



Vízgőzhálózat monitorozása kétfázisú áramlás minősítésére szolgáló technikák létrehozásával

Szakonyi L., Jancskárné A.I., Sári Z.

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

ÖSSZEFOGLALÁS

Regionális vízgőzhálózatban az energiaelosztás ellenőrzésére jelenleg működtetett mérőeszközök nem alkalmasak a vízgőz nedvességtartalmának, a fogyasztói hálózatvégeken esetlegesen kialakuló kétfázisú áramlás során az eltérő sebességgel haladó fázisok sebességének és térkitöltésének meghatározására. A problémák megoldását a kidolgozott, intelligens monitorozást biztosító felügyeleti rendszer teszi lehetővé, melynek működtetéséhez a hagyományos ipari mérőberendezések mellett nélkülözhetetlen az egyedi tervezéssel és kivitelezéssel megvalósított, a folyamatos ellenőrzést biztosító, speciális mérő-érzékelők (a kétfázisú áramlás sebességeloszlásának, a fázisok térkitöltésének követésére, illetve a környezetbe távozó kondenzáramok mérésére alkalmas áramlásmérők) beépítése, a technológián folyamatosan mért jellemzők mobil adatátvitellel a felügyeleti rendszer központi gépeihez való továbbítása. A kidolgozott monitorozási stratégia lehetővé teszi a vízgőzhálózat üzemvitelét minősítő, korrekt tömeg- és energiamérleg folyamatközbeni megadását.

(Kulcsszavak: kétfázisú áramlás, identifikáció, folyamatirányítás)

ABSTRACT

Monitoring strategy of supervisory system of a steam distribution network by establishing qualification techniques of two-phase flow

L. Szakonyi, I.A. Jancskárné, Z. Sári

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

Devices traditionally operated in regional steam networks are neither able to determine the liquid content of the flowing medium nor the velocity distribution and volume fraction of the phases having incidentally different velocities at the consumers' end of the network. The established supervisory system providing intelligent monitoring enables to address these problems. Besides the traditional measurement units required for the operation of the supervisory system, it is crucial to build special measuring devices (in order to obtain information about velocity distribution and the volume occupation of the phases in two phase flow, and to measure the condensate flow toward the environment) with unique design as well, and the mobile communication based transfer of measurement data to the central computers of the supervisory system is also needed. The developed monitoring strategy enables the on-line determination of the correct mass- and energy balance during the process.

(Keywords: two-phase flow, identification, process control)

BEVEZETÉS

A hőenergiát szolgáltató cég vízgőzhálózatának meglévő üzemi ellenőrző (monitoring) rendszere (gőzfogyasztás mérőhelyek az egyes fogyasztók telephelyén kialakított

hőközpontokban, diszpécserközpont) mérési eredményeinek feldolgozása alapján bebizonyosodott, hogy valamennyi fogyasztóhelyen a szűkítőelemes áramlás-mérőhelyhez csatlakoztatott nyomás-különbség távadók jeleinek nyomás-, illetve hőmérsékletkorrekciója túlhevített vízgőz állapotjellemzőit alapul véve valósult meg. A *gőzfogyasztások* korábbi évekhez viszonyított *jelentős visszaesésével* azonban a mért *hőmérséklet- és nyomásértékek telített (nedves) vízgőzállapotra utaltak*.

Az üzemeltető által a kiadási (az erőműben) és a vételezési helyeken (az egyes fogyasztások összegzésével) mért tömegáram-értékek közötti jelentős eltérés vetette fel, hogy a hőenergiaelosztás fogyasztói igényekhez igazodó megvalósításához nem elegendő a gőzhálózat végpontjainál kialakított monitoring rendszer, *szükséges volt a hálózat csomópontjainál is mérőhelyeket kialakítanunk. Ezt indokolta a vízgőz állapotváltozása, az egyes fogyasztók csökkentett energiafelhasználásainak egybeesésekor jelentkező jelentős kondenzáció, s bizonyos üzemi állapotokban a kétfázisú áramlás kialakulása.* Az előbbi tömegáram különbség a - mintegy 40 kondenzleválasztónál hasznosítás nélkül a szabadba távozó - kondenzáramok kimérését is szükségessé tette a tömeg- és az energiamérleg felállításához.

A *gőzhálózat monitoring rendszerét bemutató műszerezési vázlaton (1. ábra) a számokkal jelzett pontokban hőmérséklet-, nyomás-, tömegáram-mérőhelyek, továbbá hőmennyiség számító egységek és távadók vannak telepítve. A csomópontokban kialakított új mérőhelyeket M (M1, ..., M5), az erőművi betáplálást ellenőrző gőzáram-mérőhelyeket NY, K, D, a diszpécserközpontot DK, az intézményünk telephelyén kialakítandó felügyeleti rendszert FK betűjel jelöli.*

1. ábra

A városi vízgőzhálózat műszerezési vázlata

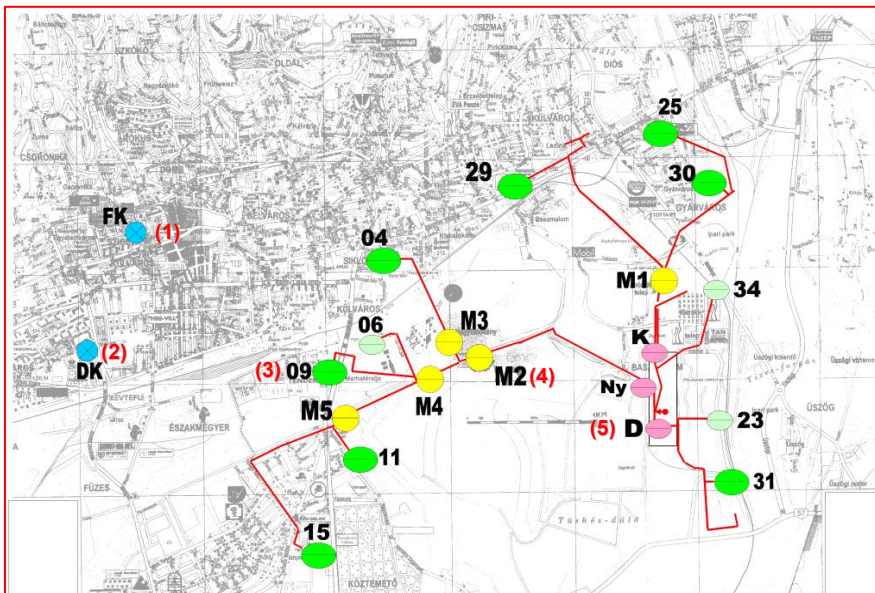


Figure 1: Instrumentation diagram of the steam network

Central units of supervisory system(1), Dispatcher center(2), Measuring sites (numbers)(3), New measuring sites (M1, ..., M5)(4), Intake from power station (K, Ny, D)(5)

