



## Városi vízgőzhálózat modellezése és számítógépes felügyeleti rendszerének kidolgozása

**Szakonyi L.**

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Műszaki Informatika Tanszék, 7624 Pécs, Rókus u. 2.

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Az előadás új információs és kommunikációs technológia regionális hasznosítását jelentő projektet mutat be, mely városi vízgőzhálózatot számítógépes felügyeleti, szakértői és döntéstámogató rendszerének kidolgozását célozza az energetikai veszteségek csökkentése érdekében. Az alkalmazott kutatási tevékenység a kiépítendő infokommunikációs technológia felhasználásával működő energiaáram-hálózat kísérleti identifikációjának elvégzésére, az energiaáram-hálózat számítógépes szimulációjának kiértékelésével az energiatakarékos üzemvitelt biztosító irányítási stratégia meghatározására irányul.*

(Kulcsszavak: kétfázisú áramlás, nem-lineáris hálózatok, identifikáció, folyamatirányítás)

### ABSTRACT

#### **Identification of the municipal water-steam network, elaboration of its computer controlled system**

L. Szakonyi

University of Pécs, Department of Information Technology, H-7624 Pécs, Rókus u. 2.

*The presentation introduces a project utilizing the new information and communication technology in a regional perspective and its objective is to elaborate the control-, expert- and decisionmaking support-system in the city's water-steam network informatics network in the interest of reduction of power loss. The applied research activity is aimed at the completion of the experimental identification of the energy-current network utilizing the infocommunication technology to be developed and the definition of the control strategy ensuring energy-saving operation based on the assessment of computer simulation.*

(Keywords: Two-phase flow, film condensation, persistence equations, non-linear networks, identification, process control)

### ELŐZMÉNYEK

Műszaki technológiai folyamatok identifikálásánál az elsődleges feladat a folyamat absztrahált leírása matematikai modell formájában (Szakonyi, 2002a). A vizsgált anyag – és energiaáram hálózat (városi vízgőzhálózat) üzemviteli paramétereinek helyes beállítása, az energia fogyasztói igényekhez igazodó, folyamatosan kontrollálható és módosítható elosztása igényli a matematikai modellen végzett vizsgálatot, a számítógépes szimulációt. Az elmúlt időszakban az alkalmazott informatika területén megkezdett projektünk (GVOP-3.1.1-2004-05-0125/3.0) bázisrendszerül a Pécs városi vízgőzhálózat szolgál, mely éves szinten ~130 ezer tonna vízgőz elosztásával, ~550 mFt

energiaköltség kiszámlázásával a város jelentős részére terjed ki, s a jelenleginél jóval nagyobb vízgőzigény ellátására alkalmas. Az energiaveszteségek csökkentésének igénye indokolja a veszteségek felmérését, helyi és időbeli pontosítását, továbbá a javaslatot az energiatakarékosabb üzemvitelre. Az előbbi tevékenységek az energiaelosztásban érdekelt valamennyi partner, az energiát előállító, a szolgáltató és a felhasználók érdekeinek és lehetőségeinek figyelembevételével valósulhatnak meg.

E megállapodások sikerét

- a működő rendszeren elvégzett megbízható mérések, a kísérleti identifikáció;
- a fogyasztói igényekhez igazodó, változtatható üzemállapotok és beavatkozások lehetősége;
- az előbbi üzemállapot-alternatívákat megvalósító, energiaáram elosztás modellezésére szolgáló, nemlineáris hálózati matematikai modellek kidolgozása;
- az optimális üzemvitel és számítógépes irányítási stratégia felállítása;
- az energetikai veszteségek csökkentése mellett az energiaellátás biztonságát is szolgáló szakértői és döntéstámogató rendszer kimunkálása

segítheti elő.

