

Tallózás az ipari karbantartás szakirodalmában

STRATÉGIÁK, KARBANTARTÁSI RENDSZEREK ÉS TRENDEK. SZAKKÖNYVEK, PUBLIKÁCIÓK ÉS SZOFTVEREK

Eiler Emil

A történelemben még nem fordult elő annyi és olyan gyors tudományos, műszaki, gazdasági, társadalmi és világgiazi változás, mint az elmúlt ötven év alatt! Az igazán meghatározóak az utolsó húsz évben következtek be. Ezek mindegyike hatást gyakorol az ipari termelő-folyamatok fenntartásában hibamegelőző és hibaelhárító funkciót betöltő karbantartás fejlődési folyamataira, feladatainak, célkitűzéseinek folyamatos változásaira, alkalmazott eszközeinek és módszereinek a megválasztására is. Cikkünk – a vonatkozó szakirodalom információi alapján – ezt a témakört dolgozza fel.

A karbantartás igen tág fogalom, amibe beletartozik minden olyan tevékenység, ami a környezetünk, a termelő és ellenőrző eszközeink állagának, eredeti működőképességének és megbízhatóságának a fenntartására irányul.

Más fogalmazásban az eszközök rendeltetészerű, biztonságos, gazdaságos üzemeltetését biztosító és az elhasználódásuk rendszeres ellensúlyozására irányuló tevékenységek összessége.

Szűkebb értelemben ez a tervezett, szervezett hibamegelőző és kárelhárító karbantartási intézkedéseket, tágabb értelemben pedig az üzemfenntartási folyamatokkal kapcsolatos információszerező, -feldolgozó, és menedzselési feladatok ellátását foglalja magában.

Az ipari karbantartás tehát nem improduktív tevékenység, hanem a termelőképes versenyképes költségen történő biztosítása révén az értékkeremtő folyamat elválaszthatatlan, szerves része!

Cikkünk tárgya a nyomdaipari karbantartás, rövidebben fogalmazva az ipari karbantartás, praktikus rövidséggel szólva pedig a karbantartás.

Az ipari karbantartás műszaki, gazdasági, világgiazi és társadalmi környezete 2007-ben

- ◆ Műszaki és tudományos téren ez említett idő alatt következett be a mikroelektronika, szá-

mítástechnika, informatika, a műholdas telekommunikáció – és kiemelten a világháló kapcsolatok – korábban elképzelhetetlen előretörése. Ugrásszerűen fejlődtek és terjedtek el a mikroelektronika alapú technológiák, felgyorsítva az üzletmenetet, a kommunikációt a világ távoli pontjai között. Korábban elképzelhetetlen színvonalat és sebességet ért el az internetes, keresőrobot-alapú és automatikus adatszerzés.

- ◆ A világgiacon egyre élesedik a verseny. Fennmaradásra csak a technikailag fejlett, tőkeerős, kapcsolatokkal és megfelelő gyártási és ellenőrző eszközökkel, piacokkal is rendelkező cégeknek lehet esélye.
- ◆ A felsorolt változások az iparág karbantartásának a szervezése elé gyökeresen új feladatokat állítanak. A világban a verseny az ár, a minőség, a rugalmasság és az átfutási idő terén folyik a vállalkozók között. A termelőrendszerbe integrált karbantartás mára a versenyképesség megtartásának *elengedhetetlen feltétele* lett.

Ennek kiemelt feladatai:

- ◆ a modern termelőeszköz-kapacitások csökkenő példányszámok mellett maximális kihasználását folyamatosan lehetővé tenni,
- ◆ az idő- és anyagveszteségek csökkenését reális költség szinten biztosítani.

Bővebben: Artner Annamária: Az ipari-technikai fejlődés tendenciái (MTA VKI, www.freeweb.hu/eszm/elet/44/artner44.html)

Ma már a nyomdaipar is egyre jobban függ a termelő és ellenőrző berendezések karbantartásának a színvonalától. A technológiai fejlődés, a szigorodó környezetvédelmi szabályok, a biztonságra, fokozott nyereségességre törekvés és a globális verseny kulcskérdéssé tették a karban-

tartást. A *karbantartási menedzsment (Maintenance Management)* pedig a minőségbiztosítás elengedhetetlen részévé vált.

AZ IPARI KARBANTARTÁS FEJLŐDÉSI FOLYAMATA A 21. SZÁZADBAN *Karbantartási stratégiák, karbantartó rendszerek. Előny-hátrány mérlegeik*

Az egyre magasabb színvonalú gyártóeszközök és gyártási rendszerek zökkenőmentes üzemeltetéséhez a korábbiaknál magasabb színvonalú, információtechnológiailag is *tökéletesebb karbantartó szervezetekre és a munkájuk irányítását determináló karbantartási stratégiákra van szükség!*

Amint a következő felsorolásból látható, sokféle stratégia létezik, és mindegyiknek van előnye, hátránya is. Megállapítható, hogy ezen a téren is nagy és gyors a fejlődés, továbbá ezek egymást kiegészítve, tökéletes harmóniában élnek egymás mellett.

