

Állapotfüggő karbantartást segítő integrált diagnosztikai rendszer

Dr. Nagy István (drnagy@delta3n.hu)

Kungl István (kungl@4step.hu)

Delta-3N Kft., 7030 Paks, Jedlik Á. u. 2.

www.delta3n.hu

Bevezetés

A cikkben vázlatosan áttekintjük a legújabb on-line diagnosztikai projektet valamint annak az integrált diagnosztikát megvalósító szoftver rendszernek a felépítését és működését, amelyet egy nagy, komplex gépállapot-felügyeleti rendszer létesítése keretében fejlesztett ki a Delta-3N Kft.

A rendszer alapja a DLI Engineering cég ExpertALERT automatikus rezgésdiagnosztikai szakértői rendszere, melyhez kifejlesztettük más diagnosztikai eljárások, szakterületek interaktív szakértői szoftvereit, a ThermoALERT-et (termográfia), a LeakageALERT-et (szivárgás-detektálás), az OilALERT-et (használtolaj-analízis) és a FerroALERT-et (ferrográfia). Mindegyik szakértői szoftver az adott diagnosztikai szakterület speciális kiértékelési eljárásait alkalmazza. A diagnosztikai döntéshozatalt az ExpertALERT eredményei támogatják.

Az öt ALERT rendszer kapcsolódik a szakértői rendszerek eredményeit integráltan megjelenítő BDES (Board of Diagnostic Expert Systems) szoftverhez. A rendszer részét alkotja a Risk Analyzer kockázat-becslő modul, amely a kockázatalapú karbantartáshoz - a diagnosztikai méréskiértékeléseket követően - megadja a felügyelt forgógépek kockázati besorolását.

Az IFSS (Information and Fault Statistic System) egy olyan Web-alapú szoftver, amely segítségével a felhasználók hálózaton keresztül elérhetik a diagnosztikai szakértői rendszerek adatbázisait, és különböző statisztikai elemzéseket végezhetnek a berendezések hibafajtaival kapcsolatban.

A fenti integrált rendszer SAP kapcsolatát is kialakítottuk, amelynek révén minden reggel a döntéshozói értekezletre kerülnek az SAP PM modulon keresztül a diagnosztikai eredmények és a kockázati besorolások.

On-line Rezgésdiagnosztikai Projekt

Cégünk az egyik legnagyobb hazai olajipari vállalat megrendelésére a már korábban kiépített rezgésdiagnosztikai rendszert, amely egy off-line és egy on-line rendszer integrációjával valósult meg, kiegészítette további gépek felügyeletét végző on-line rendszerekkel.

Az eredetileg már működő off-line rendszer két ExpertALERT szakértői szoftvert használt az elemzések elvégzésére és az információk belső hálózaton történő terítésére. A két szakértői szoftver adatbázisai közti szinkronizáció replikációs adatcserével valósult meg.

**Országos Karbantartási és Munkabiztonsági Konferencia 2007-re
Pécs, 2007. április 26-27.**

Az eredetileg működő on-line rendszer három DCXO konvertibilis automatikus szakértői elemzésekre képes rendszerből állt, amelyek a tíz stratégiaileg legfontosabb forgógép felügyeletét végzi el.



A jelenlegi projekt keretében 15 SpriteMax on-line rendszer került kiépítésre összesen a korábbi három rendszerrel együtt a stratégiaileg legfontosabb 100 gép monitorozási feladatainak ellátására. Az on-line rendszerek (összesen 18 rendszer) egy on-line adatbázisba dolgozik, amely a kiértékelő szakértői rendszerrel együtt egy központi szerveren került elhelyezésre.



A projekt keretében cégünk kifejlesztette és a BKI-val bevizsgáltatta és jóváhagyta a robbanás-biztos nyomásálló tokozatba elhelyezett TMUX egységet, amely robbanásveszélyes környezetben -35 °C -ig bizonylatoltan képes feladata ellátására. Ezek az egységek a gépek közelében a terepen kerültek elhelyezésre, és kommunikációs kábelre fűzve kapcsolódnak a mérésvezérlést és az automatikus méréskiértékelést végző SpriteMax online központi egységekhez.