Tanszékünk regionális célok megvalósítása érdekében a termelői-szolgáltatói szférával (a PÉTÁV Távfűtő Kft.) együttműködve, a műszaki informatika szak gesztor tanszékétől elvárható kutatási-fejlesztési irányoknak (nagy rendszerek komplexitás-kezelése, mesterséges intelligencia alkalmazások, infokommunikációs technológiák kifejlesztése, hasznosítása) is megfelelően törekszik a projekt megvalósítására egy regionális energiaellátó hálózat energiaveszteségeinek csökkentése, a gazdaságosabb üzemvitel biztosítása érdekében (Szakonyi, 2002b).

## **AZ ALKALMAZOTT KUTATÁS CÉLJA, FŐBB TEVÉKENYSÉGEI**

A projekt fő célja a konzorciumi partner által működtetett energiaáram hálózatra telepítendő számítógépes monitoring és irányítási rendszer létrehozásának elősegítése, mely megteremti a lehetőségét:

- az energiaelosztás folyamatos ellenőrzése és szabályozása révén az időszakosan jelentkező „többletenergia” célirányos hasznosításának, a gerinchálózaton és a fogyasztónál jelentkező energiaveszteségek csökkentésének;
- az elszámolás alapját jelentő ellenőrzött és dokumentált energiaáram mérések, ezek igények szerinti feldolgozása és kiértékelése által az energiát előállító, szolgáltató és felhasználó közötti szerződésteljesítések ellenőrzésének;
- az előbbi szerződő felek közötti megállapodásoknál az optimális energiaelosztást és felhasználást jelentő üzemeltetési stratégia kidolgozásának.

A projekt betervezett, elvégzendő tevékenységei

- a kísérleti identifikáció elvégzését, az energiaelosztás ellenőrzését biztosító monitoring rendszer;
- az anyag- és energiaáram hálózat modelljeként, változó „forrásokkal”, ellenállásokkal, fogyasztóhelyekkel működtethető szimulációs rendszer;
- a változó topológiák, üzemállapotok követésére alkalmas üzemviteli program-csomag;
- az előbbi matematikai modellekhez illesztett irányítási stratégia, szakértői és döntéstámogató rendszer

létrehozását célozzák meg. Az így megvalósuló teljes infokommunikációs technológia (a kialakított szoftvercsomag) alkalmas lehet egy régió meghatározó energia-elosztó rendszerei (városi távfűtő, gázszolgáltató, vízmű hálózat stb.) informatikai infrastruktúrájának kialakítására, továbbfejlesztésére a komplexitás-kezelés új, mesterséges intelligencia alapú módszereit követve, tekintettel a fogyasztói (lakossági) kívánalmakra is.

Az alkalmazott kutatásunk bázisrendszerül szolgáló anyag- és energiaáram hálózatra telepítendő számítógépes monitoring és irányítási, valamint a szakértői és döntéstámogató rendszer kiépítése előfeltételezi az alábbi tevékenységeket, melyeket a projekt előrehaladása során az alábbi ütemben kívánunk megvalósítani :

- a főbb energia-felhasználók (mintegy 20 cég) fogyasztói igényeinek felmérése;
- az energiatermelőnél és a fogyasztóknál kialakított helyi mérőhelyekre támaszkodva javaslattétel a konzorciumi partner által üzemeltetendő monitoring rendszer kiépítésére;
- a meglévő, illetve ideiglenesen telepített távadókkal, mérési-adatgyűjtő rendszerrel az energiaveszteségek feltárására irányuló identifikációs mérések megtervezése, elvégzése, kiértékelése;
- az energiaáram-hálózat matematikai modellezése, számítógépes szimulációja változó energiaelosztás és energiafelhasználás esetén, illetve különböző üzemállapot-alternatíváknál;
- az objektumalapú energiaáram hálózati szoftvercsomag elkészítése a változó topológiákra és üzemállapot-alternatívákra felállított algoritmusok programozásával;
- a fogyasztói igényekhez igazodó, energiatakarékos üzemvitelt biztosító irányítási stratégia kidolgozása az ellenőrző- és beavatkozási helyek, az irányítóberendezések (irányítási algoritmusok) megválasztásával;
- az energetikai veszteségek csökkentését, az energiaellátás biztonságát szolgáló szakértői és döntéstámogató rendszer kifejlesztése (Szakonyi, 2002c).