Az üzemeltetési és karbantartási stratégiák fejlődésével együtt nőtt az üzemeltetéshez és a karbantartás tervezéséhez szükséges műszaki információk mennyisége, az azok pontossága és időbeni rendelkezésre állása iránti igény.

Minél fejlettebb változat alkalmazása mellett döntünk, annál pontosabban kell tudnunk meghatározni az üzemeltetett rendszer pillanatnyi állapotát, a várható változások irányát, sebességét és megváltozásának várható időpontját, és annál fejlettebb hibaérzékelő, diagnosztikai, állapotmegfigyelési módszereket és eszközöket lehet és kell alkalmaznunk!

Tervszerű Megelőző Karbantartás, TMK (Preventive Maintenance/Planned Maintenance, PM)

Az ötvenes, hetvenes évek között alkalmazott stratégia, az időszakos, ciklusos karbantartási eljárás.

Lényege: Előre meghatározott időközönként felülvizsgálati, javítási vagy alkatrészcsere szándékkal, tervszerűen leállítják a gyártóeszközöket, függetlenül attól, hogy észlelnek-e meghibásodást.

Célja: A szükséges biztonság mértékéig, a gazdaságosság határain belül az állandó és optimális üzembiztonság fenntartása, továbbá csökkenteni annak a valószínűségét, hogy az eszközök

a javítás előtt működésképtelenné válnak. A leállítás ütemének (a ciklusrendnek) a meghatározása idő- vagy teljesítményarányos alapon történhet.

Előnyei: Tervezhetővé teszi a karbantartó tevékenységet és a javításhoz szükséges alkatrészbeszerzést. Segítségével az „abszolút üzembiztonság” jól megközelíthető. Csökkenti a váratlan meghibásodások valószínűségét és az állásidő mennyiségét.

Hátrányai: Nagyok a javítási költségek, hiszen a tervbe vett munkálatokat és cseréket az elhasználódás mértékétől függetlenül el kell végezni. Azonban ez, a felülvizsgálatok eredményeinek statisztikai értékelése alapján módosított ciklusrenddel csökkenthető. A döntés alapjául szolgálhat annak tisztázása, hogy – a ciklusidőn belül – az ilyen típusú karbantartás vagy az annak elmaradásával előidézhető anyagi vagy egyéb kár valószínűsége és mértéke a nagyobb. [Bővebben lásd a ciklusidő csökkentésére vonatkozó *Determining Preventive Replacement* című tanulmányt. Ajánljuk még a *Hibamegelőző karbantartás alapjai (Fundamentals of Preventive Maintenance)* című könyvet, illetve a hibamegelőző és optimalizáló szoftverek leírásait, a www.actenum.com és a www.weibull.com/SystemRelWeb/preventive_maintenance.htm honlapok információit.]

Megjegyzendő, hogy ezt a módszert még ma is alkalmazzák olyan esetekben, amikor a váratlan meghibásodás anyagi vagy egyéb következményeit feltétlenül célszerű elkerülni.

Állapotfüggő karbantartási rendszer (Condition Based/Condition Centered/Corrective Maintenance, CBM/CCM/CM)

Lényege: Alkalmazása esetén a felügyelt eszközön időszakosan vagy folyamatosan műszeres műszaki állapot-, illetve alkalmazástechnikai vizsgálatokat végeznek, és az így kapott információk, valamint az elhasználódás törvényszerűségei és az eszközök elhasználódási sajátosságai alapján tervezik meg a javítási munkákat. A folyamatos állapotvizsgálat céljaira a kritikus helyekre beépített műszerek, érzékelők, rádiófrekvenciás (RFID) diagnosztikus eszközök, illetve a már a közeljövőben a nyomdagépterminológiai eljárással előállítható integrált elektronikai számítógéppel gyűjtött és feldolgozott információi szolgálhatnak. Az állapottól függő karbantartás bevezetése nagy értékű, bonyolult gépekhez indokolt, ahol a váratlan

meghibásodásból adódó kiesés nagy veszteséggel járhat.

A stratégiai módszer előnyei: Az állapottól függő karbantartási rendszer alkalmazásával a javítások szervezettsége növelhető, korszerűbb javítási rendszerek alkalmazására kerülhet sor, csökkenthető a váratlan meghibásodások és nagyjavítások száma, súlyossága, a rendszeres vizsgálatok közötti ciklusidő pedig növelhető. Ideális esetben a mérési eredmények karbantartást támogató szoftver közös adatbázisába kerülnek, így a várható meghibásodások prognosztizálásán túlmenően az adatok felhasználhatóak hibaelemzésre, a karbantartási tervek pontosítására és a megfelelő stratégiai döntések meghozatalára. A legújabb generációs fejlesztésű eszközökbe a gyártók már eleve betervezik a szabványos csatlakozókkal ellátott mérőpontokat. Előny az is, hogy az alkatrészek az elhasználódás határáig kihasználhatóak.

A stratégiai módszer hátrányai: A felülvizsgálatok időközeneinek helyessége, a mérőeszközök, beépített jeladók, diagnosztikai és adatrögzítő eszközök pontossága és a vizsgálatokat végző szakmai képessége nagymértékben befolyásolhatja a módszer eredményességét. A szükség szerinti javításokat a meghibásodás bekövetkezése után végzik el, és a javítás csak a már meghibásodott elemekre terjed ki. A javítás előre nem tervezhető, az átfutási idő hosszú lehet, a további károsodás, a nagy alkatrészkészlet költségei magasak. A szakaszos ellenőrzések között felléphet nem várt, használat közbeni meghibásodás is!

