

Gépállapot felügyelet komplex diagnosztikai vizsgálatok alkalmazásával

Baksai Gábor mérés- és laborvezető
Dr. Nagy István ügyvezető
Kungl István informatikus
Pap Norbert vezető diagnoszta
Csete László Barnabás diagnoszta
Vajda Miklós diagnoszta

Delta-3N Kft.
H-7030 Paks, Jedlik Ányos u. 2.
e-mail: drnagyi@delta3n.hu

Bevezetés

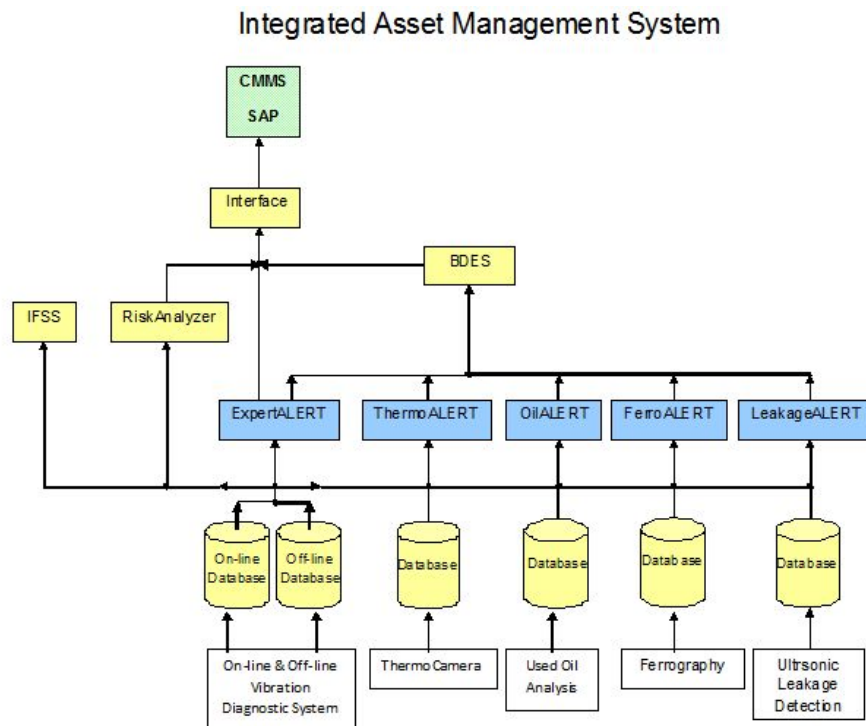
Az alábbi leírás röviden bemutatja azokat a szoftverfejlesztéseket, amelyeket cégünk, a Delta-3N Kft. szakemberei végeztek, egy komplex diagnosztikai rendszer megvalósításában. A feladat elsődleges célja az volt, hogy a különböző vállalatok eltérő on-line és off-line diagnosztikai eljárásait egy felügyeleti rendszerbe integráljuk. Ez azt jelenti, hogy a különböző vizsgálati módszerek, mint a rezgésmérés, termográfia, olajvizsgálat, ferrográfia, és szivárgásdetektálás, eredményeit egy központi szoftverrendszerben egyesítsük. Ezáltal a vizsgált berendezés állapotára vonatkozólag egy komplex eredményt kapunk.

Az integrációban lehetőség van on-line rendszerekkel párhuzamosan off-line rendszerek becsatlakoztatására is

A szoftverfejlesztések célja

A komplex gépállapot felügyeleti rendszer kialakításában az alábbi szoftverfejlesztési célokat tűztük ki:

- Speciális szakértői és elemzői szoftverek fejlesztése a következő diagnosztikai adatokhoz: forgógépek termográfiai felvételei, olajelemzés, ferrográfia és tömitésszivárgás detektálás,
- Az ExpertALERT eredményeinek integrálása egy egyedi eszközgazdálkodási rendszerbe, és ehhez újabb szakértői szoftver kifejlesztése,
- Szoftverfejlesztés, a forgógépek kockázati besorolását elvégző kockázati mátrix kezelésére,
- Web-alapú információs rendszer létrehozása a diagnosztikai információk hálózaton, vagy interneten keresztül történő továbbítására,
- Egy illesztő program kifejlesztése, amely szükség esetén összekapcsolja a diagnosztikai rendszert és az adott vállalatirányítási rendszert,



1. Ábra: A kialakított szoftverrendszer vázlata

A szoftvermodulok jellemzői

Az AzimaDLI által kifejlesztett **ExpertALERT™ szoftver** egy belső szabálybázissal rendelkező, mesterséges intelligencia alapú diagnosztikai rendszer. Ennek segítségével átlátható a nagy adatmennyiség és a vizsgálatok középpontjába a berendezés állapota kerül. Bár a diagnosztikai rendszer rendkívül pontos és már számos esetben bizonyított, a jelentés szerkesztő funkció lehetővé teszi, hogy az automatikusan elkészült jegyzőkönyvet a felhasználó módosítsa, megjegyzésekkel lássa el.