A projekt méretének érzékeltetésére bemutatunk néhány szám adatot:

- Multiplexerek száma: 110, melyekből
- TMUX nyomásálló tokozatban elhelyezve: 107
- Rezgésgyorsulás érzékelők száma: 950
- Bently Nevada rendszerek lepárhuzamosított jeleinek száma: 250
- Speciális jelkábelek: 16 km
- Betáp- és földelési kábelek: 12 km
- Kommunikációs és vezérlő kábelek: 8 km

A rezgésdiagnosztikai mérések kiértékelését végző szoftver az ExpertALERT automatikus szakértői rendszer a DLI Engineering amerikai cég fejlesztése, éppen úgy, mint a DCXO és SpriteMax on-line rezgésdiagnosztikai felügyelő rendszerek. A DLI technológia lényege, hogy 3D-ben végzi a rezgésméréseket, az érzékelőket a jó jelátvitel és kapcsolat miatt csavarosan rögzíti speciális szerkezetragasztókkal felragasztott mérőtuskókra. Minden mérőpontot vonalkódokkal azonosít és kizárja a lehetőségét az azonos vonalkódok alkalmazásának két különböző mérőpont esetén egy vállalaton belül.



A szakértői rendszer megbízhatósága megfelelő statisztikával rendelkező mérések esetén igen figyelemreméltó:

- A hiba kizárásának megbízhatósága 99%
- A hiba meghatározásának megbízhatósága: 96%
- A hibanagyság becslésének megbízhatósága: 89%

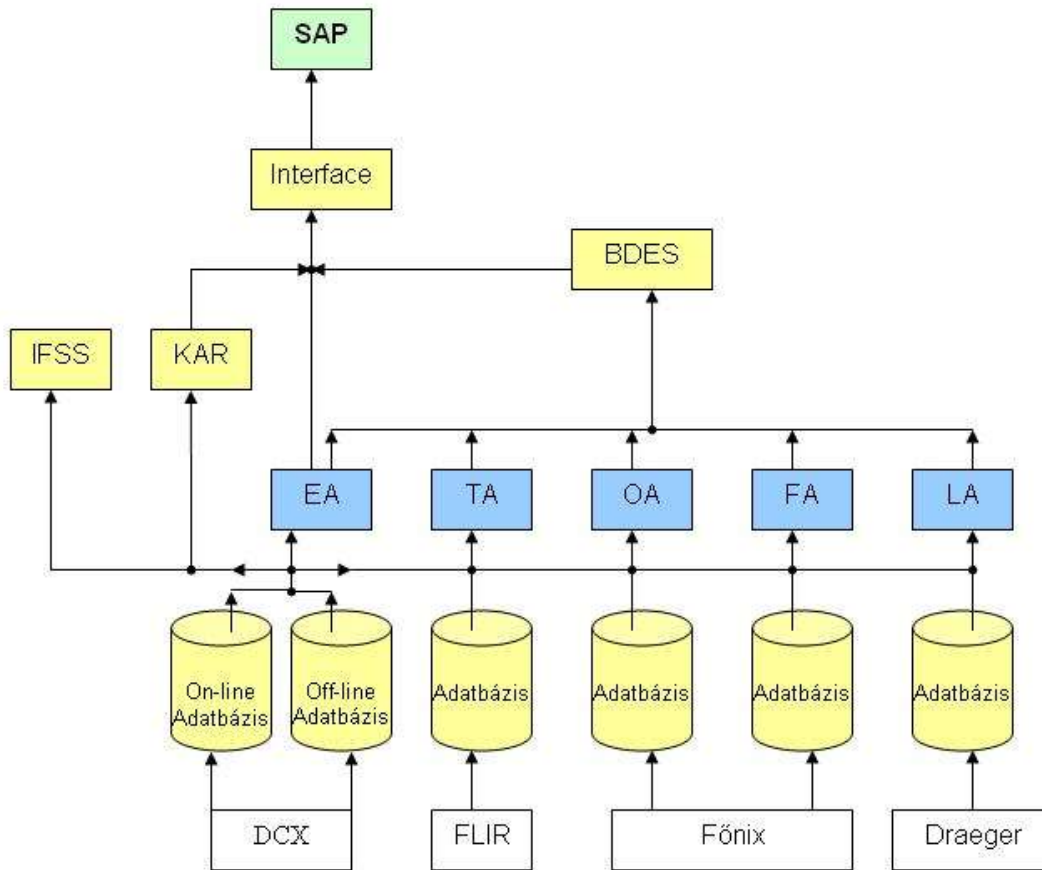
A rendszer működésének végeredménye nem egyszerűen spektrumok és trendfüggvények, hanem komplett diagnózis a berendezések állapotáról, ami a hibák meghatározását és a hibák nagyságának becslését jelenti, valamint tanácsadás az elvégzendő karbantartói tevékenységre.