A jellemző paraméterek állapota szerinti karbantartás (Parameter Condition Based Maintenance, PCBM)

Lényege: Az alkalmazott ellenőrzési és karbantartási módszerek megválasztásának, a beavatkozások időpontjának, módszereinek, gyakoriságának alapján ez esetben a gyártás és a felhasználás szempontjából fontos vagy kritikus paraméterek folyamatos megfigyelése és a talált eltérésektől függő stratégia szolgál.

Előnyei: A szabályozás a gyártási és használati paraméterek, termékjellemzők minőségére koncentrálnak.

Hátrányai: A műszaki eszközöknek a gyártásuk befejezése pillanatában megvannak, és a használatuk, tárolásuk során is kialakulnak még a paraméter-értékingadozást előidéző következő jellemzői:

- ◆ tervezés- és gyártáseredetű szórások (*szerkezeti jellegű szórások*);
- ◆ a felhasználásra kerülő anyagok fizikai-kémiai eredetű ingadozásai (*anyageredetű szórások*);
- ◆ az üzemeltetés műszaki, gazdasági körülményeinek hatása (*üzemeltetési jellegű szórások*),
- ◆ a gyártási folyamat jellemző sztochasztikus szórásai (*gyártástechnológiai eredetű paraméterbizonytalanságok*).

A paraméter-állapot szerinti karbantartás hatékonysága a megfigyelőrendszer működésétől és érzékenységétől, az ellátórendszer által előidézett szórásoktól és a környezeti zaj kategóriájába sorolható bizonytalanságoktól is jelentősen függ.

Ennek a stratégiai módszernek az alkalmazásához elengedhetetlenül szükséges a rendszerműködés matematikai modelljének az ismerete!

A vizsgált rendszerben lezajló fizikai folyamatokat is pontosan kell ismernünk, hogy a rendelkezésre álló adatbázisból minél nagyobb pontossággal tudjuk meghatározni a rendszer pillanatnyi műszaki állapotát és annak alapján prognosztizálni a műszaki állapot várható változásainak az irányát, mértékét és sebességét!

Csak ezek alapján lehetséges meghatározni a karbantartás során végrehajtandó műszaki feladatokat és a végrehajtás ütemtervét.

Üzemeltetés az eszköz meghibásodásáig (Failure Based Corrective Maintenance, FBCM)

Lényege: Ez a legrégebbi és legegyszerűbb üzemeltetési, karbantartási stratégia, aminek a lényege az, hogy az eszközöket a meghibásodásukig üzemeltetjük, majd meghibásodás esetén javítjuk vagy kicseréljük őket.

Előnye: Ebben az esetben az üzemeltetőnek egyetlen információra van szüksége, hogy az eszköz az ellenőrzés időpontjában működőképes-e vagy nem. A választ a *defektoszkópia* segítségével lehet megkapni. Az ellenőrzési ciklusidő hosszát statisztikai, valószínűségi számításai és a kapott adatok visszacsatolása segítségével határozhatjuk meg.

Hátránya: Ez a stratégia csak olyan eszközöknél alkalmazható, amelyek meghibásodása lényegében következménymentes, vagyis üzemképtelenségük nem okoz jelentősebb zavart a termelésben.

Megbízhatóságközpontú karbantartás (Reliability Centered Maintenance, RCM)

A megbízhatóság (angolul: *Reliability*) a terméknek/eszköznek az a jellegzetessége, hogy kielégíti a rá vonatkozó szabvány, ellenőrzési utasítás előírásait, és rendeltetésszerű használatukor a mindenkori elvárásoknak megfelelően megtartja működésképeségét. Termékek vonatkozásában a legfontosabb jellemzői: a hibamentesség, javíthatóság, tartósság és a tárolhatóság.

A megbízhatóság alapú karbantartás (RCM) vagy más fogalmazásban: a megbízhatósági szint szerinti üzemeltetés a gépek funkciója, az egyes elemei meghibásodási valószínűsége és annak következményei, valamint kockázatai figyelembevételével alkalmazza az egyes berendezésekre a legmegfelelőbb stratégiát. Az RCM tehát konkrét üzemeltetési tárgyra, üzemeltetési rendszerre kidolgozott igénylő és érvényes stratégia.

A megbízhatóságközpontú karbantartás feladata, hogy az általa felügyelt eszközt a felhasználó elvárásainak a kielégítését biztosító állapotban tartsa.

Ezt a karbantartási stratégiát azokra a gépegyeségekre kell kiterjeszteni, amelyek meghibásodása a legsúlyosabb következményekkel járhat. Az RCM céljaira a hibavalószínűség/következmény mátrix a legmegfelelőbb eszköz. A hibák valószínűsége a hibabekövetkezések közötti átlagos idő (*Mean Time Between Failure, MTBF*) segítségével kielégítő pontossággal becsülhető, a következmények pedig az elmaradt nyereséggel és a környezeti veszélyekkel jellemezhetőek.