A nagy mennyiségű adatok gyors elemzése és a géphibák pontos beazonosítása a kulcsa ennek a hatékony rezgésdiagnosztikai szolgáltatásnak. Egy átlagos üzemben a vizsgált gépek 10-20%-a rendelkezik valamilyen belső hibával. Ezen a csoporton belül sokkal kevesebb esetben lesz szükséges az azonnali beavatkozás.

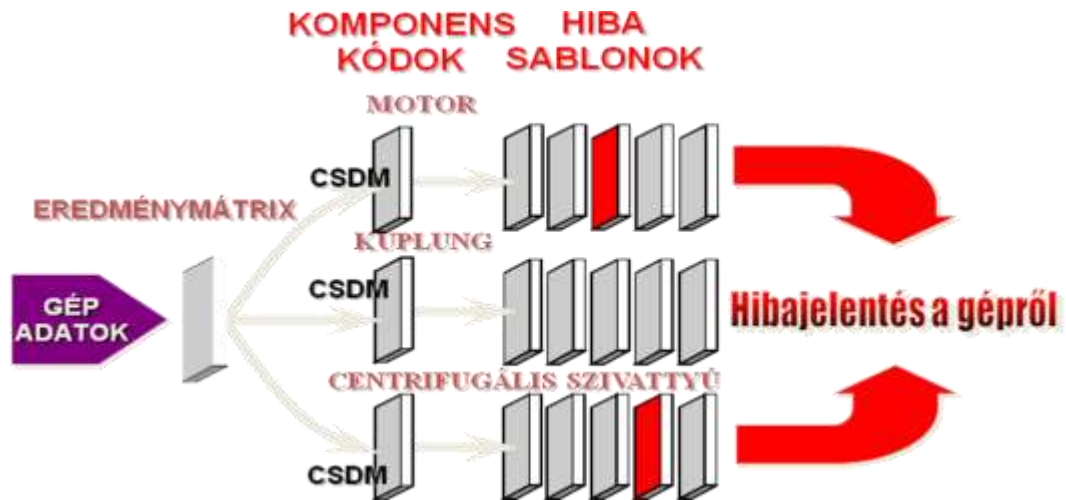
A diagnosztikai rendszer több mint 4500 különböző hibasémát tartalmaz. Ezeket a szabályokat mérések ezrei alapján, több mint 20 év alatt szerzett tapasztalatokra alapozva határozták meg. Több mint 40 különböző gépkomponens vizsgálatát teszi lehetővé, úgymint motorok, kompresszorok, turbinák, hajtóművek, szivattyúk, fűvók, stb.

A rendszer képes másodpercek alatt analizálni a mérési adatokat és egy tömör jelentést készít, amely tartalmazza a gép hibáinak listáját, a hibák súlyosságát, és a javaslatlételt. Azokhoz a rendszerekhez viszonyítva, amelyek csupán azt jelzik, hogy egy berendezés hibás állapotban (alarm mode) van, ez az informatív diagnózis remekül szemlélteti, hogy az AzimaDLI hogyan képes az adatból információt készíteni.

A szakértői rendszer szabálybázisa

A szakértői rendszer keskeny sávú triaxiális spektrumokat használ, amelyek a berendezés csapágyaihoz a lehető legközelebbi mérési helyről származnak. A spektrumból meghatározásra és kiemelésre kerül az összes komponens sebessége, valamint az egyes sajátosságok. Ezután összehasonlítás történik a diagnosztikai szabálybázissal. Az sajátosságok kiemelése nem csak az egyes frekvenciákon lévő rezgésszintek meghatározásából áll. Harmonikus csoportok és szubharmonikusok vizsgálatával lazulási karakterisztikák tárhatóak fel.