## A PROJEKT VÁRHATÓ REGIONÁLIS HATÁSAI

Az projekt alábbiakban megnevezett eredmény-mutatói:

- a vízgőzfogyasztások megbízható mérése, a fogyasztóhelyek folyamatos és egyidejű megfigyelhetősége (a megvalósult monitoring rendszer),
- a vízgőzhálózat energiatermelőhöz és fogyasztókhoz igazodó működtetése változó energiaelosztással, beavatkozó szervek alkalmazásával (a kialakítandó irányítási rendszer),
- a biztonságos üzemvitelt, gazdasági és egyéb szempontokat is támogató szakértői rendszer kialakítása

elsősorban a konzorciumi partnert (PÉTÁV Távfűtő Kft.), de az energiaelosztásban érintett, jelenlegi nagyfogyasztókat (Zsolnay Porcelángyár Rt., Pécsi BŐRISZ Kft., BAT Pécsi Dohánygyár, Honvéd Kórház stb.) is befolyásolják. Ugyanakkor a betervezett ütemezéssel a teljes infokommunikációs rendszer kifejlesztése (ennek mindhárom eleme) egyben hatásmutató szerepet is betölt. Ugyanis a teljes infokommunikációs rendszer létrehozásával, s ennek - az energiaelosztásban érdekelt valamennyi partner (termelő, szolgáltató, felhasználók) számára biztosított - elérhetőségével vélhetően további egyeztetések indulnak meg az egyes partnerek között a tényleges energiafelhasználások, illetve az arányosan leosztott veszteségek kiszámlázása érdekében a termelő és a fogyasztók igényeinek és lehetőségeinek összehangolása

céljából. Az egyes partnereknél a kialakított és elérhető infokommunikációs technológia, az üzemvitelről (a rendelkezésre álló hőenergiáról, annak állapotáról, kalorikus jellemzőiről), az üzemviteli változásokról (a beavatkozások, az energiaelosztás módosításának lehetősége) mindenkor rendelkezésre álló információ új fejlesztéseket, a fajlagos energiafelhasználás, illetve az energiaveszteségek csökkentésére irányuló innovatív tevékenységeket indít el valamennyi partnernél.

A gőzhálózat - fogyasztói igényekhez igazodó, az energiaelosztás módosítását biztosító - üzemvitele regionális szinten a gerinchálózaton jelentkező energiaveszteségek csökkentésével költségmegtakarítást eredményezhet. A vízgőzhálózat jelenlegi kiépítettségét és kapacitását alapul véve a számítógépes felügyeleti rendszer kialakítása és üzembe helyezése növeli esélyét új nagyfogyasztók bevonásának és kiszolgálásának is, ami ugyancsak új beruházásokhoz, a kapacitások jobb kihasználásához vezethet.

A projekt-célok és mérföldkövek rögzítését szakunk lehetőségeinek és kihívásainak figyelembevétele mellett alapvetően befolyásolta előnyös helyzetűnek nem tekinthető régióink infrastruktúrája, a végbement szerkezeti átalakulás, a korábbi meghatározó iparágak megszűnése, a megmaradt cégek és az új vállalkozások nyereségérdekeltsége. Rövidtávon az energiaelosztásban résztvevő partnerek egyéni érdekei, illetve lehetőségei nem szorgalmazzák az energiaáram-hálózat nagy költségekkel járó korszerűsítését. Hosszútávon, illetve regionális szinten azonban mindenképp eldöntendő, hogy az energiaellátás korszerűsítése, az energiaveszteségek csökkentése milyen alternatívákból választva valósítható meg. Ezeket az alternatívákat szeretné feltárni a projekt innovatív informatikai alkalmazásokkal, infokommunikációs technológiák alkalmazásával.