Az integrált diagnosztikai rendszer felépítése

A projekt szerves részét képezte egy szoftverrendszer kifejlesztése, amely több interaktív szakértői rendszerből és ezek integrációját elvégző egységből, egy kockázat elemző szoftverből, egy web-bázisú információs rendszerből és munkatervező és SAP interface modulból áll. A rendszer teljes egészében Delta-3N Kft. fejlesztése, és szorosan együttműködik az ExpertALERT-tel. Minden szoftver saját adatbázissal rendelkezik és az ábrán látható séma mutatja az egyes szoftverek közötti kapcsolatokat.

Különböző diagnosztikai technikák, rendszerek együttes kezelése és az adatok központi kezelése volt a cél. Az egységesített jelentéskészítésnek köszönhetően lehetővé vált a különböző szakterületek eredményeinek összerendelése, azon túl, hogy minden szakterületnek természetesen meg van a sajátossága, amit a rá jellemző, hozzá szabott szoftver kezelni is tud.

Az egyes szakértői jelentések – azon felül, hogy az adott gép állapotát jellemzik az adott terület szempontjából – megerősíthetik, vagy cáfolhatják, az etalonnak tekintett és automatizált rezgésdiagnosztikai jelentéseket. Összességében elmondható, hogy mindegyik interaktív szakértői szoftver felhasználja az ExpertALERT automatizáltan elkészült jelentéseit, hogy megkönnyítse a szakértő feladatát, amikor jelentést készít az adatok alapján. Az alábbiakban röviden ismertetjük az egyes szoftver komponensek feladatát, működését.



Board of Diagnostic Expert Systems

Az Board of Diagnostic Expert Systems (BDES) szoftver alapvető célja a szakértői rendszerek (ExpertALERT, ThermoALERT, LeakageALERT, OilALERT, FerroALERT) összefogása, a legfontosabb adatok közös helyen történő megjelenítése. A BDES egy átfogó képet ad egy üzem, üzemszoport gépeinek aktuális állapotáról azzal, hogy az egyes szakértői szoftvektől lekérdezi a gépekről készült szakértői jelentéseket, valamint ezen felül képes megjeleníteni a gépek kockázati besorolását is.