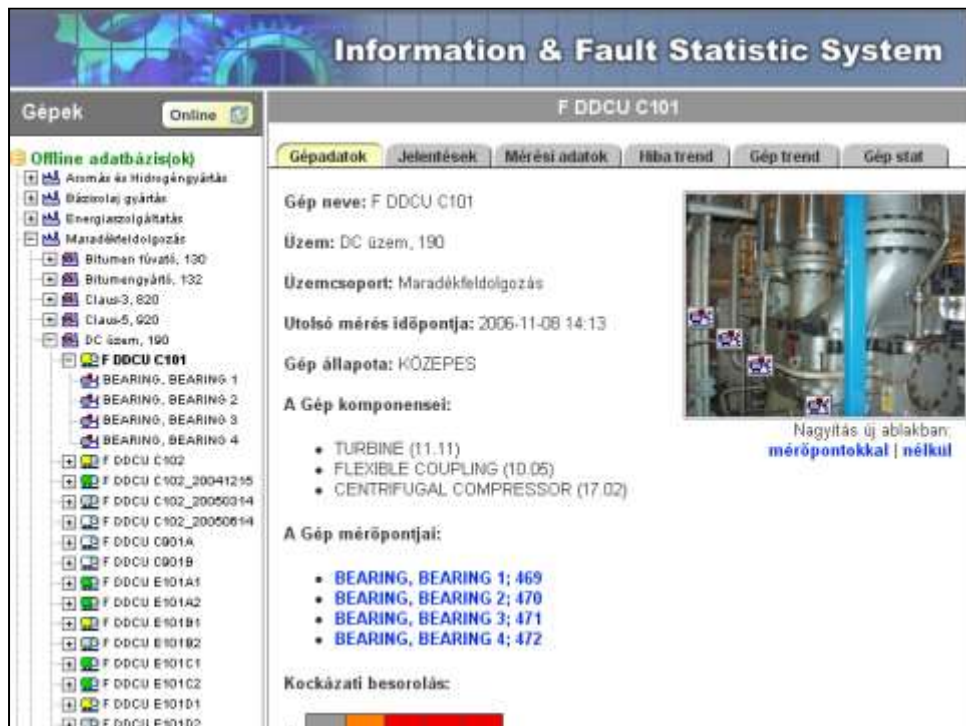
Összehasonlításra kerülnek a megfelelő diagnosztikai szabályok, amelyeknél az egyes géphibák jelenlétére utaló mintákat keres a rendszer.



2. ábra: A szakértői rendszer szabálybázisának működési elve

IFSS™ - Information & Fault Statistics - Információs és hiba statisztikai szoftver

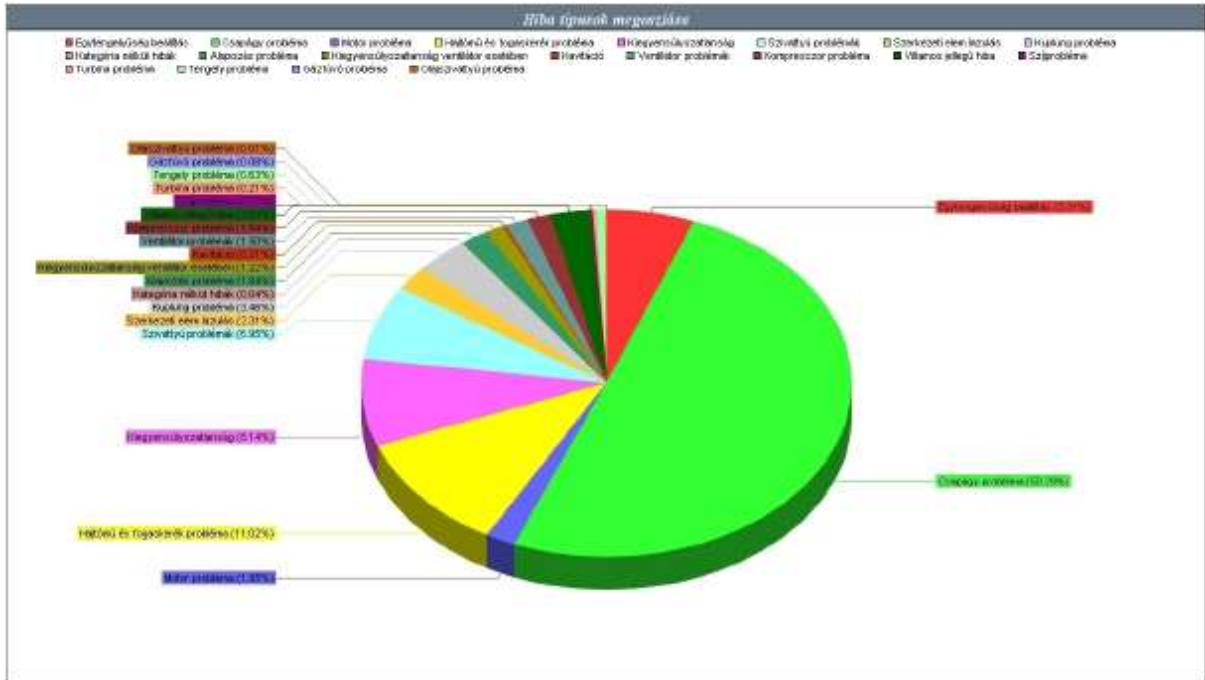
Az IFSS™ (Information and Fault Statistics System) a Delta-3N Kft. által kifejlesztett web alapú szoftver, amely a leghatékonyabb és legköltséghatékonyabb módja, hogy a fontos információk eljussanak a szükséges felhasználókhoz. A felhasználók hozzáférnek az automatikus szakértői jelentésekhez, a gépek trendjeihez, valamint a rezgésadatokhoz egy hagyományos web böngészőn keresztül. A replikációs technológia segítségével az egyes kiszolgáló gépek szinkronizálhatók a központi szerveren lévő adatbázissal, így folyamatos az adatfrissítés. Az aktív szerver adatbázisa elérhető a weben keresztül, ezáltal tetszőleges számú hozzáféréssel rendelkező felhasználó kérheti le az információkat anélkül, hogy saját szoftvert kellene vásárolnia.



