

4.9 | **Az adatbázisoktól a virtuális valóságig – számítástechnika az erőművekben**

Tárgyszavak: információtechnológia; IT; erőművi adatbázis; modellezés; virtuális valóság.

Az információtechnológia rendületlen fejlődése nem áll meg az erőművek kapujánál: a megbízhatóság és gazdaságosság növelésének igénye számos erőművi informatikai megoldás kidolgozáshoz vezetett. A következő összeállítás a világ számos fejlett országában kifejlesztett sokféle alkalmazás között tallóz.

Vállalati szintű erőművi adatbázisok

A korszerű erőművekben adatok milliói keletkeznek a nap minden órájában. A vezénylőtermekben képernyők tucatjain láthatóak a több száz vagy ezer mérési pont adatai. Ezeket az adatokat összegyűjtik és tárolják, de vajon mi történik velük azután? Nagyon gyakran semmi, soha senki nem veszi elő, nézi meg vagy elemzi azokat.

Az adatok ugyanakkor figyelmeztető jeleket is tartalmaznak, amelyek már előre jelzik a fontos egységek üzemzavarait. Már persze akkor, ha valaki vagy valami ki tudja olvasni belőlük. A mesterséges intelligencia híján gyakori az az eset, hogy még az üzemeltető személyzet gyakorlott szeme előtt is elfedi az adatok tömege azt a néhány nagyon fontos jelzést, amely súlyos üzemzavarok megelőzését tenné lehetővé.

Ideális terep ez az informatika számára: rendet vágni az adatok rengetegében, kiszűrni a legfontosabbakat, meghatározni a trendeket. Az adatokat több szinten aggregálni is szükséges: az erőművi modultól a több erőművet működtető vállalati központig egyre koncentráltabb és egyre inkább a műszakitól a gazdasági irányba tolódik el az információigény.

Az AmerenUE és a Matrikon tapasztalatai

Az USA villamosenergia-termelő vállalatai közül a St. Louis-i központú AmerenUE az IT (információtechnológia) erőművi alkalmazásának

egyik éllovasa. Számos erőműve közül a Labadie az üzemi kísérletek fő terepe (ezt az erőművet egyébként a 2003. év 12 legjobb amerikai erőműve közé is beválasztotta a Power Magazine folyóirat*). Az erőmű széntüzelésű, névleges összteljesítménye 2 568 MW. Nemcsak a tüzelés optimalizálásra koncentrálnak, aminek eredményeként bejutottak az USA öt legkisebb NO_x-kibocsátású erőműve közé, hanem példamutatóan fejlesztik a mérés- és szabályozástechnikai, valamint adatmegjelenítési eszközparkot is. Ennek keretében hosszú távú együttműködést alakított ki az erőmű menedzsmentje a számítástechnikai fejlesztések terén az edmontoni Matrikon céggel. A kiindulási alapot a Matrikon petrokémiai rendszere, a Process Suite képezte. Az AmerenUE megbízásából többéves fejlesztési munka során ezt a rendszert adaptálták a széntüzelés viszonyaira, egyesítve mindkét vállalat szakértőinek tudását.

Amint azt Chuck Naslund, a vállalat energiatermelési elnökhelyettese a tapasztalatokból leszűrte, az informatikai fejlesztések sosem érnek véget, soha nem lehet egy végállapotot elérni. Ez egyébként egybevág mindannyiunk tapasztalataival a személyi számítógépek terén: alighogy megvettük a számítógépet, azonnal megjelenik egy nagyobb kapacitású, gyorsabb és olcsóbb modell, és egyből megbánjuk a beruházást. Mivel azonban a fejlődés sosem áll meg, ilyen alapon sosem vásárolnánk semmit. Az erőművi alkalmazások terén is ugyanez a tapasztalat: jól kell az elérendő mérföldköveket meghatározni, a fejlesztéseknek konkrét anyagi haszonnal kell járniuk, és fel kell készülni a fejlesztés azonnali folytatására, újabb kihívások leküzdésére. Ha a fejlesztési lépések egymásra épülnek és az eredmények jól kiegészítik egymást, akkor a jelentős fejlesztési költségek busásan megtérülnek.

Az adatok aggregálásának (összevonásának) szintjei

Amint azt az *1. ábra* mutatja, az adatok feldolgozása és megjelenítése négy szinten folyik. A szintek között a szoftver különféle kifinomult algoritmusok segítségével megszűrte és megtisztított információkat továbbít.