**Országos Karbantartási és Munkabiztonsági Konferencia 2007-re
Pécs, 2007. április 26-27.**

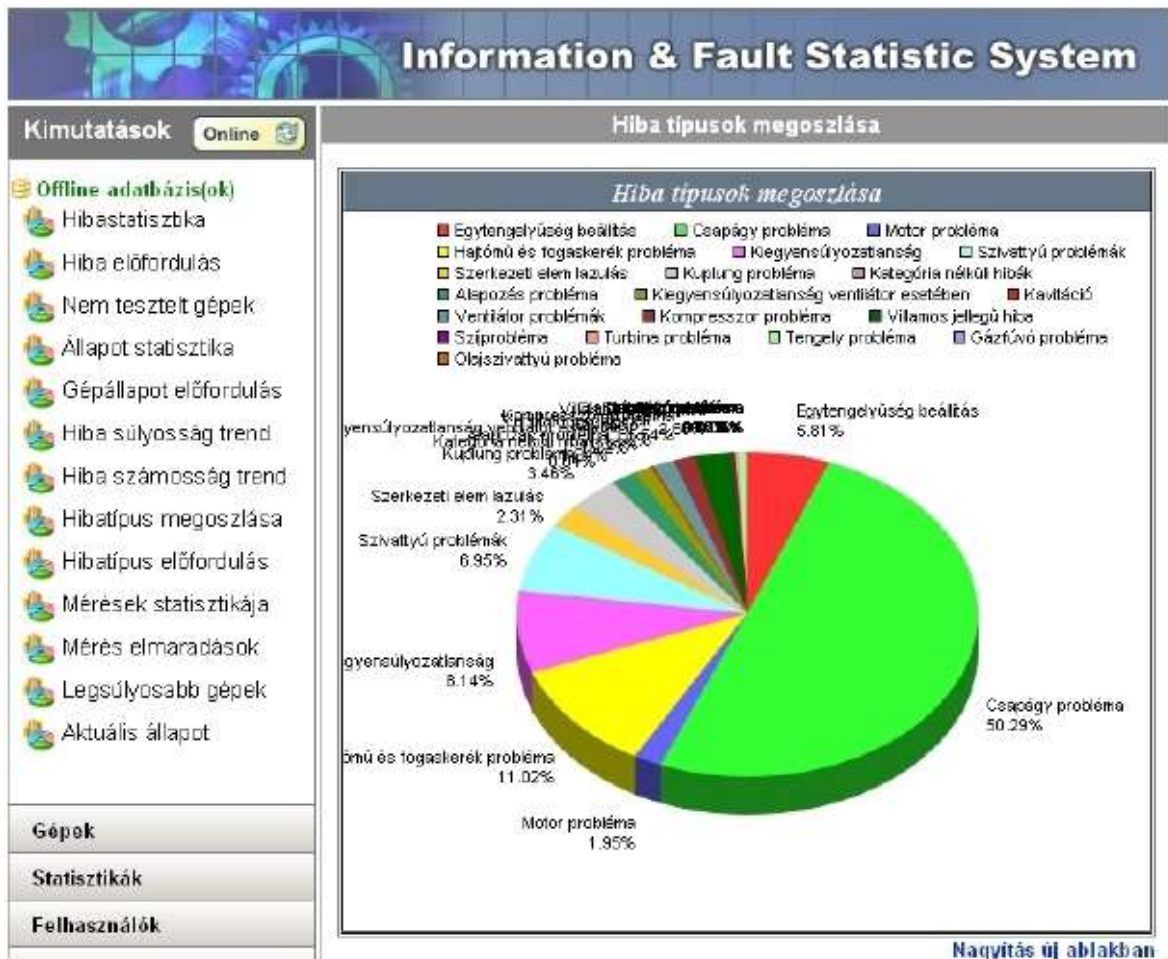
Board of Diagnostic Expert Systems							
Gépek		Bitumen fűtató, 130					
Gép	KB	Expert ALERT	Thermo ALERT	Leakage ALERT	Oil ALERT	Ferro ALERT	Megjegyz.
F DBIF 303-1	B4	4	3		3	1	
F DBIF 303-2		4					
F DBIF 303-3		5					
F DBIF 303-4		4					
F DBIF 303-4_20050420		4					
F DBIF 304-1		4					
F DBIF 304-2		4					
F DBIF 304-3		3					
F DBIF 304-4		5					
F DBIF 305-1		5					
F DBIF 305-2		4					
F DBIF 305-3		5					
F DBIF 305-4		5					

* Online mérés

Information & Fault Statistic System

Az Information & Fault Statistic System (IFSS) szoftver célja az ExpertAlert szakértői rendszer adatbázisaiban található információk megjelenítése és az ott található adatokból statisztikák készítése. A szoftver teljes egészében egy webalapú komponensből tevődik össze, mely alapvetően két nagy részre bontható:

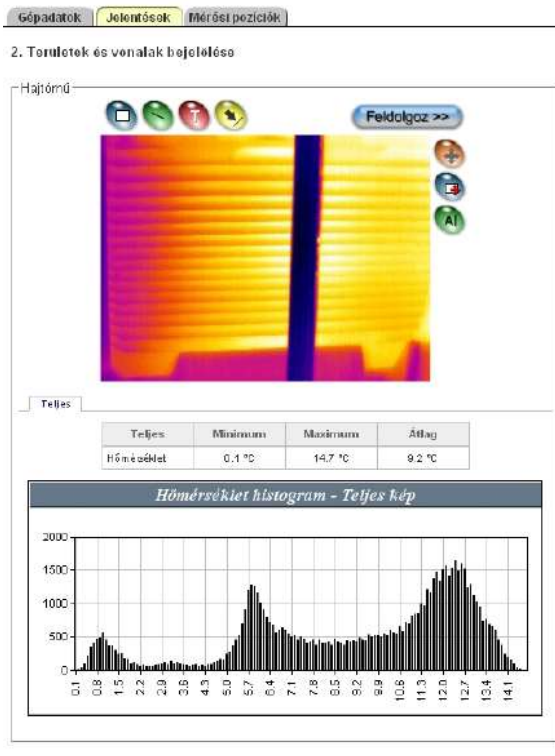
- Az ExpertAlert alkalmazásban megtalálható információk megjelenítése, mely weben keresztül hozzáférhető a jogosult felhasználók számára. A szoftverben megtekinthetők a gépek adatai, az eddig készült jelentései, mérési eredményei, hiba trendjei, gép trendjei illetve gép statisztikái (eddigi állapotainak eloszlása). Megjeleníthetők a gép mérőpontjai (gépen való elhelyezkedésük), spektrum grafikonjaik, RMS értékeik, Orbit görbék illetve tengely irányú mozgásaik.
- Az IFSS szoftver másik kiemelkedő funkciója az adatbázisokban megtalálható adatokból különféle statisztikák készítése. A statisztikák mindegyikénél részletesen beállíthatók a statisztika készítésének paraméterei, valamint a megjelenítést követően, az adatok ki is.