A műszaki-technológiai rendszer dekomponálását (Árva et al., 1979; Szakonyi, 1983), a rendszerelemekhez rendelt minőségi és mennyiségi tulajdonságok körét (Huhn és Wolf, 1978; Szakonyi et al., 2006; Szakonyi, 2007), az elemtulajdonságok közötti feltételezett összefüggéseket (Szakonyi, 2009b), a matematikai modell struktúráját (Sun és Beckermann, 2004; Gerber és Kermani, 2004; Jancskár et al., 2008) a publikációkból szerzett ismeretek feldolgozása nagymértékben befolyásolta. Vízgőzhálózatunknál a vezetékszakaszok vízszintes síkban való vonalvezetése dominál. A csővezeteki közegszállításra - az erőművi betáplálás induló gerincvezetékétől eltekintve - a kondenzálódás, a kétfázisú áramlás létrejötte a jellemző. Erre enged következtetni a szolgáltató monitoring rendszerével általuk korábbiakban mért, többéves időszakokra kiterjedő, nagyszámú összetartozó nyomás- és hőmérsékletértékek alapján készült 2. ábra is a kondenzációs görbék feltüntetésével. Az általunk kimért, az előbbi méréseknél jóval szűkebb időintervallumot jelentő - de aktív kísérletekkel a hálózat különböző üzemállapotát reprezentáló - időszakban a nagyfogyasztók ellátását a 0...1,2%-os nedvességtartalmú, átlagosan 9,86 bar túlnyomású telített vízgőz jellemezte.

2. ábra

A nagyfogyasztóknál kialakult vízgőzállapot jellemzése (telítési görbék)

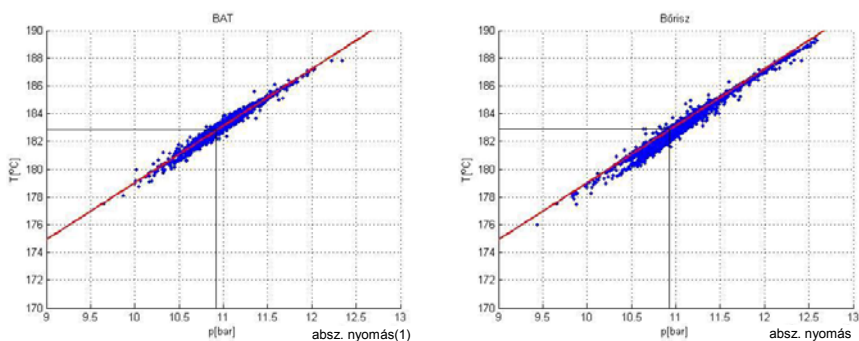


Figure 2: Characterization of the steam state at the main consumers (saturation curves, temperature vs. absolute pressure)

Absolute pressure(1)

A gőz- és folyadékfázis térfogatarányától függően a kétfázisú áramlás során különböző áramlási formák jöhetnek létre. Számos kutató (Schaffarth, 2001; Hajal és Thome, 2003; Coleman és Garimella, 2003;) a legkülönfélébb alkalmazási területeken vizsgálta a kétfázisú áramlás során kialakuló, rendkívül sokféle áramlási formát, melyeknek előrebecslésére az egyik legismertebb a Baker-diagram (3. ábra). Az ábra alapján a vízszintes csőben kialakuló áramlási forma megbecsülhető a függőleges (vízgőz tömegáramsűrűség) és a vízszintes (nedvességtartalom; korrigált tömegarány) tengelyre felvitt összetartozó értékek ismeretében.

Az 1. táblázat a Baker-diagramban való ábrázoláshoz szükséges állapotjellemzők értékeit tünteti fel (\dot{M} - kétfázisú áramlás tömegárama; A_c - teljes áramlási keresztmetszet; \dot{x} - vízgőz tömegáramának aránya az egész tömegáramhoz). Az utolsó két oszlopban közölt adatokat e diagramban ábrázolva egyértelműen megerősíthető, hogy méréseink során a kétfázisú áramlást a réteges áramlási forma jellemezte. Az áramlásmérési módszerek és eszközök megválasztását, az infokommunikációs rendszer kifejlesztését is e vizsgálatok eredményei befolyásolták.

3. ábra

Diagram vízszintes csőben előforduló áramlási formák meghatározására

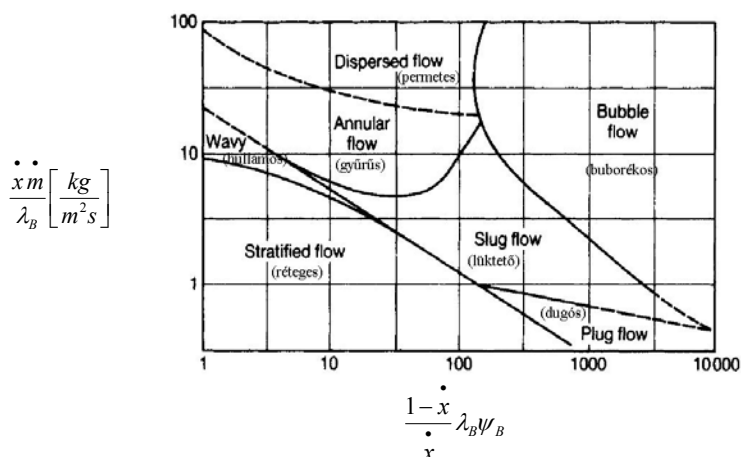


Figure 3: Diagram for the determination of the flow regime in horizontal pipe (mass-flow density vs. corrected vapor content).