### **A PROJEKT KÖRNYEZETVÉDELMI SZEMPONTJAI, KOCKÁZATI TÉNYEZŐI, TOVÁBBVITELE**

A regionális vízgőzhálózat jelenlegi működtetése során a hálózat gerincvezetékén elhelyezett kondenzleválasztóknál jelentős kondenzáció, a kondenzvíz (vígőz) automatikus kifúvatása, a környezetbe (légkörbe) való vezetése tapasztalható. A meglévő energiahálózat jelenlegi üzemvitele – különösen az egyes fogyasztók csökkentett energiafelhasználásainak egybeesésekor – ugyanis a szállított vízgőz részbeni kondenzálódását idézi elő. Tervezett energiaveszteség feltáró méréseink részben e kondenzveszteségek meghatározására, számszerűsítésére vonatkoznak. A környezetbe kilépő és hasznosítás nélkül a talajba bekerülő forróvíz, a légkörbe kerülő vízgőz jelentős energiaveszteséget jelenthet. Felderítendő, hogy éves szinten a mintegy 75 ezer tonna vízgőzt, ~220 ezer GJ hőenergiát jelentő különbözetből (mérések alapján a kiadott és a felhasznált energia közötti eltérés) a veszteségek milyen mértékben bonthatók elemeikre. A vízgőzhálózat gerincvezetékén telepített kondenzleválasztókon, illetve az egyes energia-felhasználó cégek telephelyén javarészt hasznosítatlanul a környezetbe (légkörbe) távozó hőenergia közvetett mérési eredmények szerint ~8,5 t/h tömegáramot, ~25 GJ/h energiaáramot feltételez, s ez megfelel a négy legnagyobb vízgőzfelhasználó együttes átlagos vízgőzfogyasztásának. E jelentős, mérésekkel alátámasztandó, jelenleg veszteségként elkönyvelt energiaáram részbeni hasznosítási lehetőségein túlmenően környezetre gyakorolt hatása is elemzést igényel. Kísérleti vizsgálataink tervezésekor, a változó topológiákhoz és üzemállapotokhoz illeszkedő irányítási stratégiák kidolgozásakor a fenntartható fejlődés szempontjaira is tekintettel kell lennünk.

Az anyag-energiaáram hálózat jelenlegi üzemvitelét jellemző energiaáramok és kalorikus jellemzők dokumentálása hitelesített mérőeszközök használatát, a mérési

módszerek, a nyomás- és hőmérséklet korrekciók korrekt alkalmazását feltételezi. Az előbbiek részleges hiánya is kétségessé teheti a megbízható energiavesztés feltáró vizsgálatokat. E kockázat kezelését szolgálja a meglévő mérőhelyek, eszközök és módszerek felülvizsgálata. Az említett vízgőzár- és hőenergia- különbség (energiavesztés) indokolja, hogy az energiaellátásban érdekeltek igényeit és lehetőségeit elemezzük. Kockázati tényező lehet a nagyszámú felhasználó egyedi igényeinek összehangolása, a fogyasztók- termelő, szolgáltató közötti vélhető érdekellentétek kompromisszumokkal járó feloldása (az energia-előállítónak, szolgáltatónak érdeke a hőenergia kiadás növelése, a fogyasztók vélhető érdeke energiaköltségeik szinten tartása). A kockázatkezelési stratégia kezdeti lépéseit a négy nagy – a jelenleg hasznosított vízgőzfelhasználás ~80%-át fogyasztó – cég igényeinek felmérése jelentené. Ezt követi a hőenergiát előállító üzemviteli stratégiájának megismerése.