Lényege: Az RCM karbantartást, javítást vagy cserét – e stratégia szerint – akkor kell elrendelni, ha a meghibásodások száma eléri a beüzemelési időszak után a szabályozás felső határát (vagyis az adott gépegyeségre meghatározott, maximálisan megengedett meghibásodások számát).

A megbízható információk megfelelő időpontban rendelkezésre állása ennél a módszernél rendkívüli fontossággal bír!

A matematikai részletekkel itt nem foglalkozunk, de az irodalmi hivatkozásainkban felsorolt források alkalmasak az eljárás elméletének megértéséhez és az üzemi gyakorlati alkalmazáshoz. Ebben hathatós segítséget nyújtanak a vonatkozó szabványok (pl. a BSI) és az RCM szoftverek is. (Lásd a Szoftverek fejezetben is!)

Az RCM témakörének jobb megértéséhez ajánlott publikációk: Mi a Megbízhatóságközpontú karbantartás? (*What is Reliability Centered Maintenance?* www.mintt2k.com/what-is-rcm.html; www.toolingu.com/definition-900120-20564-reliability-centred-maintenance).

Kockázat alapú karbantartás (*Risk Based Maintenance, RBM; Risk Based Inspection and Maintenance, RBIM*)

A karbantartási stratégiák következő fejlődési fokozata! Minden tevékenységben vannak kockázati elemek és bármely tevékenység sikere vagy bukása a kockázatkezelés módjától, eredményétől függ. A kockázatkezelés lényegében egy döntéshozatali folyamat.

A kockázatra alapozott karbantartás-menedzsment a korszerű karbantartás-tervezés alapvető filozófiája. Ez – a megnevezéséből is következően – a tervezés, a kivitelezés és az üzemeltetés során a pozitív és negatív kockázatokat egyaránt vizsgálja, és ennek alapján hozza meg a szükséges döntéseit. A statisztikai adatgyűjtés, -feldolgozás és a matematikai statisztika a valószínűség-számítás és a kockázatelemzés módszereivel értékeket a lezajlott hibabekövetkezési és karbantartási eseményeket, az elvégzett beavatkozások végeredményeit, az okozott veszteségeket, a tevékenységek által elért nyereséget, hogy a következőkben ezek figyelembevételével hozzon megfelelőbb döntéseket, amelyeket beépít a kockázatelhárítási tervekbe.

A kockázatkezelésre alapozott karbantartás filozófiája: elfogadni a nem felesleges kockázatokat, ha a várható előny ellensúlyozza a veszteségeket.

A döntéseket mindig a megfelelő szinten kell hozni.

Előnyei:

- ◆ a berendezések rendelkezésre állási idejét növeli;
- ◆ meghosszabbítja a tervezett leállások közötti ciklusidőt;
- ◆ gyors és pontos információáramlást biztosít a tevékenység végzéséhez, fokozza az üzembiztonságot;
- ◆ előre meghatározott kockázati szint mellett csökkenti a karbantartásra fordított összeget.

Bővebben: Kockázat és megbízhatóság. (A Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem kiadványa. 2007.)

Teljes körű hatékony karbantartás/Termelésbe integrált üzemfenntartás/Totális karbantartási rendszer

(Total Productive Maintenance, TPM)

A TPM egy a *Seiichi Nakajima* által kifejlesztett menedzsment-koncepció, egy olyan karbantartási filozófia, amely a termelésirányítás, a minőségbiztosítás és a megbízhatóság alapú karbantartás összekapcsolásával jött létre. Egy vezetési folyamat, amely biztosítani hivatott, hogy a szervezet folyamatosan megfeleljen a fogyasztók igényeinek.

A koncepció szerinti célkitűzés, a gyártórendszerek hatékonyságának a növelése a gépi állásidők csökkentésével, a megfelelő termékminőség biztosításával. Kezdeti sikeres alkalmazása a világszínvonalú gyártást képviselő vállalatokhoz köthető.

Nakajima szerint a gyártórendszereknek tekinthető gyártóeszközök hatékonyságát az alábbi hat tényező (a szerző fogalmazása szerint: *hat nagy veszteségforrás*) határozza meg:

Állásidők, azaz üzemelés nélkül eltöltött idők (Downtime):

- ◆ műszaki meghibásodások, üzemzavarok,
- ◆ beállítási meghibásodások, átállási veszteségek.

Helytelen gépsebességből adódó veszteségek (Speed Losses):

- ◆ holtidők (üresjáratok), kisebb leállások,
- ◆ csökkentett sebesség.

Hibák (Defects):

- ◆ minőségi hibák és selejtveszteségek,
- ◆ kezdeti, indítási, kitermelési veszteségek.

A TPM célkitűzései: A fenti felsorolás világosan érzékelteti a koncepció lényegét, azt, hogy itt a *termelés*, a *minőségbiztosítás* és a *karbantartás* tevékenységeinek az összehangolása a cél!

