban (végső döntéshozatalban);

¹⁸ Szerzői ajánlás: Don Nyman – Joel Levitt: Maintenance Planning. Coordination and Scheduling. Industrial Press, New York, 2010.

¹⁹ Példaként említhető az SKF „Insight” intelligens csapágy-technológiája, amely beépített vezetékek nélküli érzékelőtechnológiákon alapuló fejlesztései lehetővé teszik, hogy a csapágyak belső tápellátású érzékelők és adatgyűjtő elektronikai összetevők segítségével folyamatosan adatokat szolgáltatssanak működési körülményeiről. <http://www.skf.com/group/news-and-media/news-search/2013-04-08-skf-launches-skf-insight-groundbreaking-intelligent-bearing-technology.html> (Letöltés időpontja: 2014. 12. 19.)

²⁰ Az SAP a világ egyik vezető integrált vállalatirányítási rendszere (ERP), amelyet az 1972-ben alakult SAP AG (eredeti neve: „Systemanalyse und Programmentwicklung”) fejleszt Németországban.

²¹ Logisztikai Információs Rendszer (LIR), az MH-ban már részben alkalmazott SAP egyik tervezett alrendszere.

- az üzemeltetői visszacsatolások (tapasztalatok, követelmények, igények) figyelembevétele a tervezés/gyártás/fejlesztés során;
- megfelelő rendszerelvűség a rendszerbe állításban (vagy alkalmazásba vételben), azaz a komplex alkalmazhatóság megteremtése, kompatibilitási, szabványosítási, minőségbiztosítási és egyéb szakmai alkalmazási követelmények figyelembevétele a rendszer szükséges időtartamú működésének, fejleszthetőségének biztosításához;
- az üzemeltetés járulékos feltételrendszerének hosszú távú biztosítása (képzés/kiképzés/felkészítés stb.);
- az eszköz(rendszer) fejlesztési, korszerűsítési lehetőségeinek figyelembe vétele már a kezdeti fázisokban (gazdaságossági elv betartása);
- a rendszerből történő kivonás, értékesítés (újrahasznosítás) jövőbeni, láthatóan kedvező feltételeinek megteremtésére való törekvés a kezdeti fázisoktól a kivonásig (pl. megfelelő üzemeltetési tartalékok meghagyásával az esetleges értékesítéshez).

A fent említettek megvalósításához a nyilvánvaló finánciális erőforrások mellett jelentős szemléletváltozás (céltudatosság, változtatási igény, akarat és megfelelő szakmai tudás megléte) szükséges, amely viszont mindenképpen hasznot eredményez egy üzemeltető szervezet számára mind a régi (nehezen fenntartható), mind a korszerűbb (modern fenntartási technológiákat igénylő) technikai eszközök üzemeltetésében.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ált./82. számú szakmai utasítás: „Szakutatisás a szakaszosan üzemelő és a tárolt fegyverzeti és technikai eszközök és anyagok egységes technikai kiszolgálására.” HM, 1987.
- Dabbs, Tom – Bertolini, Dave: *A Lumber Mill's Renaissance Cultural Change for Success*. Life Cycle Engineering, Inc., 2002. <http://www.maintenanceresources.com/referencelibrary/ezine/lumbermill.html> (Letöltés ideje: 2014. 12. 19.)
- Davis, Megan – Coony, Regina – Gould, Scott – Daly, Allan: *Guidelines for Life Cycle Cost Analysis*. Stanford University, San Francisco, 2005, 3–4. https://lbre.stanford.edu/sites/all/lbre-shared/files/docs_public/LCCA121405.pdf
- Nakajima, Seiichi: *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press, New York, 1988, 1–124.
- Nyman, Don – Levitt, Joel: *Maintenance Planning, Coordination and Scheduling*. Industrial Press, New York, 2010, 1–314.
- Pintelon, Liliane – Van Puyvelde, Frank: *Maintenance Decision Making*. Uitgeverij Academic Cooperative Company cvba, Leuven, 2006, 120.
- Policy for Department of Defense Conditioned-Based Maintenance Plus. Defense Pentagon, Washington DC, 2002, 1–3. http://www.acq.osd.mil/log/mpp/cbm+/cbm_policy_memorandum.pdf
- Szabó József (főszerk.): *Hadtudományi lexikon (M–Zs)*. Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest 1995, 1386.
- Topár József: *Minőségmenedzsmnt*. Oktatási segédanyag. BMGE, Budapest, 2005. http://www.epito.bme.hu/vcst/oktatas/feltolttesek/BMEEOVKASG5/min_tqm.pdf
- Turcsányi Károly: *A fegyverzeti és technikai eszközök üzemeltetése és fenntartása elméletének alapkérdései*. Egyetemi doktori/kandidátusi értekezés. ZMKÁ, 1989, 36.
- Turcsányi Károly: *Üzemfenntartás elmélet és módszertan*. ZMNE Doktori Iskola, Budapest, 2000, 12.
- Ungvár Gyula: *A szárazföldi csapatok tervszerű technikai biztosítási rendszerének korszerűsítése*. Kandidátusi értekezés, ZMKÁ, 1983.