1. táblázat

Állapotjellemezők az áramlási forma becsléséhez

| Seb. mérés sorszáma (1) | Keverék tömegáram-sűrűsége (2) $\dot{m} = \frac{\dot{M}}{A_c} \left[\frac{kg}{sm^2} \right]$ | Vízgőz tömegáram-tört (3) \dot{x} | Folyadék- és gőzfázis tömegáram-tört arány (4) $\frac{1-\dot{x}}{\dot{x}}$ | Vízgőz tömegáram sűrűség (5) $\frac{\dot{x} \dot{m}}{\lambda_B} \left[\frac{kg}{sm^2} \right]$ | Korrigált tömegáram tört arány (6) $\frac{1-\dot{x}}{\dot{x}} \lambda_B \psi_B$ |
|-------------------------|--|--|---|--|--|
| 1. | 4,617 | 0,5498 | 0,819 | 1,259 | 1,791 |
| 2. | 5,591 | 0,5498 | 0,819 | 1,525 | 1,791 |
| 3. | 6,355 | 0,5498 | 0,819 | 1,733 | 1,791 |
| 4. | 10,27 | 0,5498 | 0,819 | 2,801 | 1,791 |
| 5. | 10,344 | 0,5498 | 0,819 | 2,821 | 1,791 |
| 6. | 12,092 | 0,5498 | 0,819 | 3,298 | 1,791 |
| 7. | 14,69 | 0,5498 | 0,819 | 4,006 | 1,791 |
| 8. | 18,815 | 0,5498 | 0,819 | 5,075 | 1,791 |
| 9. | 20,512 | 0,5498 | 0,819 | 5,594 | 1,791 |
| 10. | 11,357 | 0,4913 | 1,0354 | 2,768 | 2,264 |
| 11. | 12,437 | 0,4288 | 1,332 | 2,645 | 2,913 |

Table 1: State attributes for the estimation of the flow regime

Number of the velocity measurement(1), Mass flow density of the mixture(2), Steam mass flow fraction(3), Liquid- and vapor-phase mass flow fraction ratio(4), Steam mass flow density(5), Corrected mass flow fraction ratio(6)

ALKALMAZOTT VIZSGÁLATI / KÍSÉRLETI MÓDSZEREK

A modellezés kezdetén a vízgőzhálózati *üzemvitel ellenőrzésének biztosítása*, az energiatakarékos, *hatékonyabb működtetés igénye (technológiai cél)*, az anyag-, energiaáram hálózat *áramlástan (kinetikai) modelljének felállítása (modellelési cél)*, s a hálózattal kapcsolatos előzetes ismeretek döntik el az elemekre bontás mélységét. A regionális vízgőzhálózat, mint *műszaki-technológiai rendszer {0}* áramlástan, hőátviteli szempontból az alábbi berendezésekre bontható:

- csomópontok között elhelyezkedő *ágak* (egyenes csőszakaszok, idomdarabok és csőszerelvények eredő hidraulikai ellenállásaként)
 - 1./ túlhevített, száraz vízgőz szállítására $\{0,1\}$, ill.
 - 2./ változó nedvességtartalmú és áramlási formájú vízgőz áramoltatására $\{0,2\}$;
- különböző hatásfokkal működő *kondenzválasztók* $\{0,3\}$ a kondenzátum bizonyos hányadának környezetbe juttatásával.

A bontással nyert fa struktúra, tehát az egyes *hierarchia szintek* a 4. ábrán láthatók.

4.ábra

A vízgőzhálózat elemekre bontása

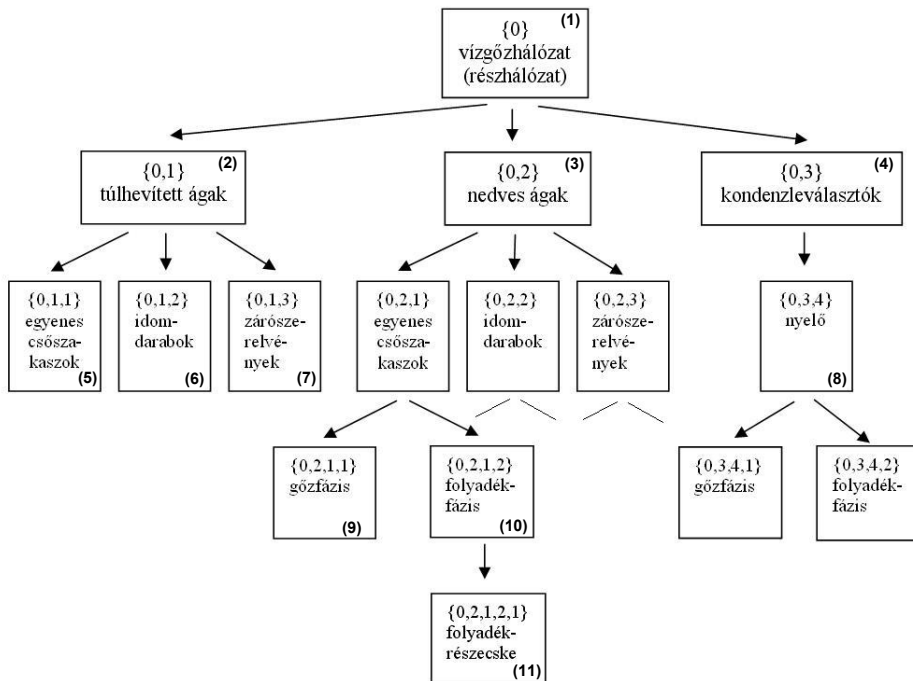


Figure 4: Decomposition of the network

Steam network(1), Superheated branches(2), Wet branches(3), Condensers(4), Straight pipe segments(5), Profiles(6), Shut-off armatures(7), Drain(8), Vapor phase(9), Liquid phase(10), Liquid particle(11)

Az egyes fázisok térkitöltésének meghatározása, geometriai elrendezésük nyomkövetése az áramlási formáktól függően változó nehézségi feladat. Ezért volt indokolt a csővezeték belső palástfelületén lejátszódó *kondenzálódási folyamat értelmezéséhez a fáziselemekre* (elsősorban a $\{0,2,1,2,1\}$ kódú folyadékrezecskékre) *történő további bontás*. Ugyanis filmkondenzációt feltételezve, a csőfalon kialakult folyadékfilm rezecskéire felírt erőegyensúly, s a fáziselem- és fázisváltozók közötti integrál-kapcsolatok felderítése a fázisokra is jellemző új információkat eredményezett (Szakonyi, 2009b).