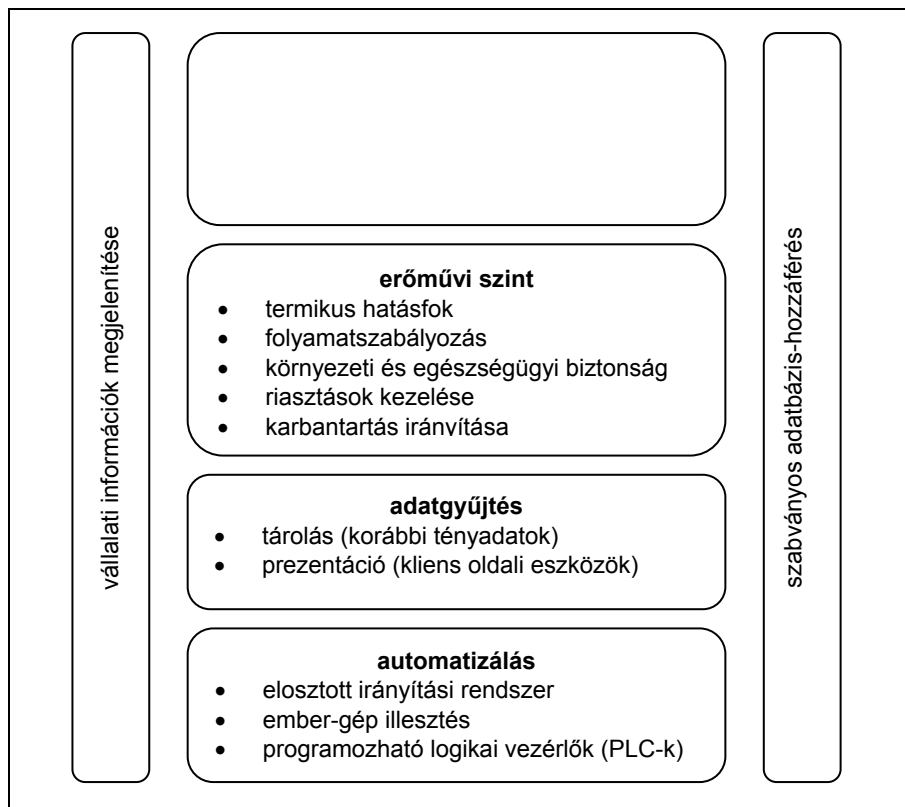
Másképp megfogalmazva ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy a modulok, illetve az erőmű szintjén az aktuális adatokat a múltbeliekkel összehasonlítva a statisztika módszereivel és a műszaki modellek segítségével olyan intelligens rendszereket lehessen kialakítani, amelyek ké-

* Lásd kiadványunk 2004/2. szám 24. oldalán kezdődő cikkét.

pesek az üzemzavarokat még azok bekövetkezése előtt felismerni és megelőzni. Ennek a folyamatnak három fő szintje van:

- a megfigyelt változók kezelhető szintre való csökkentése, összevonása;
- a nagy tömegű adatok beavatkozásra alkalmas információvá transzformálása;
- automatizált rendszerek installálása a felsoroltak alapján a berendezések folyamatos felügyeletére, monitorozására.

A vállalat szintjén a gazdaságosság veszi át a főszerepet, illetve fontos feladatként belép az erőművek közötti optimális teherelosztás is.



1. ábra Az erőművi adatok hierarchiája

Az erőmű szintjén: a riasztások 'racionalizálása'

Az egyik legfontosabb feladat az erőmű szintjén a riasztások kezelése. Az összes szabályozókör és beavatkozó több mint 50 000 riasztási lehetőséget jelent – ez a hatalmas mennyiség gyakran túl sok, feldolgozhatatlan információt jelentett az üzem irányítóinak, nem voltak képesek a riasztások súlyosságának és helyének gyors megítélésére.

Az informatikai rendszer továbbfejlesztésének egyik fontos célja volt ezért kevesebb, de sokkal informatívabb riasztás kialakítása. Ennek keretében kifejlesztettek egy olyan alrendszert, amely kilistázza az elmúlt 24 óra 20 legfontosabb riasztását, és ezt a jegyzéket belső e-mail formájában elküldi az illetékes műszaki szakembereknek, akik ennek alapján dönthetnek a megfelelő beavatkozásról.

Az információcserét/kommunikációt megkönnyíti az, hogy a műszakiak hordozható számítógépekkel vannak felszerelve, amelyeket az üzem területén bárhol csatlakoztathatnak a belső számítógépes hálózatra. A riasztások kiértékeléséhez több ezer folyamatábra szolgáltat további adatokat. Így az üzemeltetés irányítói néhány kattintással hozzáférhetnek a fontos információkhoz, és összpontosíthatnak a kritikus folyamatokra.