3. Ábra: Az IFSS szoftver elérhető felülete

Magyar Karbantartási Konferencia – 2008. Dunaújvárosi Főiskola, Szeptember 4.-5.

Az IFSS segítségével a központi karbantartási szervezet statisztikai elemzéseket készíthet a hibák előfordulásáról különböző módokon. Lehetőség van gép, üzem, vagy akár a teljes gyár tekintetében vizsgálni az egyes hibastatisztikákat, illetve összehasonlíthatók az adatok más gyár, csoport, vagy helyszín adataival.



4. Ábra: Az IFSS szoftverrel készített egyik statisztika

Diagnosztikai technológiák integrálása

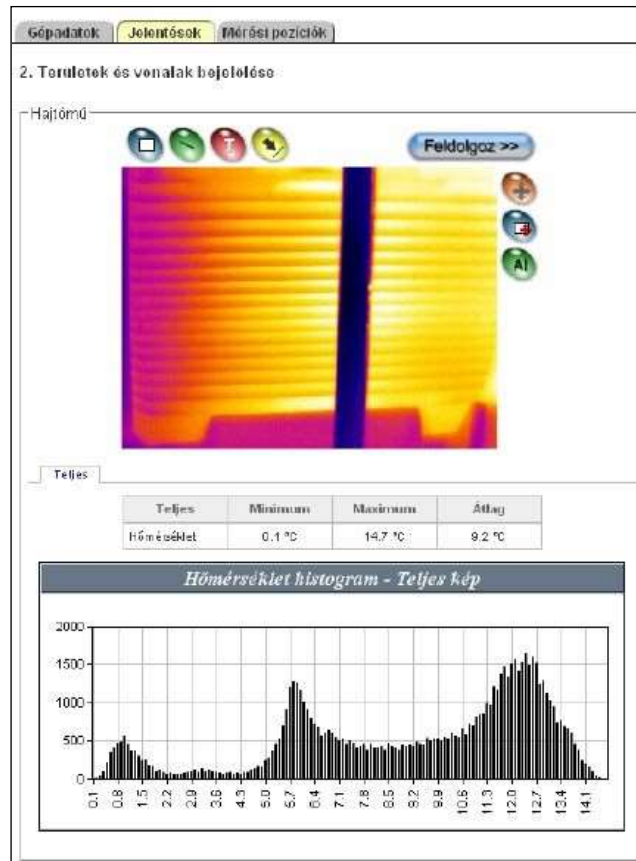
A **BDES (Board of Diagnostic Expert Systems)** összekapcsolja a különböző diagnosztikai rendszereket, ezáltal a legfontosabb adatok egyetlen képernyőn egyszerre tekinthetők meg integrált formában. Így teljes képet kapunk a berendezéseink tényleges állapotáról. A képernyőn a legutóbbi vizsgálat eredményének megfelelő színkóddal ellátott jelölése szerepel. A megfelelő jelre kattintva a részletes jelentések is megtekinthetők.