A vízgőzhálózat bontásával nyert berendezésekre és berendezéselemekre először az áramlástan, hőátviteli makrofolyamatok fenomenológikus összefüggéseit alkalmaztuk. A kondenzálódás következményeként a vízgőzhálózat egyes ágaiban *a két fázis egyidejű jelenléte* azonban *indokolta a fázisváltozás mikrofolyamatainak elemzését, az egyes fázisjellemzők (hőátadási tényezők, nyírófeszültség, kondenzfilm vastagság, kondenz tömegáram, kondenz térkitöltés, folyadékszint stb.) közötti kapcsolatok formális leírását* is. A fázisváltozás mikrofolyamatait jellemző összefüggések felállítása során a telített gőz függőleges falon történő lamináris filmkondenzációját értelmező *Nusselt-féle modell kiterjesztésére került sor* (Szakonyi et al., 2006; Szakonyi, 2007).

Az identifikációs mérések során bebizonyosodott, s a vízgőzhálózat energetikai jellemzését szolgálta: a gőzkiadás és a gőzfelhasználás között kimutatott, éves szinten ~52%-os *tömegáram (hőáram) különbözetből* mintegy 20% a *kondenzleválasztóknál a környezetbe hasznosítatlanul eltávozó kondenzvesztés, a hiányzó ~30% a pontatlan gőzáram méréseknek tulajdonítható*. Az előbbi megállapítások további, a kétfázisú áramlás rétegzett és gyűrűs áramlási formáinak nyomon követésére is alkalmas mérések elvégzését, s a fogyasztók számára jutott *vízgőz állapotát minősítő felügyeleti rendszer* (Szakonyi, 2008) létrehozását támasztották alá. Az előbbieket gyakorlati megvalósítására az egyik nagyfogyasztó hőközpontjában került sor az *5. ábrán* vázolt mérőrendszer hasznosításával. Az elvégzett *identifikációs vizsgálatok és kiértékelésük volt a próba, az új mérési, számítási módszereknek és technikáknak* (Szakonyi et al., 2008a; Szakonyi et al., 2008b; Szakonyi, 2009a).

A szűkítőelemes és a helyi dinamikus nyomásmérésen alapuló *speciális áramlásmérők egyidejű alkalmazásával* - a vízszintes csővezetékben kialakult kétfázisú áramlás rétegzett és gyűrűs áramlási formája esetén - *lehetővé vált az eltérő sebességgel előrehaladó fázisok sebességviszonyainak meghatározása, a fázisok által a csőszelvényben elfoglalt keresztmetszetek, a térfogattörtek és a tömegáramtörtek számítása* (Szakonyi, 2009b). A számítási módszer – a forrásoldalról kiindulva, s a fogyasztók felé haladva – valamennyi, a gerincevezetéktről a nagyfogyasztókig leágazó vezeték szakaszra a mérési eredmények „*homogén modell*”, valamint „*szlip modell*” alapján történő feldolgozását követi.

AZ IDENTIFIKÁCIÓS MÉRÉSEK A MODELLALKOTÁS FOLYAMATÁBAN

E fejezet az identifikációs mérések megvalósításához szükséges *műszaki és módszertani háttér egyes elemeit* kívánja bemutatni.

Speciális mérési módszerek és mérőberendezések

A rendszervizsgálat során döntő jelentőségű volt a *megbízható tömegáram-mérés megvalósítása és a vízgőz nedvességtartalmának meghatározása*. A szűkítőelemes, statikus nyomáskülönbség alapján működő mérőrendszerek csővezetékben áramló, gőzt és kondenzátumot tartalmazó nedves gőz mérésére csak jelentős hibával alkalmasak. Ugyanis a telített vízgőz fázisváltozás során változó nedvességtartalma jelentős sűrűségváltozással párosul, mely e hagyományos ipari mérőeszközökkel nem követhető, mivel az áramlást egy-egy pontban (csőszelvényben) mérik, s az átáramlott mennyiséget egy elméleti sebességeloszlást feltételezve számolják.

5.ábra

A vízgőz állapot és a sebességeloszlás meghatározására kialakított mérőrendszer

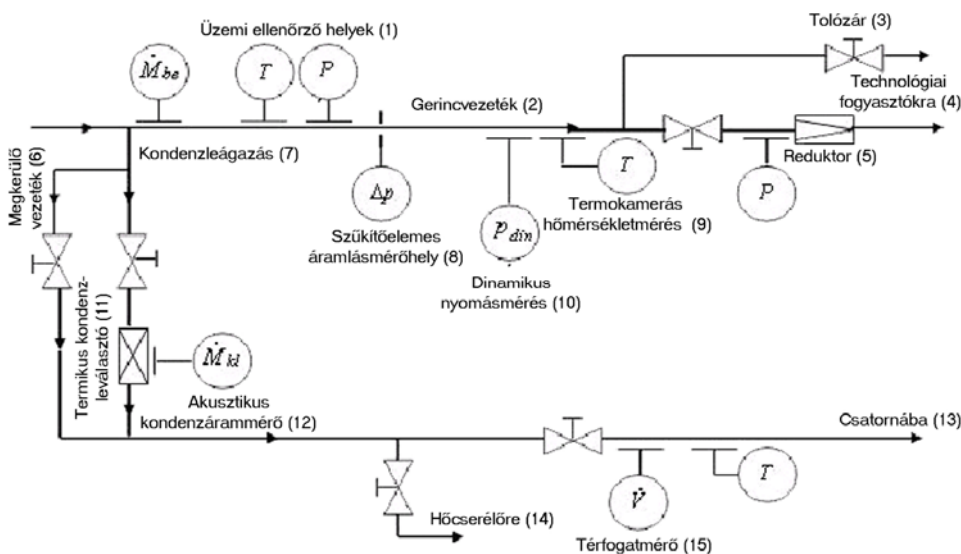


Figure 5: Measurement system for determining the steam state and the velocity distribution