A megfelelő időben végrehajtott megelőző intézkedések hatása jól mérhető az erőmű rendelkezésre állásának alakulásával: egyedül a 2003-as évben ez a mutató 5%-kal nőtt, ami a megtermelt többletenergia révén jelentős bevételnövekedést eredményezett.

A megbízhatóság növelése

A megbízhatóságnak egy ilyen bonyolult rendszerben számos vonatkozása van. Ezek közül az egyik legfontosabb a kimenő teljesítmény pontos szabályozása, mivel ennek nagy szerepe van a termelési költségek alakulásában. Korábban a kívánt teljesítményt plusz-mínusz 5 MW pontossággal tartották, a korszerű irányítástechnika azonban lehetővé teszi a teljesítmény ennél nagyságrendekkel pontosabb beállítását és tartását.

A statisztika módszereivel meghatározták a leggyakrabban meghibásodó egységeket, valamint a meghibásodásokat jelző paramétereiket, változókat. A legkritikusabb berendezésekre összpontosítva létrehoztak egy olyan adatbázist, amely a kritikus paraméterek normális értékeit tartalmazza a különböző üzemállapotokban. Ez az adatsorozat például a legkritikusabb turbina-generátor egységnél harminc változót tartalmaz, és a ténylegesen mért adatokon felül statisztikai módszerekkel becsült értékeket is a ritkán előforduló üzemállapotokra. A ténylegesen mért adatokat folyamatosan összehasonlítva ezzel az „ideális” adatsorozattal, az eltérések korán észlelhetők, amire alapozva a tényleges üzemzavarok számát és időtartamát jelentősen csökkenteni lehetett. Néhány tipikus konkrét mérési és ellenőrzési feladat, amelyet a ProcessNet alrendszer (főbb jellemzőit lásd az *1. táblázatban*) folyamatosan végrehajt:

A ProcessNet rendszer főbb funkciói

A ProcessNet rendszer főbb funkciói	
<p>◆ Vállalati szintű döntéstámogatás Elemzi, megjeleníti és továbbítja a valós idejű üzleti és termelési adatokat a legkülönbözőbb web-alapú eszközökre: asztali számítógépek, PDA-k, hordozható műszerek, mobiltelefonok.</p>	<p>◆ Riasztások és események kezelése Valós időben megjeleníti az erőmű összes riasztását és eseményét, elemzi azokat, kiszűri a hamis riasztásokat, összehasonlítja a normál üzem jellemző értékeivel.</p>
<p>◆ A rendelkezésre állás előrevetítése A valós idejű mért adatok és a berendezések műszaki paramétereinek alapján „megjósolja” a rendelkezésre állást.</p>	<p>◆ Szabályozók optimalizálása A szabályozókörök megfigyelése alapján automatikusan hangolja azokat, szűkítve ezzel a kimenő jellemzők értékeinek sávját. Érzékeli és jelenti a szabályozókörök meghibásodásait.</p>
<p>◆ Turbinák figyelése Folyamatosan figyeli a legfontosabb jellemzőket, ezáltal meg lehet előzni azok megfutását és a meghibásodásokat, nem tervezett leállásokat.</p>	<p>◆ Szén elemzése Folyamatosan elemzi az elégetett szén típusát és összetevőit, ezáltal a költségek és a kazánok meghibásodásai csökkenthetőek.</p>
<p>◆ Események jelzése és jelentése Gyakorlatilag bármelyik jellemző megváltozását eseményként lehet definiálni, a változás bekövetkeztét üzenet jelzi, amelyhez karbantartási műveleteket lehet kötni.</p>	<p>◆ Indulás és leállítás Megfigyeli, vezérli és optimalizálja a felfutás és a leállítás fázisait.</p>

- *Szelepek automatikus tesztje* – a mérési eredményekből a múltbeli adatok és a műszaki modell alapján a program ítéli meg, hogy a szelep jó-e, vagy hibás.
- *Fontosabb szivattyúk figyelése* – a valós idejű nyomásadatokat a tárolt jelleggörbékkel összehasonlítva a szoftver határozza meg folyamatosan a hatásfokot. A trend is megfigyelhető különböző időtávokon.
- *Turbinák megfigyelése és események jelzése* – az előre definiált, különböző fontosságú, illetve súlyosságú események bekövetkeztét automatikusan észleli és jelzi a rendszer.
- *Folyamatok szabályozóköreinek feltételektől függő hangolása* – a szabályozókörök változóinak folyamatos megfigyelése alapján a beállítások módosíthatóak.
- *A szén elemzése* – az elégetendő szén minősége időről időre változik, akár egy bányából érkező különböző tételek esetén is, de főleg akkor, ha különböző bányákból érkezik a tüzelőanyag. Az elemzés mind a fűtőértékre, mind a szennyezőanyag-tartalomra

kiterjed. A mért adatok alapján folyamatosan optimális szinten lehet tartani az égési folyamatot mind a teljesítmény, mind a károsanyag-kibocsátás szempontjából.