Board of Diagnostic Expert Systems

Gépek		Üzem 1						
Gép	KB	Expert ALERT	Thermo ALERT	Leakage ALERT	Oil ALERT	Ferro ALERT	Megjegy.	
Fuvo-1A	A1	5	1	1	1	3		
Fuvo-1B	A4	3	3	1	1	3		
Fuvo-2A	A4	3	3	1	3	3		
Fuvo-2B	A5	1	3	3	1	1		
Szivattyu-1A	D5	1	1	1	3	3		
Szivattyu-1B	D4	3	3	5	5	5		
Szivattyu-2A	C5	2	1	1	3			
Szivattyu-2B	C4	3	3	1	1	1		
Szivattyu-3A	B5	2	1		1	1		
Szivattyu-3B	B5	1			1	1		
Szivattyu-3C	B5	2	1		1	1		
Szivattyu-4A	D5	2	3		1	1		
Szivattyu-4B	D3	4	3		1	1		
Szivattyu-5	E5	2	3		1	1		
Szivattyu-6A	D5	2	3		1	1		
Szivattyu-6B	D4	3	3		5	1		
Szivattyu-7	E4	3			1	3		
Szivattyu-8A	D5	1	1		1	1		
Szivattyu-8B	D5	1	1		1	1		

5. Ábra: A BDES szoftver

A **ThermoALERT** szoftver alkalmas a termográfiai felvételek elemzésére, jelentések készítésére, adatok visszakeresésére, illetve hőmérséklet trendek készítésére. A ThermoALERT saját önálló adatbázissal rendelkezik, ugyanakkor csatlakozik az ExpertALERT adatbázisához is. A rezgésdiagnosztikai vizsgálat által feltárt hibák megerősíthetők a termográfia segítségével. Egy automatikus jelentés készítő funkció is elérhető, melynek segítségével a hasonló termográfiai felvételek elemzése, kiértékelése gyorsabban elvégezhető.



6. Ábra: A ThermoALERT

A **LeakageALERT** feladata, hogy a forgógépekről készített szivárgásvizsgálati jelentéseket egy központi adatbázisban tárolja, és hogy ezekből statisztikákat, trendeket készítsen. A szoftver használatával lehetőség nyílik a szivárgásvizsgálatok eredményeinek összevetésére más diagnosztikai eljárásokéval.

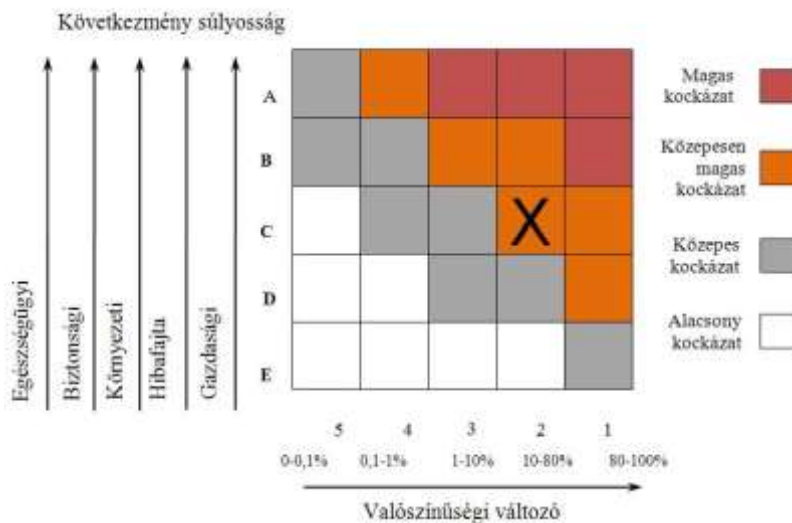
Az **OilALERT** szoftver fő funkciója az olajvizsgálati eredmények strukturált tárolása, megjelenítése, belőlük statisztikák, trendek készítése. A szoftver nem csupán tárolja az adatokat, de elemzés készítésére is lehetőség van, figyelve az esetleges határérték túllépésekre.

A **FerroALERT** tárolja a ferrográfiai vizsgálatok eredményeit és lehetőséget biztosít további vizsgálatokra, valamint jelentések készítésére. Lehetőség van a rezgésdiagnosztikai vizsgálatok által feltárt hibák megerősítésére a kopadék vizsgálat alapján. A vizsgált paraméterek trendanalízisével nyomon követhető a hibák fejlődése.