A TPM céljai, kitűzött feladatai – más fogalmazásban – a fenti felismerésekre alapozottan a következők:

- ◆ a gépi állásidő csökkentése, a gyártórendszer rendelkezésre állásának optimalizálása;
- ◆ a termékminőség által okozott veszteségek ki-küszöbölése;

- ◆ a kitűzött célok megvalósítására képes, autonóm karbantartó szervezet kinevelése, folyamatos továbbképzése és termelő csoportmunkában történő foglalkoztatása;
- ◆ folyamatos problémamegoldó és javító intézkedések végzése;
- ◆ a költségek minimálisra csökkentése;
- ◆ előre meghatározott túlélés lehetőségének a biztosítása;
- ◆ maximális hatékonyságú termelőszervezet kialakítása.

A TPM stratégia főbb jellemzői: vevőközpontúság; az alkalmazottak bevonása a döntési folyamatokba; folyamatos javítás. Az elnevezésbeli *totális/teljes* kifejezés értelme: teljes vállalati hatékonyság, „nulla-hibaszázalékú” (*zero-defect*) zavarmentes üzemeltetés, a teljes dolgozói létszám bevonása a döntési folyamatokba és a megvalósításba; továbbá a folyamatos problémamegoldó és rendszerjavító tevékenység.

A TPM alkalmazás előnyei: 25–65%-os kapacitásnövekedés; 25–50%-os minőségjavulás; karbantartási költségsökkenés 10–50%-kal; karbantartási munkaigény-növekedés 10–60%-kal.

A TPM bevezetése előtt a karbantartók feladata a gépek gondozása, kenése, ellenőrzése, szükség szerinti karbantartása, javítása, a váratlanul fellépett hibák által okozott üzemzavar elhárítása. A maradék idő a termelés rendelkezésére állhat.

A TPM bevezetése után a gondozást, kenést követő idő a termelést szolgálja. Ez alatt a feladat a hibamegelőző, az állapottól függő karbantartás, javítás, a felújítás és tökéletesítés, továbbá a szemléletváltást segítő oktatás.

Megjegyzendő, hogy a **TPM az adatvédelem terén** is jelentős eredményeket tud felmutatni. Ezzel részletesebben lapunk következő – biztonságtechnikai/biztonsági nyomtatás tárgyú – számában foglalkozunk.

Bővebben: A TPM célkitűzése és eszközürendszere, (1. rész: Minőség és megbízhatóság; 2. rész: A hat nagy veszteségforrás: www.muszakiforum.hu/?fejezet=5&alfejezet=0&startalom=0&cid=29552); Totális produktív karbantartás, definíciók (Total Productive Maintenance: <http://en.wikipedia.org/wiki/>); Bevezetés a TPM-be (An introduction to Total Productive Maintenance, TPM: http://plantmaintenance.com/articles/tpm_intro.shtml és: www.maint2k.com/what-is-tpm.html).

Automatikus karbantartás. Automatizált karbantartás/Törekvések a karbantartás automatizálására (Automatic Maintenance, AM)

Szerencsére a legtöbb kezdődő hibára valamilyen előzetes jelzés (rezgés, szokatlan hang, melegedés stb.) figyelmeztet. Számos olyan fizikai, kémiai, mechanikai tulajdonság van (szín, hőmérséklet, vibráció, sebesség stb.), amelyek számítógép-vezérlésű ellenőrző eszközökkel akár folyamatosan is követhetők, és lehetőséget adnak folyamatvezérlő beavatkozásokra. Az *intelligens gyártórendszerek* programozott logikai vezérlései (*Programmable Logic Controllers, PLCs*) automatikus diagnosztizálásra, önellenőrzésre és ezek alapján akár a távolból is automatikus karbantartásra képesek. (*Remote Maintenance Monitoring System, RMMS*) Ezek alkalmazására a nyomdaiparban már ma is van példa a nyomógépek távellenőrzése és távkarbantartása terén. (Bővebbet a *Journal of Manufacturing Systems* című szaklap: *Az ipari karbantartás trendjei és perspektívái* című cikkében és a nyomdagépekre vonatkozó kézikönyvekben.)

Bővebbet: *Integrált karbantartási-szervezési modell a nyomdaiparban* (Dr. Horváth Csaba, doktori értekezés: www.twilight.vein.hu/phd_dolgozatok/horvathcsaba/tezisfuzet_hu_a5.pdf).

AZ IPARI KARBANTARTÁS JÖVŐJE

A jövő karbantartása. Új eszközök és megoldások a karbantartás színvonalának további javítására

Az eddigiekben nemcsak a karbantartás múltbeli szemléletének és eszközalkalmazásának a fejlődési folyamatát foglaltuk össze, hanem már érzékeltettük a várható közeljövőt is. Ehhez szükség van még az alábbi kiegészítésekre is.