Service control sites(1), Main pipeline(2), Latch(3), To technologic consumers(4) Reductor(5), By-pass pipeline(6), Condense branch(7), Orifice plates(8), Temperature measurement by thermal imaging(9), Measurement of dynamic pressure(10), Thermic condenser(11), Acoustic condenseflow-meter(12), To drain(13), To heat exchanger(14), Volume meter(15)

Ha az áramlás nem turbulens, illetve a csőfal érdessége, vagy a csőben lévő kondenzátum miatt a profil szabálytalan, akkor indokolt több pontban mérni a sebességet. Ezt az elvet valósítják meg a több furattal ellátott mérőtestet használó eszközök. Az áramlási profil helyi sebességértékeit e szondák átlagolják és a valóságot jól megközelítő (0,2% pontosságú) eredményt szolgáltatnak (ha a mért közeg homogén és ismertek a paramétere). E mérési módszer sem számol a nedves gőz víztartalmával, de számos előnyös tulajdonsággal is rendelkezik (nincs olyan szűkítőelem, amely a kondenzvíz előrehaladását gátolná, üzem közben ellenőrizhető és viszonylag könnyen kiszerezhető).

Végül a döntés – az ipari környezetben elvégzendő identifikációs feladat jellegére való tekintettel - a kétfázisú, elsősorban réteges áramlás követéséhez is megfelelő, a Prandtl–csöves megoldáshoz hasonló, a helyi (a csőszelvény 6 pontjában) dinamikus nyomások mérésén alapuló szenzorok alkalmazása mellett szólt. Ezek egyedi tervezéssel és kivitelezéssel megvalósított speciális érzékelőkként, 6 db nyomáskülönbség távadóhoz csatlakoztatva kerültek beépítésre a különböző csőátmérőkhöz (6. ábra).

A folyamatos kondenzáramlás-mérés biztosításához, s az így nyert mérési adatok felügyeleti rendszerhez történő továbbításához fejlesztettük ki az akusztikus, rezgésmérés elvén működő speciális kondenzáram-mérőberendezést. A kifejlesztett eszköz alkalmas a terepen történő mérésre és adatrögzítésre a zárt kondenzvíz-leválasztó rendszer megbontása nélkül is.

6. ábra

**A speciális áramlásérzékelő technológiára történő telepítése
a csatlakozó nyomáskülönbség távadókkal**

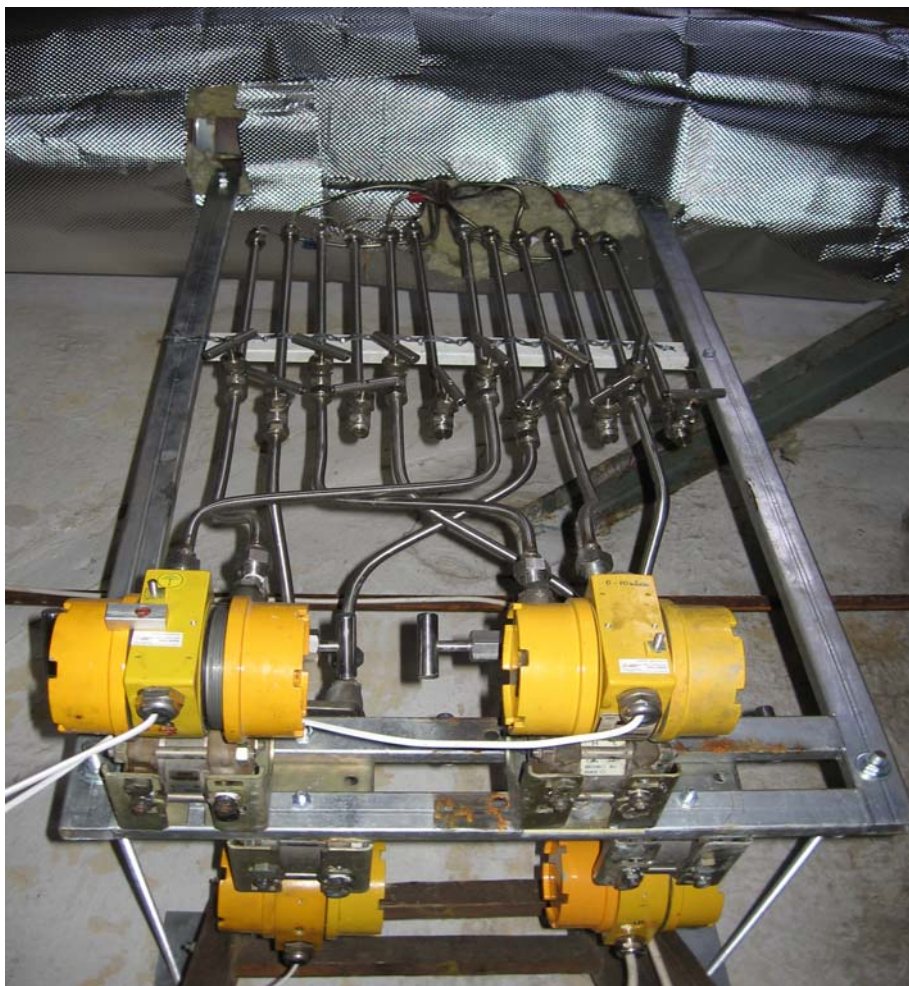


Figure 6: Installation of the special flow sensor to the technology making connections by pressure difference transducers

Az érzékelő a kondenzleválasztókhöz közeli zárószerelvényhez mereven rögzítve méri a vizsgált rendszerből származó rezgéseket. A kondenzleválasztók két lehetséges állapotát (nyitott, illetve zárt helyzetét) jellemző akusztikus jelek eltérő amplitudójából meg lehet állapítani a kondenzáramlás indulását, illetve megszűnését. A nyitott és zárt állapotok időarányának meghatározásával számítható a leválasztón távozó kondenzvíz mennyisége. Egy adott kondenzleválasztónál telepített, két *különböző mérési elven alapuló kondenzáram-mérőberendezés mérési adata*sora hasonlítható össze a 7. és a 8. ábrák alapján.