Az összes mérésnél előre meghatározott esetekben automatikusan elektronikus üzenetet küld a szoftver az illetékes technikusnak vagy mérnöknek.

A fejlesztés úttörője a Labadie erőmű csapata – az eredményeket az AmerenUE többi széntüzelésű erőműve is átveszi a jövőben, a fejlesztés súlypontja pedig az erőmű kevésbé kritikus, de mégis fontos folyamatainak bevonása mellett a cégközpont integráló, összesítő feladataira kerül át.

Az eddig vázolt rendszer ezer szállal kötődik a való világhoz, fő feladata a rengeteg üzemi jellemző adatainak valós idejű összegyűjtése és integrálása. Sok olyan feladat van azonban az erőművek világában is, amelyeknél el kell szakadni a valóságtól, és helyette a **virtuális valóság** képezi az erőfeszítések tárgyát. Például azért, mert a valóságos objektum még nem is létezik – mert még csak a tervezés stádiumában van. Vagy például a munkatársak kiképzése során az oktatás tárgyát egy katasztrófhelyzet képezi, aminek az oktatás kedvéért való előidézése nem igazán kívánatos.

Virtuális erőművek

A hatvanas-hetvenes évek papírkeretes piros-kék celofán szemüvegei, amelyekkel a kísérleti háromdimenziós filmeket lehetett nézni, reneszánszukat élik számos amerikai informatikai kutatóhelyen. Ezek egyikén, Az Iowai Állami Egyetem Virtuális Valóság Alkalmazási Központjában (VRAC, Virtual Reality Applications Center) többek között erőműveket modelleznek. A háromdimenziós (3D) modellben a virtuális látogató mozoghat is, tehát akár bejárhatja az összes helyiséget, sőt lehetőség nyílik például fejét egy kazán égőterébe „bedugva” megnézni a lángok eloszlását, vagy „egy turbina belsejébe bekukkantva” megnézheti, hogyan mozog a levegő a lapátok körül ...

De vajon ez csak a gyerekkorból nem igazán kinőtt kutatók játéka, vagy van tudományos, illetve anyagi haszna? Mindenesetre az tény, hogy számos pályázat révén egyedül az imént említett projekt 10 millió USD körüli támogatást élvez. Néhány, a gyakorlathoz közel álló alkalmazási lehetőséget a következők ismertetnek.

Kiképzés a szimulátorban

Ahogy a pilóták is elsősorban szimulátorokban szerzik meg első repülési tapasztalataikat, az erőművek irányítói számára is ez a legkisebb kockázattal járó és a legolcsóbb módszer. A norvégiai Halden Energetikai Technológiai Intézetében kidolgozott atomerőmű-szimulátorban kockázat nélkül begyakorolhatnak a szakemberek például olyan veszélyes műveleteket, mint a nukleáris fűtőelemek cseréje*. A fűtőelemek cseréjét végző különleges berendezések szimulációja révén a mechanikai mozgások és a nukleáris viselkedés egyaránt modellezhetőek, így a munkatársak a képzés során a repülőgép-szimulátorhoz hasonló helyzetben gyakorolhatják be a veszélyes műveleteket, anélkül, hogy a tényleges veszélyeknek ki lennének téve.

Nemcsak a biztonság szempontjából páratlanul előnyös a szimulációs módszer, hanem egyszerűsége és gyorsasága miatt is: amíg a hagyományos papír alapú dokumentációknál több könyvespolcnyi dokumentációból kellett hosszas keresgéléssel egy meghibásodás helyét, okát és a konkrét alkatrész adatait megtalálni, addig a virtuális számítógépes valóságban néhány egérgattintással a kívánt részlethez lehet jutni.

A rendszert kiváló eredménnyel használták nemcsak Norvégiában, hanem például a szentpétervári atomerőmű munkatársainak kiképzésében is. Az eljárás alkalmas az idősebb, nyugdíjazás előtt álló szakemberek tudásának átadására is, így az ő tapasztalatuk nem vész el, hanem részévé válik a számítógépes tudásbázisnak.