A jelenleg még nem vagy nem széles körű felhasználású megoldások (*Solutions*) a következők:

- ◆ RFID: elektronikus állapot- és hiba-távdiagnosztika, *defektoszkópia* és automatikus számítógép-vezérlésű gépjavítások, illetve gyártófolyamat-helyesbítések;
- ◆ nyomógéptermi eljárással előállítható integrált (OLED) elektronikák alkalmazása a karbantartásban;

- ◆ az emberi idegrendszer működését utánzó neuron-számítógépek és neuronhálózatok alkalmazása. Az ipari karbantartás tervezésében és szervezésében is alkalmazható *mesterséges intelligenciák* új típusú döntéshozatali megoldásokat biztosítanak a felhasználók részére;
- ◆ a nanotechnológiai fejlesztések eredményeinek alkalmazása a hibamentesség-javítás érdekében;
- ◆ a technika rohamos fejlődése és a fokozottan elektronizálódó, egyre bonyolultabbá váló termelőrendszerek alkalmazása következtében a jelenleginél egyre magasabb színvonalú, tudományosan még megalapozottabb és komplexebb ismeretanyagok oktatása szükséges a karbantartó közösségek részére. A karbantartás műszaki tartalmával megegyező mértékben érvényesül e tevékenység minőségbiztosítási és gazdaságossági szempontjainak a figyelembevétele;
- ◆ az ipari karbantartás kiterjedten fogja alkalmazni az úrkutatási célokra kifejlesztett, nagy biztonságot nyújtó prognosztizáló, gyors hibabehatároló és -elhárító módszereket is;
- ◆ ezen a szakterületen is széles körben terjed az automatizálás.

Bővebbet: *Távkarbantartás* (*Remote Maintenance*): www.innominat.com/content/view/243/220/lang.en).

NYOMTATOTT ÉS ELEKTRONIKUS SZAKKÖNYVEK

Módszerek és eszközök a karbantartás irányításában: p 570: www.raabe.hu/?mg=8&bg=4&b=23

A karbantartás menedzselésének kézikönyve (*Handbook of Maintenance Management*): www.plantmaintenance.com/books)

Megelőző és előrejelző karbantartás (*Preventive and Predictive Maintenance*): www.fluke.com/pdm; www.danielpenn.com/articles/)

Hatékony karbantartás-menedzsment: Kockázat- és megbízhatóságközpontú stratégiák a teljesítmény optimalizálására érdekében. (*Effective Maintenance Management: Risk and Reliability Strategies for Optimizing Performance*): www.amazon.com/Effective-Maintenance-Management-Reliability-Performance/dp/0831780)

Elektronikus rendszerek karbantartási kézikönyve (*Electronic Systems, Maintenance Hand-*

book). Ugyanitt egyéb nyomtatott és *elektronikus könyv*, illetve *e-folyóirat* kiadványok is megtalálhatóak a www.engnetbase.com/ejournals/ebooks/book_summary.asp?id=537 honlapon.

Villamos berendezések hibakeresési kézikönyve karbantartók részére (www.lavoisier.fr/note/tice/gb097264.html)

A következőkben felsorolt könyvekkel/szemináriumokkal foglalkozó www.smglobal.com/fastmaint/preventive_maintenance-training.asp honlapok ajánlanak részletes tartalmi felvilágosítást és beszerzési lehetőségeket)

Karbantartás, tervezés és ütemezés (Maintenance Planning and Scheduling)

Számítógéppel segített Karbantartás Menedzsment Rendszerek (CMMS, Computerized Maintenance Management Systems)

Karbantartás Menedzsment Könyvtár (Öt különböző könyv, amelyek átfogóan feldolgozzák a témakör teljes ismeretanyagát!)

Tizennyolc – CD-formában is beszerezhető – elektronikus karbantartási szakkönyv közül lehet válogatni a www.feedforward.com.au/ honlapon.

Az üzemfenntartás működési feltételei és a karbantartás-menedzsment témakör OMIKK könyvtárban elérhető friss és archív szakkönyvei a www.info.omikk.bme.hu/mgkszf/uzfen/ weboldalon ismerhetők meg.

A PC hardver és karbantartás témakör szakkönyvei a Szoftver Webáruház www.szoftvernet.hu/index.php?main_page=product-info&&products honlapján találhatóak.

PUBLIKÁCIÓK

Szakcikkek, tanulmányok, szakdolgozatok, doktori disszertációk, vállalati hírlevelek, konferenciaelőadások írásos változatai

A nyomdásztársadalom hazai karbantartó közössége igazán elégedett lehet, hiszen a szaklapokban cikkek, karbantartó rendezvények egész tömege áll rendelkezésükre. A Magyar Grafika első számában minden évben megtalálhatóak az előző évi rendezvények anyagai, az előző év folyamán megjelent cikkek.

A *Karbantartás és az internet* című cikk és a 17. Nemzetközi Karbantartási Konferencián el-

hangzott egyéb előadások írott változatát lásd a Magyar Grafika 2005/6. számában, illetve a www.mgonline.hu honlapon.

A világhálón elérhetőek az olyan jelentős kiadványok is, mint pl. a gyártóeszközökkel és gyártórendszerekkel kapcsolatos trendekkel és az ipari karbantartás perspektíváival foglalkozó *Journal of Manufacturing Systems*, amelyben megtalálható *James T Luxhoj-nak Az ipari karbantartás menedzsment trendjei és perspektívái* című tizenhat oldalas tanulmánya is. (Trends and Perspectives in Maintenance Management.)

A karbantartási témakör archív és legfrissebb külföldi cikkei a cikk-keresőben, <http://findarticles.com/articles/p/articles/> honlapon találhatóak.