7. ábra

Kondenzáram-mérés térfogatmérés elvén alapuló mérőberendezéssel

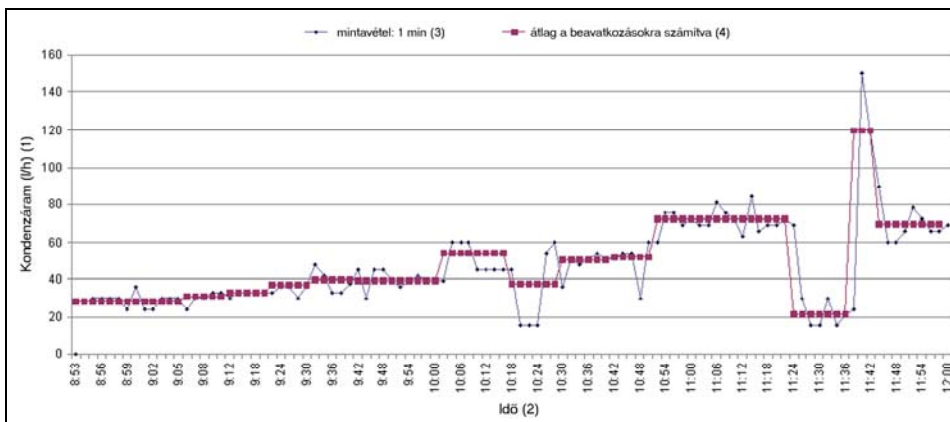


Figure 7: Condensate flow measurement by a flow meter device based on the principle of volume measuring

Condensate flow (l/h)(1), Time(2), Sampling period: 1 min(3), Averages by intervention(4)

8. ábra

Kondenzáram-mérés akusztikus elven működő mérőberendezéssel

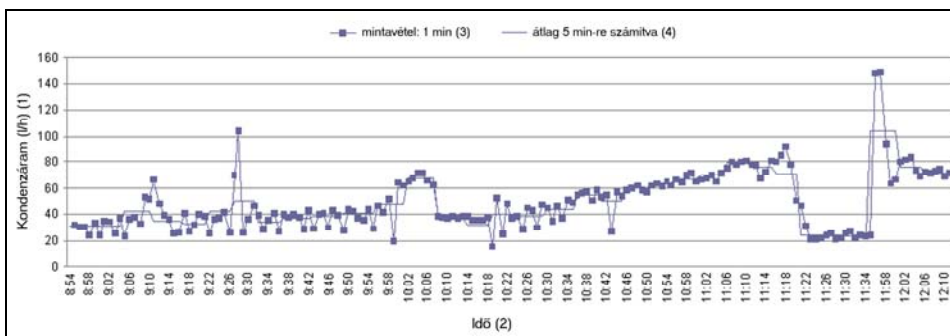


Figure 8: Condensate flow measurement by an acoustic metering device

Condensate flow(l/h)(1), Time(2), Sampling time: 1 min(3), 5 minute averages(4)

Az infokommunikációs rendszer kialakítása

A teljes infokommunikációs rendszer elvi vázlatát a 9. ábrán látható. A központi felügyelet és az adatgyűjtési feladatokat „Windows 2000 Professional” operációs rendszer alatt futó, GSM modemhez kapcsolódó számítógép látta el. A felügyeleti szoftver magja a Honeywell Enterprise Building Integrator (EBI). Az EBI egy keretrendszer, amelyben a felhasználó elfogadható időn belül létre tudja hozni a saját rendszerét leíró és megjelenítő szoftvert.

9. ábra

A működtetett kísérleti infokommunikációs rendszer

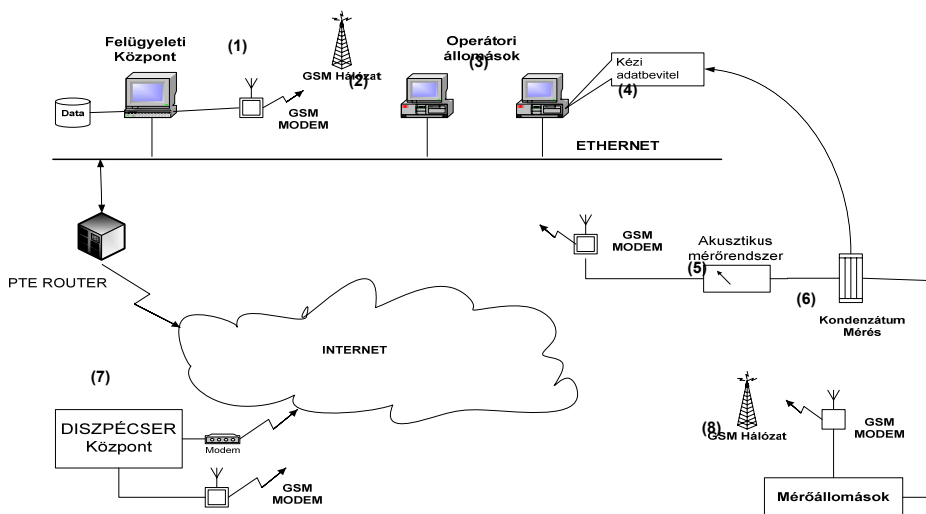


Figure 9: The operated experimental info-communication system

Supervisory center(1), GSM network(2), Operator stations(3), Manual data entry(4), Acoustic measuring system(5), Condensate measurement(6), Dispatcher center(7), Measuring sites(8)

Az energiaszolgáltató adatgyűjtő rendszere vegyes felépítésű (rádiós, GSM, GPRS, internet), így a közvetlen csatlakozás helyett a rendezett, időbélyeggel ellátott adatokat off-line módon, elektronikus úton vettük át. Az időbélyeg alapján beépített érzékelőink és a szolgáltató hagyományos eszközei segítségével nyert mérési sorozatokból közös, SQL alapú adatbázist hoztunk létre. A távadókkal mért adatok gyűjtésére és továbbítására a Honeywell XL-50 jelű terepi készülékét alkalmaztuk (10. ábra).