Az IFSS szoftver képes több ExpertAlert szakértői adatbázis egyidejű feldolgozására és kezelésére. A rendszer a megadott adatbázisokból kibányássza az adatokat, és a felhasználó számára teljesen átlátszó módon nyújtja az információkat. E funkció segítségével megoldható, hogy több archív adatbázis adatait a rendszer feldolgozza, megjelenítse és statisztikákat készítsen belőlük, melyek ezáltal pontosabbak lehetnek. A szoftver az adatbázisokat típusonként (online, offline) rendszerezi és gyűjti ki belőlük az adatokat.

ThermoALERT

A ThermoALERT szoftver célja a termovíziós képek központi helyen való szisztematikus tárolása, a képek alapján szakértői jelentések létrehozásának lehetősége, adatok visszakeresése, statisztikák és trendek készítése. A termovíziós képek több különböző cég kamerájával készülhetnek, a szoftver csak annyi megkötést tesz, hogy ezek szabványos formában elérhetőek legyenek. A ThermoALERT-en belül a műszaki helyekhez saját, a termográfia jellemző mérési pozíciók definiálhatók. Mivel a szoftver nagy mennyiségű adatok kezelésére szolgál, archiválási képességgel is rendelkezik, mely segítségével ésszerű méretek között tartható a ThermoALERT adatbázisa. A szoftver segítségével nem csak a termovíziós képek rendezett tárolása valósítható meg, hanem a fotók alapján szakértői jelentések hozhatóak létre, tulajdonképpen a fizikai képek mellett, azokat felhasználva, jól dokumentálhatóvá válnak a mérések.



LeakageALERT

A LeakageALERT szoftver célja a szivárgás detektáló műszerek által mért adatok központi helyen való szisztematikus tárolása, a mért értékek alapján szakértői jelentések létrehozásának lehetősége, adatok visszakeresése, statisztikák és trendek készítése. A LeakageALERT-en belül a műszaki helyekhez saját, a szivárgás detektálásra jellemző mérési pozíciók definiálhatók. A szoftver segítségével az adatok alapján szakértői jelentések hozhatóak létre, jól dokumentálhatóvá válnak a mérések.

OilALERT és FerroALERT

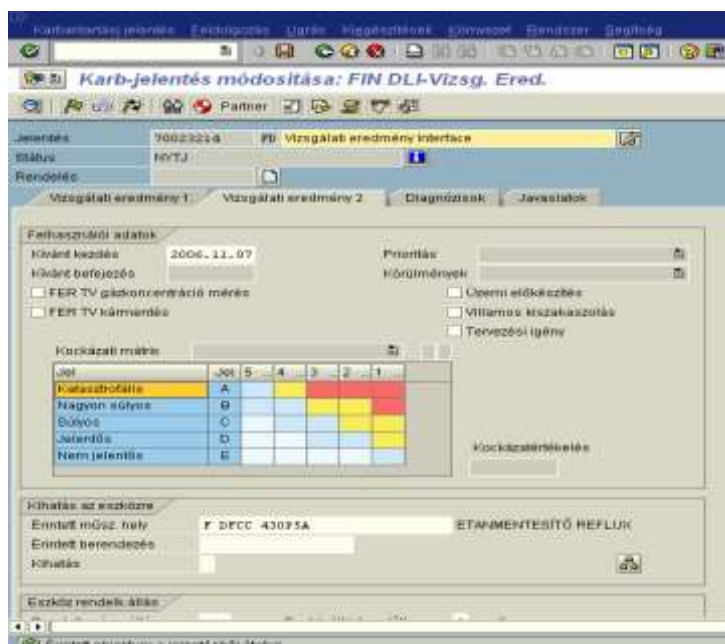
Az OilALERT és FerroALERT szoftver célja az olaj vizsgálatot végző Wearcheck labor által készített jelentések központi helyen való szisztematikus tárolása, a mért értékek alapján szakértői jelentések létrehozásának lehetősége, adatok visszakeresése, statisztikák és trendek készítése. A szoftvereken belül a műszaki helyekhez saját, az olaj vizsgálatra jellemző mérési pozíciók definiálhatók, illetve a Wearcheck jelentések alapján a szoftver automatikusan kezeli a mérési pozíciókat és felhasználói beavatkozás nélkül megjelennek a géphez tartozóan. Az olaj vizsgálatok eredményeit a felhasználónak nem kell manuális betöltenie a szoftverbe, azok automatikusan, a háttérben, egy webservice interfészen keresztül érkeznek az OilALERT adatbázisába. A szoftver segítségével nem csak a mérési adatok tárolása valósítható meg, hanem az adatok alapján szakértői jelentések hozhatóak létre.