Kisebb kockázatot jelenthetnek a konzorciumi partnerek közötti adatkapcsolat kiépítésekor az eltérő alkalmazói rendszerekből adódó konvertálási, adatátviteli problémák, melynek megoldása a hibellenőrzés és a hibaelhárítás mielőbbi elhárítása. A partnerek közötti, a monitoring rendszer közös használatával kapcsolatos Megállapodás a biztosíték, hogy az identifikációs mérések során a mérés-előkészítés, az irányított beavatkozások, az adatátvitel, a monitoring rendszer üzemeltetése tervezett módon, ütemterv alapján, az energiafogyasztók tudtával és beleegyezésével valósuljanak meg. A megállapodás hiánya kétségessé tenné a kísérleti identifikáció megvalósulását. A hálózatüzemeltetési stratégia megválasztása a konzorciumi partnerek és az energia-előállító közötti konzultációt, egyeztetést igényel, melynek eredménye meghatározza a projekt további folytatását. A hálózatüzemeltetési stratégia eldöntése kockázati tényezőt jelent a projekt hosszú távú fenntarthatóságát tekintve. A kockázatkezelést az alternatívák meggyőző, számadatokkal alátámasztott bemutatása jelentené.

Hosszútávon, regionális szinten mindenképpen szükségesnek látszik a regionális energiaellátó rendszer korszerűsítése, az energiavesztések, a környezetet távlatokban károsító felesleges hőkibocsátás csökkentése. Az energiaáram-hálózat megvalósítandó infokommunikációs rendszere, s ennek kiterjesztése az energiaelosztásban a jelenlegi partnerekre és a későbbiekben jelentkező új fogyasztókra új munkahelyek, munkakörök létrejöttét eredményezi, melyek magasan kvalifikált munkaerőt, informatikai felkészültséggel rendelkező szakembereket igényelnek.

Az innovatív informatikai alkalmazást jelentő feladat megoldása és regionális hasznosítása olyan konzorcium létrehozását igényelte, melyben az ipari partner biztosítja az alkalmazott kutatáshoz szükséges háttérrel, hogy a kutatás során megszerzett tudásanyag a már meglévő eljárásokban, szolgáltatásokban jelentős javulást eredményezzen. Tanszékünk rendelkezik ugyan professzionális informatikai ismertekkel bíró szakemberekkel, de nem tartozik tulajdonába olyan összetett műszaki objektum (technológia rendszer, hálózat), mely komplexitásából adódóan igényelné az informatika eszközeit és módszereit. A műszaki informatikai ismeretek gyakorlatban való hasznosítása, a legújabb kutatási irányok (nagy rendszerek komplexitás-kezelése, mesterséges intelligencia-alkalmazások stb.) követése és gyakorlati alkalmazása nagymértékben indokolja, hogy a partner biztosítsa a technológiai rendszer elérhetőségét, az alkalmazott kutatás-fejlesztés művelésének, az infokommunikációs rendszer lehetőségének kiépítését a non-profit szervezet számára. Ugyanakkor az ipari partner számára is meghatározó igény energiavesztéseinek csökkentése, mely remélhetően a számítógépes monitoring (a későbbiekben irányítási, szakértői és döntéstámogató) rendszer kiépítésével válhat valóra.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az alkalmazott kutatás a Nemzeti Fejlesztési Terv Gazdasági Versenyképesség Operatív Program „Infokommunikációs technológia kidolgozása és hasznosítása az energiaelosztás területén ” című pályázata (GVOP-3.1.1.-2004-05-0125/3.0.) keretében valósul meg.

## IRODALOM

- Szakonyi, L. (2002). Jelek és rendszerek I.-II. jegyzet. Pécs : PTE PMMK. 253.  
Szakonyi, L. (2002). A műszaki informatika képzés paradoxonai. International Symposium Anniversary of Pollack Mihály College of Engineering. Pécs, 2002. máj. 31-jún. 1. 852-897.  
Szakonyi, L. (2002). Műszaki rendszerek és hálózatok jegyzet. Pécs : PTE PMMK. 95.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

**Szakonyi Lajos**

Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar

Műszaki Informatika Tanszék

7624 Pécs, Rókus u. 2.

*University of Pécs, Department of Information Technology*

*H-7624 Pécs, Rókus u. 2.*

Tel.: 36-72-503-650/3741, Fax: 36-72-501-534

e-mail: [szakonyi@morpheus.pte.hu](mailto:szakonyi@morpheus.pte.hu)