Az irányított beavatkozások hatása

Az egyik nagyfogyasztónál végzett irányított beavatkozások (tolózárok változó nyitása, kondenzleválasztók kiiktatása, változó időtartamú működtetése, a vízgőzárak időszakos lefűtatása stb.) célja a vízgőzállapot változásának felderítése, a fogyasztói hálózatvégeken kialakult áramlási viszonyok tisztázása volt az 5. ábrán vázolt mérőrendszer alkalmazásával. A speciális kondenzáram-mérővel, a helyi sebesség mérésére, a sebességeloszlás meghatározására alkalmas áramlásmérővel végzett méréseket olyan időszakban végeztük el, amikor a hálózaton lévő egyéb fogyasztóhelyeknél alacsony értékű, közel állandó volt a vízgőz-felhasználás. Így zárhattuk ki, hogy a többi fogyasztóhelyen történő beavatkozások, s ezt követően az erőművi nyomásszabályozási kör összvízgőz-kiadást módosító hatása ne érvényesüljön, s elsősorban csak a betervezett hidraulikai ellenállásváltozások következményeit dolgozhatjuk fel (Szakonyi, 2009a).

A 11. ábrán a monitoring rendszerrel mért és feldolgozott adatsorok mellett feltüntetjük a vizsgált nagyfogyasztó telephelyén működtetett szűkítőelemes áramlás-mérőrendszer regisztrálóműszerén folyamatosan rögzített tömegáramadatokat is, ugyanis a 15 perces mintavételezés „kisimította” a beavatkozások tényleges dinamikáját.

10. ábra

Terepi mérőhely elrendezése és logikai vázlatja

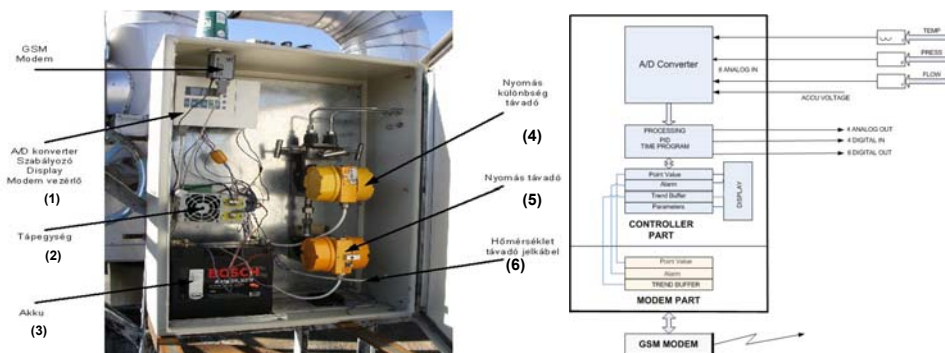


Figure 10: Installation and schematic of a measuring point at the measuring sites

A/D converter, Regulator, Display, Modem controller(1), Power supply(2), Battery(3), Pressure difference transmitter(4), Pressure transmitter(5), Temperature transmitter signal cable(6),

11. ábra

Írányított beavatkozások vizsgált nagyfogyasztó (Bórisz Kft.) hőközpontjában

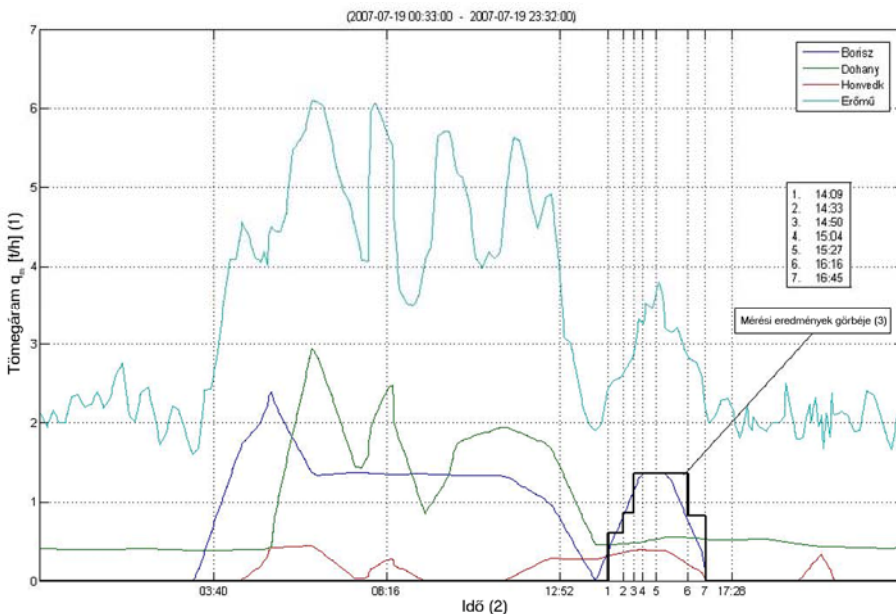


Figure 11: Guided interventions at the heat center of the investigated consumer (Bórisz Kft.)

Steam massflow (t/h)(1) Time(2), Curve of the measurement results(3)

Az irányított beavatkozások folyamán a dinamikus nyomás mérésén alapuló, Prandtl- elvű áramlásmérő egyes mérőcsatornáihoz kapcsolódó nagyérzékenyséű nyomáskülönbség-távadók kimenetén a *helyi dinamikus nyomások időbeli alakulását* tünteti föl a 12. ábra. A tranziensek jól szemléltetik az egyensúlyi helyzetek beállításának idősíkségletét.

12. ábra

Dinamikus nyomások tranziens lefutása a csőszelvényben

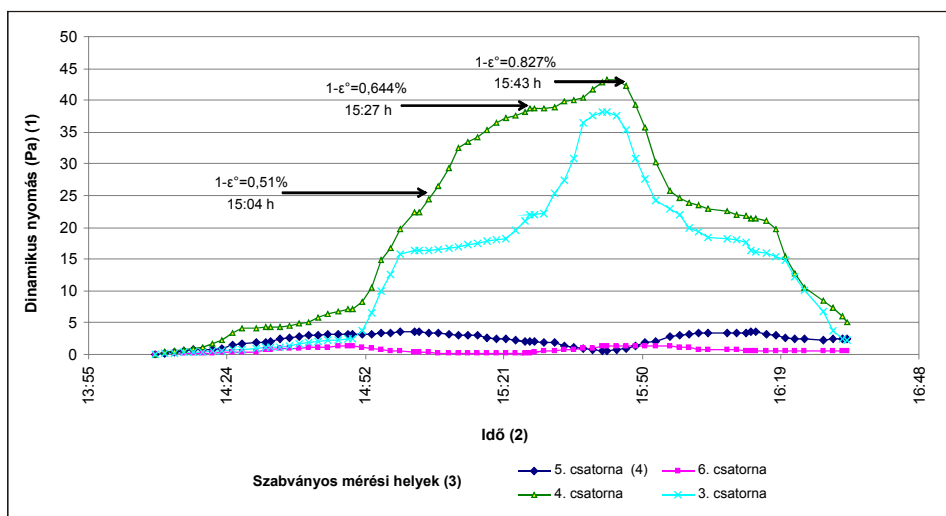


Figure 12: Transients of the dynamic pressures in the pipe segment

Dynamic pressure (Pa)(1), Time(2), Standard measuring sites(3), 5th channel(4)