Risk Analyzer

A Risk Analyzer szoftver komplex műszaki és gazdasági vonatkozásokat is tartalmazó információkkal segíti a karbantartási döntéshozókat. Ennek érdekében ismerni kell a hibák fejlődését, ami egy megbízható, célszerű adatbázist igényel, mely alapján az aktuális kockázati következmény bekövetkezése meghatározható. A Kockázat Alapú Karbantartás (RBM – Risk Based Maintenance) nem csak a hibák kialakulásának műszaki szempontjait veszi figyelembe, hanem azok egészségi, biztonsági, környezeti vonatkozásait, valamint a termelés kieséséből adódó gazdasági következményeit is.



8. Ábra: Kockázati mátrix

A Delta-3N Kft. által kifejlesztett Risk Analyzer szoftver egy stratégiai besorolást (kockázati besorolás) készít a vizsgált forgógépekről és biztosítja, hogy ez a besorolás minden időpillanatban elérhető legyen. Használja az ExpertALERT adatbázisát. az automatikus rezgésdiagnosztikai szakértés az egyik alapkövetelménye az automatikus kockázati besorolásnak.

CMMS interfész

A CMMS interfész figyeli a diagnosztikai adatbázist és ha valamelyik gép esetében változás lép fel, akkor a CMMS interfész továbbítja az új gépállapot információt a CMMS rendszerbe. A CMMS interfész által kezelt információk: a gép állapota, hibadiagnosztikai összefoglalók, hiba súlyosság trendek, mérés állapota, rezgésadatok és kockázati besorolás.

On-line állapot vizsgálat

A DLI Watchman® SpriteMAX egy on-line monitorozó és adatgyűjtő egység. Az AzimaDLI Watchman® SpriteMAX™ Windows® XP operációs rendszerrel működik, melynek köszönhetően könnyedén konfigurálható a különböző feladatokhoz. Támogatja a vezeték nélküli hálózati kapcsolatot.

16 csatornás multiplexerekbe köthető, melyeket láncba fűzve akár 512 csatorna monitorozása is lehetővé válik egyetlen készülékkel. Habár 512 csatorna monitorozására is képes a SpriteMAX, a tervezésnél mindenképpen figyelembe kell venni a mérőpontok közötti távolságot. Sok esetben célszerű az egyes gépekre, vagy közelükbe külön SpriteMAX egységet telepíteni, amelyek ezután akár vezeték nélküli hálózatba is köthetőek.



9. Ábra: Robbanás-biztos multiplexer egység



10. Ábra: SpriteMAX On-line monitorozó egység

Fontos megjegyezni, hogy a SpriteMAX önmagában nem védelmi rendszer és nem arra tervezték, hogy hiba esetén leállítsa a gépet. Amennyiben szükséges védelmi rendszerrel együttműködve használható.

Összefoglalás

A Delta-3N Kft. által fejlesztett szoftverrendszer egy eszközgazdálkodási rendszerbe lett integrálva. A teljes szoftverrendszert sikeresen teszteltük és installáltuk a magyarországi olaj- és gázipari részvénytársaság legnagyobb finomítójában az on-line rezgésdiagnosztikai rendszer üzembe helyezésékor. Mindkét rendszer azóta is működik.

LITERATURE

- [1] Bill Watts and Joe Van Dyke Sr. An Automated Vibration-Based Expert Diagnostic System. Sound & Vibration, Machinery Monitoring, September, 1993.
- [2] Alan Friedman, Expert Automated Diagnostic System, CaseHistory-NavyStudy, DLI Engineering Corp., 2004
- [3] Hortobágyi Tímea és Kurucz Botond, Forgógép diagnosztikai rendszer a MOL Rt. Finomítás területén I. MOL Szakmai Tudományos Közlemények (2003/2)
- [4] Bereznai Gábor, Hortobágyi Tímea és Kurucz Botond, Forgógép diagnosztikai rendszer a MOL Rt. Finomítás területén II. MOL Szakmai Tudományos Közlemények (2004/1)
- [5] Istvan Nagy, Jenő Szántó and Károly Sólyomvári, How Does the Vibration Diagnostic System Work, Central European Forum on Maintenance, Vysoke Tatry, 9-10. 05. 2005.
- [6] István Nagy and Jenő Szántó, Diagnostic Expert System for Maintenance, 12th International Conference for Maintenance, Rovinj, Croatia, 16-18 May 2006.
- [7] Dr. Istvan Nagy, Condition Based Maintenance, Technical Diagnostics I., Vibration Analysis, Publisher Delta-3N Ltd., 2007, ISBN 978-963-06- 0806 0.