Risk Analyzer

A kockázat elemző szoftver alapvető célja az adatbázisában található gépekről egy stratégiai besorolás készítése és lekérdezési lehetőség biztosítása bármely időpillanatban. A besorolás alapvetően két nagyobb egységből áll:

Országos Karbantartási és Munkabiztonsági Konferencia 2007-re Pécs, 2007. április 26-27.

- **Gép besorolás:** A szoftver lehetőséget ad a gép fontosságának manuális beállítására, besorolására három szempontból: biztonság, egészség és üzlet. Ezeket az adatokat az adatfelöltőknek minden üzemcsoport minden üzemében minden gépre meg kell határozni. A besorolás szükséges, de nem elégséges feltétele a kockázat elemzésnek.
- **Bekövetkezési valószínűség:** A meghibásodás valószínűségét a szoftver az ExpertAlert adataiból automatikusan (a beállításokat figyelembe véve) határozza meg. A valószínűségi besorolás rendelkezésre állása szükséges, de nem elégséges feltétele a kockázat elemzésnek.



A szoftver akkor tudja elvégezni a gép stratégiai besorolását, ha a gép manuális besorolása és a bekövetkezési valószínűség egyaránt rendelkezésre áll. A szoftver kockázati elemzésének kimenete: stratégiai besorolás és annak a szempontnak a megnevezése (biztonság, egészség, üzlet), mely alapján készült az elemzés.

A kockázati besorolást minden gépre szabványos interfészen keresztül lekérdezhető a megfelelő jogosultság birtokában.

DLI szakértői rendszer és az SAP kapcsolatát megvalósító interfész

Két interfészt valósít meg a kapcsolat. Az egyik interfészen keresztül az ExpertALERT jelentéseit (illetve azoknak egy szűrt halmazát) juttatja el a szoftver az SAP-ba, míg a másik interfészen keresztül a szoftver által elvégzett munkatervezés eredménye kerül továbbításra.

Összefoglalás

Az ismertett projekt megvalósult, a berendezések működnek, folyamatosan végzik a méréseket. A szoftverek adatbázisai nagyrészt már feltöltésre kerültek, az elemzések, a gépek állapotának értékelése folyamatosan történik. A diagnosztikai feldolgozó szoftverek egy része még bevezetés alatt van, de a rendszeres mérések végzéséhez a felhasználó már megteremtette a feltételeket.

Irodalom:

**Országos Karbantartási és Munkabiztonsági Konferencia 2007-re
Pécs, 2007. április 26-27.**

- I. Nagy, B. Kurucz**, Experience in Machine Condition Surveillance at MOL's Refinery. **11th HDO International Conference MAINTENANCE 2005**, Sibenik, Croatia, 16-18. May 2005.
- I Nagy, J. Szántó**, New Trend in Machine Condition Monitoring. **11th HDO International Conference MAINTENANCE 2005**, Sibenik, Croatia, 16-18. May 2005.
- Nagy I.**, Szakértői diagnosztikai rendszer – a tudásbázisú karbantartás alapja. „Karbantartás és a jövőorientált menedzsment” **XVII. Nemzetközi Konferencia**, Veszprém, 2005. június 6-8.
- Hortobágyi T., Kurucz B.**, Forgógép-diagnosztikai rendszer a MOL Rt. Finomítás területén I. **MOL Szakmai Tudományos Közlemények, 2003/2.**
- Bereznai G., Hortobágyi T. és Kurucz B.**, Forgógép-diagnosztikai rendszer a MOL Rt. Finomítás területén II. **MOL Szakmai Tudományos Közlemények, 2004/1.**