KÖVETKEZTETÉSEK

A jelenlegi irányítási rendszer hiányossága a vízgőzhálózatra történő energiakiadás szempontjából a *vízgőzhőmérséklet ingadozásával kívánatos kompenzáció, az önműködő irányított beavatkozás elmaradása*. Ugyanis az erőművi üzemvitel és irányítás a villamos energiatermelés lehető legjobb energetikai hatásfokának elérését támogatja, s nem a külső fogyasztóknak kiadott vízgőzenergia hőtartalmának értéktartását. Fogyasztóhelyenként az állandó minőségű száraz, ill. csekély nedvességtartalmú vízgőz biztosítása a fogyasztóhelyhez közeli érzékeléssel és beavatkozással valósítható meg. A nagyfogyasztóknál kialakított *méréstechnikai, műszertechnikai háttér* az alábbi üzemviteli tényezők:

- az erősen lecsökkent fogyasztószám és vízgőzigény,
- a tervezett és lehetséges kapacitásánál jóval alacsonyabb kihasználással működő vízgőzhálózat üzemvitele,
- a tartós szaturációs állapot kialakulása miatt *nem alkalmas a telített vízgőz állapotváltozásának*, a nedves, változó nedvességtartalmú vízgőz *minőségének követésére*. A monitoring rendszerben jelenleg alkalmazott hagyományos mérőeszközökkel és távadókkal nem kapunk információt a csőben lévő áramlás

többfázisú jellegéről és a kondenzleválasztók működéséről. *Szükséges a megbízható méréseken, a vízgőz állapotjellemzők pontos ismeretén alapuló, a korrekt energiaelszámolás feltételeit biztosító számítógépes felügyeleti rendszer kialakítása.* A beépítésre javasolt mérő-, adatgyűjtő- és adatfeldolgozó eszközök, s az alkalmazott felügyeleti keretrendszer az identifikációs mérések idején beüzemelésre került, további hasznosításuk feltétlen szükséges a kialakítandó felügyeleti rendszer működtetésénél.

IRODALOM

- Árva, P., Nagy, D., Szeifert, F. (1979). Vegyipari rendszerek. El. füzet, VVE jegyzet, Veszprém, 1-16. p.
- Coleman, J. W., Garimella, S. (2003). Two-phase flow regimes in round, square and rectangular tubes during condensation of refrigerant R134a. In: International Journal of Refrigeration, 26, 117-128. p.
- El Hajal, J., Thome, J. R., Caballini, A. (2003). Condensation in horizontal tubes, part1: two-phase flow pattern map. In: International Journal of Heat and Mass Transfer 46. 3349-3363. p.
- Gerber, A. G., Kermani, M. J. (2004). A pressure based Eulerian-Eulerian multi-phase model or non-equilibrium condensation in transonic steam flow. In: International Journal of Heat and Mass Transfer 47. 2217-2231. p.
- Huhn, J., Wolf, J. (1978). Kétfázisú áramlás (Gáz-folyadékrendszerek). Műszaki Könyvkiadó : Budapest, 1-183. p.
- Jancsár, A. I., Sari, Z., Szakonyi, L., Iványi, A. (2008). Diffuse Interface Modeling of Liquid-Vapor Phase Transition with Hysteresis. In: Physica B, 403. 505-508. p. ISSN 0921-4526, SCI: 0.872
- Schaffarth, A. (2001). Modeling of condensation in horizontal tubes. In: Nuclear Engineering and Design 204. 251-265. pp.
- Sun, Y., Beckermann, C. (2004). Diffuse interface modeling of two-phase flows based on averaging: mass and momentum equations. In: Physica D 198. 281-308. p.
- Szakonyi, L. (1983). Cementgyári nyerslisztgyártás rendszertechnikai vizsgálata. Doktori értekezés, Veszprémi Vegyipari Egyetem, 1-84. pp.
- Szakonyi, L., Jancsár, A.I., Sari, Z. (2006). Energetic Model for an Elementary Unit of a Steam Network. In: Pollack Periodica, An International Journal for Engineering and Information Sciences. 1. 3. 91-102. p. Akadémiai Kiadó : Budapest, HU ISSN 1788-1994
- Szakonyi, L. (2007). Energetic model of an elementary pipe-segment of a steam-water network. In: Pollack Periodica, An International Journal for Engineering and Information Sciences, 2. 1. 63-78. p. Akadémiai Kiadó : Budapest, HU ISSN 1788-1994.
- Szakonyi, L. (2008). Új infokommunikációs technológia kidolgozásának, regionális hasznosításának képzéskorszerűsítésre gyakorolt hatása a mérnök informatikus szakon. Informatika a felsőoktatásban Konferencia, Debrecen, 27-29, paper 149, 1-10. p.
- Szakonyi, L., Iványi, P., Sari, Z. (2008a). Developing of an Info-communication Technology for the Operating and Controlling of a Saturated Steam Network. ICEE 2008 International Conference on Engineering Education, Pécs-Budapest, Hungary, 222. p.

- Szakonyi, L., Iványi, P., Sari, Z. (2008b). Measurement Based Flow Regime and Velocity Profile Calculation of High Pressure Steam Network in Saturated State. CST2008: The Sixth International Conference on Engineering Computational Technology, Athens, Greece, 16. p.
- Szakonyi, L. (2009a). Investigation and Control of a Regional Steam-Distribution Network under Two-Phase Flow Conditions. In: Studies in Informatics and Control, National Institute for Research & Development in Informatics, 18. 2. 119-126. p. ISSN 1220-1766
- Szakonyi, L. (2009b). Városi vízgőzhálózat modellezése és identifikációja, Doktori (PhD) értekezés, Pannon Egyetem, Veszprém, 1-155. p.

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