A tervezés forradalmi segédeszköze

Nem csak létező erőművek számítógépes szimulációjára van lehetőség, legalább ennyire fontos alkalmazása a virtuális valóságnak (VR, virtual reality) az erőművek és azok berendezéseinek tervezése. A téma fontosságát mutatja az a figyelem és jelentős anyagi támogatás, amellyel az USA Energetikai Minisztériuma a Nemzeti Energetikai Technológiai Laboratórium (DOE National Energy Technology Laboratory) irányításával az ez irányú fejlesztéseket támogatja.

A modellező programok segítségével optimálisan lehet az egyes berendezéseket az erőmű belső terében elhelyezni. A helykihasználás, a közlekedési útvonalak, az esetleges akadályok a 3D megjelenítés segít-

* Vajon az emlékezetes tavalyi paksi üzemzavar előidézői részt vettek-e hasonló kiképzésen ...

ségével gyorsan kiértékelhetőek, a szükséges változtatások hatása gyorsan felmérhető. Természetesen a végleges elrendezés megtalálása után a szoftver gombnyomásra automatikusan generálja a hagyományos műszaki rajzokat is.

Egy másik irányzat képviselői a részfolyamatok mélyebb modellezése felé indultak. A „bányák hazája”, Nyugat-Virginia Bányahivatala (Bureau of Mines) például a kazánok égési folyamatainak részletes modellezését kezdeményezte, a cél természetesen a határfok növelése a szennyezőanyag-kibocsátás csökkentése mellett. A modellek bonyolult matematikai apparátust mozgatnak, és nagy számítási kapacitást igényelnek (az informatikai szakzsargonban „number crunching”), ez azonban manapság már néhány erősebb személyi számítógép hálózatba kötésével és a feladatok köztük való megosztásával viszonylag olcsón rendelkezésre áll.

Nagyon fontos eleme a rendszernek a képek megjelenítése, a térbeliség érzetének minél hűbb megvalósítása. Ennek elérésére fejlesztették ki az USA-beli Alkalmazott Kutatások Pennsylvániai Állami Laboratóriumában (Penn State Applied Research Laboratory) a CAVE nevű megjelenítési rendszert. A név barlangot jelent és mozaikszó is egyben: a virtuális automatikus környezet angol megfelelőjének rövidítése (Cave Automatic Virtual Environment). A szupertechnológiával megvalósított „barlang” mind a négy oldalfalát és a tetejét is vetítővásznak alkotják, amelyekre kívülről vetítik a képeket professzionális vetítők segítségével. A „barlang” belsejében a látogatók, illetve a kutatók így bármerre fordulnak, a számítógéppel létrehozott háromdimenziós virtuális valóság képét látják. A „barlang” méretei: kb. 3 x 3 x 2,7 m (10 x 10 x 9 láb). Az illúzió teljessé tételére a bejáratot is úgy képezték ki, hogy belülről visszanézve ne látszódjon, a felülete ugyanúgy vetíthető, mint a többi oldalfal.

A különleges megjelenítő egységet főleg atomerőművek terveinek megjelenítésére használják. Jól követhetőek vele például az építés egyes fázisai, így optimalizálható a csővezetékek, szelepek és a sokféle egyéb berendezés felszerelésének sorrendje, az építés időszükséglete ezáltal jelentősen csökkenthető. Ez természetesen jelentős költségmegtakarítást is lehetővé tesz. Nagyon szemléletes az a „trükk” is, hogy a tervezett, de még nem beépített elemek átlátszóan jelennek meg, és megvalósításuk után válnak átlátszatlanná, nyerik el tényleges színüket. Ezzel a megvalósítás egyes fázisai nagyon jól elkülöníthetőek.

Egy másik nagyon fontos lehetőség a radioaktív sugárzás eloszlásának modellezése és megjelenítése, ami által a sugárzásveszélyes he-

lyek láthatóvá válnak. Ennek segítségével például előre meghatározható egy-egy „forró” karbantartási művelet során a munkatársak által elszenvedett besugárzás mértéke, így a tényleges sugárterhelés csökkenthető, illetve meghatározható a szükséges védőfelszerelés és a megengedett benttartózkodási idő.

Összeállította: Kis Miklós

[1] Peltier, R.: IT in the Plant – Fleet Street: AmerenUE’s enterprisewide data superhighway. = Power, 148. k. 4. sz. 2004. máj. p. 26–30.

[2] Wicker, K.: The virtues of virtual reality. = Power, 148. k. 4. sz. 2004. máj. p. 59–62.