Hazai vonatkozásban a www.nyomdaiparikarbantartas.hu szakmai információs honlapot ajánljuk, amelyen megtalálhatóak a szakmai hírek, a különféle rendezvények, köztük a konferenciák, a nyomdaipari karbantartó szimpózium anyagai, publikációk, köztük lapunk számai és a szakoktatás friss hírei is.

A <http://scitation.aip.org> honlapot érdemes gyakran felkeresni az éppen aktuális publikációk megismerése miatt!

A www.emeraldinsight.com/Insight/viewContentItem és a www.ingentaconnect.com/content/mcb/ weboldalakon, egyebek között, a korszerű mérőrendszerek karbantartásbeli alkalmazásáról szóló EURES tanulmányt is megismerhetjük. (A *framework for managing maintenance using performance measurement systems*.)

Érdeemes átlapozni a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem OMIKK könyvtárában megtalálható *Üzemfenntartás, karbantartás című kiadvány* egye számaint is, amelyek az üzemfenntartás általános kérdésein, működési feltételein, az üzemfenntartási tevékenység témakörein kívül a jellegzetes üzemfenntartás-technológiai eljárásokkal és szakterületekkel is foglalkoznak (mgksz@omk.omikk.hu).

A *Górcső alatt a termelők és a karbantartók kapcsolata* című cikk a www.iir.hungary.hu/rendezvenynaptar?id528& honlapon, a *Termelés-menedzsment specializáció* tárgyú pedig a www.kgt.bme/doktori/html/spec/term.htm érhető el.

A *Géphiba-diagnosztikai, ill. „szakértői” rendszerek* című cikk a www.elektro.net.hu/archiv/archtart2006_1.htm honlapon található.

A 22. Nemzetközi Karbantartó Konferencia. Gyártás- és eljárásmegbízhatóság. (The 22nd International Maintenance Conference, Manufacturing & Process Reliability: www.maintenanceconference.com/imc/)

IntertechPira konferencia (2002): Bevált és követendő karbantartási gyakorlat a papír-, a csomagoló- és a nyomdaiparban (Best Practice Maintenance for Paper, Packaging, and Paper Industry: www.intertechpira.com/publication-search.asp?step)

KARBANTARTÁSI CÉLÚ SZOFTVEREK

Mint általában, a nyomdaipari karbantartás tárgyú szoftverek is anyag-, eszköz- és eljárás-specifikusak. A gyártók az általuk kifejlesztett termelő és ellenőrző eszközökbe úgy integrálják a szükséges operációs rendszereket, hogy azokat a felhasználó legtöbbször észre sem veszi. A megvásárolható szoftvereszközök teljes körű ismertetése egy szakkikk keretében ilyen okokból nem indokolt és nem is lehetséges.

Vannak azonban a karbantartó/üzemfenntartó tevékenység tervezését, irányítását és ellenőrzését biztosító *általános, nem eszközspecifikus* ismereteket összefoglaló szoftverek is, amelyek a napi üzemi gyakorlat és a szakoktatás céljaira egyaránt hasznosak. Ezek aktuális kínálata a gyártók honlapjain, a termékeikhez mellékelte gépkönyvekben, a papír és nyomdaipari tárgyú nemzetközi kiállítások és kísérő rendezvényeik írásos dokumentumaiban lelhetőek fel. Az internetes keresőrobotok a *softwares for printing maintenance* kulcsszó alapján mutatják be a legújabb lehetőségeket. A témakör szoftvervonatkozású friss és archív szakkikkeit, tanulmányait és szakkönyveit a <http://findarticles.com/articles/articles>, a www.nyomdaiparikarbartartas.hu és lapunk www.mgonline.hu honlapján találhatóak meg.

Néhány szoftvertárgyú publikáció, amelyet érdemes megkeresni az interneten és/vagy beszerezni:

A www.emeraldinsight.com/ honlap – eset tanulmányok és konferenciái előadások formájában – a karbantartás-menedzselés több fontos tényezőjének (stratégia, emberi aspektusok, eszközök, technikák és szervezetek) az elméleti alapjait és több fejlett külföldi ország által a gy-

korlati alkalmazás közben szerzett tapasztalatokat ismerteti. Eközben kitér a témakör szoftveralkalmazásaira is.

A témakörbeli szakismeretek bővítését célzó szakoktatási programok elérhetőségét ismerteti a www.mex.com.au/TrainCourses.html weboldal. Ez lehetőséget biztosít az aktuális MEX, MEX OPS, FLEETMEX, FUELMEX szoftverkínálat megismerésére is! Utóbbiak részletes termékismertetőit lásd a www.mex.com.au weboldalon és az „engem csak olyan szoftver érdekel, amely csökkenti az állásidőket és a költségeket” (*I just want maintenance software that will reduce breakdowns and control my costs*) angol szövegnek a keresőmaszkba írásával.

A **Karbartartás-menedzsmnt szoftver** olyan speciális adatbázis-kezelő, amely a karbantartás területén dolgozó szakembereknek nyújt segítséget a mindennapi és a jövőbeni problémáik, minőségbiztosítási feladataik megoldásában (www.palsoft.hu/). Megkönnyíti a tervezést, szervezést, a nyilvántartást és a feladat-végrehajtás nyomon követését.

Néhány figyelemre méltó operációs rendszer részletes leírása és beszerzési lehetősége:

Maintenance Pro, CMMS szoftver: Standard, De Luxe és Professional verziók. Részletes ismertető a www.mtcpro.com/index.htm honlapon.

MOSAIC (Management, Operations, Systems & Integrity Check): az eszközök megbízhatóságának, a karbantartási költségek csökkentésének és az üzem rendszerszerű egységességének (integritásának) biztosítására fejlesztették ki (www.maint2k.com/plant_rehabilitation.html).

Megbízhatóság- és karbantartás-optimalizáló szoftver (Reliability & Maintenance Optimization Software: RCM Professional, PLASMA, FARADIP, COMPARE, TTREE és BETAPLUS verziók) a megbízhatóságközpontú, RCM stratégiájú karbantartás céljaira. Elérhetőség és részletes termékismertető az előző honlapon!

Bevezető az olcsó CMMS megoldásokba (www.maintenance1st.com).

Engineering Szoftver linkek: Minden, amit szoftverügyekben tudni illik: (www.engineeringsoftwares.com).

SmartMaintenance: a karbantartó Kisokos! Megfizethető árú, CMMS rendeltetésű, menedzsmnt-szoftver, hibamegelőző karbantartási célokra. (www.smartwaregroup.com).

Nyomógép-karbantartási célú szoftverek (Printing Machine Maintenance Software). **Letölthető ábécérendszerű szoftver, anyag- és fogyóeszköz-termékkatalógus** (www.downloadjunction.com).

Végül az üzemi karbantartás témaköreit tárgyaló szakcikkek száza folyamatosan és a karbantartáshoz szükséges **CMMS szoftvereket, anyagokat és eszközöket forgalmazó cégek internetes elérhetőségét biztosító, 13 oldalas, ábécérendszerű katalógus** pedig alkalomszerűen a www.plantmaintenance.com/CMMS_vendors_M_Z_shtml honlapon érhető el.

(Hosszabb idő elteltével a fentebb olvasásra ajánlott egyes dokumentumokat a honlapokról törlik, és azokat akkor – esetleg – már csak *archív* linkek segítségével érhetjük el.)

ANGOL–MAGYAR KARBANTARTÁSI ÉRTELMEZŐ SZÓTÁR

Adjustment: beállítás

Automotive Maintenance: automatikus karbantartás

Breakdown Maintenance: meghibásodás utáni karbantartás

Breakdown: leállás

Condition Centered/Based Maintenance (CCM, CBM): állapotfüggő karbantartás

Corrective Maintenance (Repair): helyreállító/javító/megbízhatóságfokozó karbantartás

Defect: hiba

Downtime: állásidő

Failure Based Corrective Maintenance (FBCM): üzemeltetés az eszköz meghibásodásáig

Failure: hiba

False Function: hibás működés

Fault: hiba

Inspection: megfigyelés

Maintain: fenntart, gondoz, karbantart

Maintainability: karbantarthatóság

Maintenance Handbook: Karbantartási Kézikönyv

Maintenance Management: Karbantartás-menedzselés/-menedzsment

Maintenance Prevention: típusjavító célú fejlesztés

Maintenance: karbantartás

Operational Safety: üzembiztonság

Out of Order/Out of Service: üzemképtelen
Overhaul: felülvizsgálat, főjavítás, nagyjavítás
Parameter Condition Based Maintenance (PCBM): jellemző paraméterek állapota szerinti karbantartás

Partial failure: részleges működési zavar/hiba
Perfective Maintenance: javító, tökéletesítő célú karbantartás

Periodic Maintenance: ciklusidő-alapú karbantartás

Planned (Scheduled) Downtime: tervezett üzemleállás

Planned Maintenance (PM): Tervszerű Megelőző Karbantartás (TMK)

Plant Maintenance: üzemi karbantartás

Predictive Maintenance: előrejelző karbantartás, állapotközpontú karbantartás

Prevention: megelőzés

Preventive Maintenance: megelőző/hibamegelőző/élettartam-meghosszabbító karbantartás

Proactive Maintenance: hibabekövetkezés előtti karbantartás

Reactive Maintenance: géphiba fellépte utáni javító beavatkozás

Regular Maintenance: rendszeres karbantartás (tisztogatás, ellenőrző megfigyelés, olajozás, csavarutánhúzás stb.)

Reliability Centered Maintenance (RCM): megbízhatóságközpontú karbantartás

Reliability: megbízhatóság

Risk: kockázat

Running: üzemelés, üzemeltetés, gépfutás

Run-to-Failure: üzemeltetés a meghibásodásig

Safety: biztonság

Scheduled Replacement: tervezett alkatrészcsere

Service: karbantartás

Setup: felállítás, beállítás, üzembe helyezés

Shoot down: hibaelhárítás megszüntetés

Risk Based Inspection and Maintenance (RBIM, RBM): kockázat központú karbantartás

Total Productive Maintenance (TPM): teljes körű hatékony karbantartás/termelésbe integrált üzemfenntartás, totális karbantartási rendszer

Trouble-free Running: hibamentes működés

Troubleshooting: hibakeresés, hibabehatárolás

Upkeep: üzemeltetés