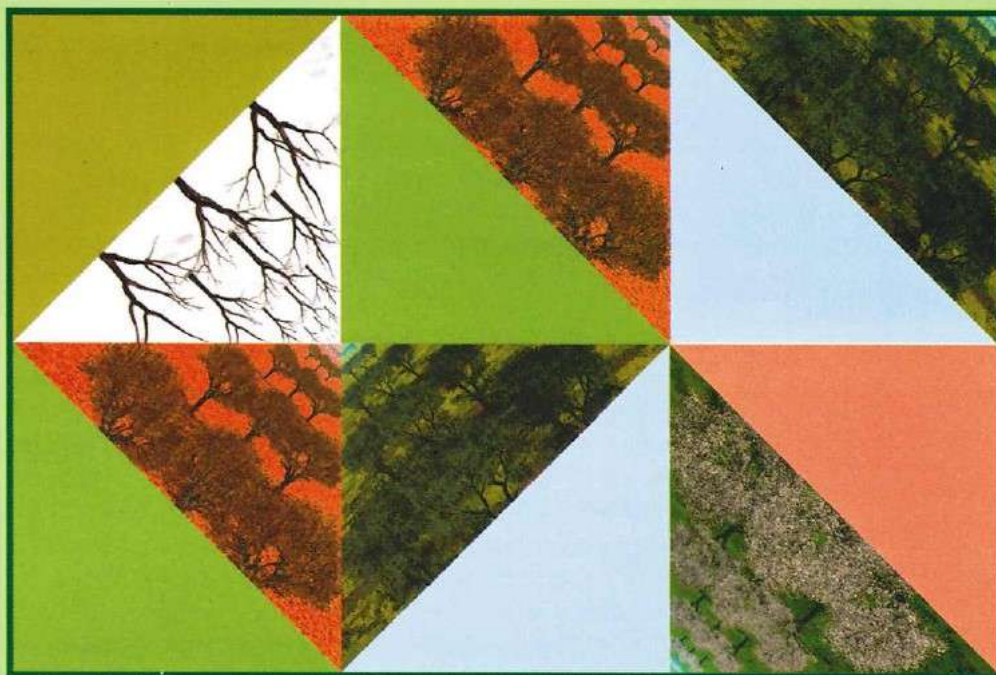


# **híradástechnika**

**1945 VOLUME LXIV. 2009**

## **hírközlés - informatika**



**Green computing, azaz „zöld IT”**

**IPTV forgalom paramétereinek mérése**

**Meteorológiai radarok Wi-Fi zavartatása**

**K+F pályázatok és projektek**

**2009/5-6**

**A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület folyóirata a  
Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács együttműködésével**

**HTE 60 ÉVES**

# Tartalom

<i>„ZÖLD IT” ÉS PROJEKTMENEDZSMENT</i>	1
<b>Bartolits István</b> A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület 2009. évi közgyűlése	2
<b>Prónay Gábor</b> A projektsíkert elősegítő munkakultúra jellemzői és létrehozása	9
<b>Krauth Ferenc</b> Green computing, azaz „zöld IT”	13
<b>Kömlődi Ferenc</b> Szemelvények az IT3 Körkép blogból	26
<b>Málik Dávid Zsolt, Lois László</b> IPTV forgalom paramétereinek mérése	30
<b>Horváth Zoltán, Varga Dávid, Lukovszki Csaba, Micskei Tibor</b> Meteorológiai radarok WiFi zavartatása	38
<b>Magyar Attila</b> A jövőre koncentrálna – Interjú Dr. Pap Lászlóval, a Mobil Innovációs Központ elnökével	46
<b>Ajtonyi István, Czap László</b> Kommunikáció-technológiai képzés a Miskolci Egyetemen	49
<b>Buttyán Levente</b> A UbiSec&Sens és a WSA4CIP projektek	52
<i>Pályázati lehetőségek</i>	55

---

## Védnökök

SALLAI GYULA a HTE elnöke és DETREKŐI ÁKOS az NHIT elnöke

---

## Főszerkesztő

SZABÓ CSABA ATTILA

## Szerkesztőbizottság

Elnök: ZOMBORY LÁSZLÓ

BARTOLITS ISTVÁN  
BÁRSONY ISTVÁN  
BUTTYÁN LEVENTE  
GYŐRI ERZSÉBET

IMRE SÁNDOR  
KÁNTOR CSABA  
LOIS LÁSZLÓ  
NÉMETH GÉZA  
PAKSY GÉZA

PRAZSÁK GERGŐ  
TÉTÉNYI ISTVÁN  
VESZELY GYULA  
VONDERVISZT LAJOS

# „Zöld IT” és projektmenedzsment

szabo@hit.bme.hu

Jelen számunkban is igyekeztünk körképet adni szakterületünk érdekes kérdéseiről, emellett állandó rovatainkkal is újra jelentkeztünk. Cikkeink sorából elsőként egy napjainkban igen aktuális témát és ezzel együtt egy induló cikksorozatot szeretnék olvasóink figyelmébe ajánlani.

A „zöld IT” (green IT vagy green computing) gyakran emlegetett fogalom napjainkban, hasonlóan azokhoz a törekvésekhez, amelyek a gazdasági élet fő területein az energia-takarékosságot és ezen keresztül a környezetre gyakorolt káros hatások csökkentését tűzik ki célul. Az információs és kommunikációs rendszerek, készülékek teljes energiafelhasználása ma már nagyobb, mint az autópálya és ebből csak az interneté több mint évi 100 millió kWh, ahogy ezt olvasóink megtudhatják *Krauth Péter* „Zöld IT” című cikkéből, ahogyan azt is, hogy az IT-kiadások egytizedét jelenleg az energiaszámlák teszik ki és előrejelzések szerint ez a szám hamarosan az 50-et(!) is elérheti.

A zöld IT az informatikai ipar rendkívül széles körét foglalja magába. A teljes spektrum az internethasználat anomáliáitól (szpemek, kémprogramok stb. miatti többletfeldolgozás) és élenjáró megoldásaitól (videó igény szerint, ‘szoftver, mint szolgáltatás’ miatti megnövekedő sávszélesség) a vállalati számítóközpontok energia- és költségfókuszú átalakításán (virtualizáció, adaptív hűtési rendszerek) egészen az egyre nagyobb tömegben eladott végberendezések energiaellátásának és újrahasonosító módon történő selejtezésének problémáiköréig terjed.

A szerző hangsúlyozza, hogy körültekintő és kiegyensúlyozott megközelítésre van szükség, amely szervesen ötvözi az energiahatékonyság és környezettudatosság szempont-

jait a gazdaság társadalmilag a jelenleginél hasznosabb és fenntarthatóbb működési módjának kialakításával.

A HTE-ben Prónay Gábor vezetésével 1996. áprilisa óta működik a távközlésben és informatikában működő projektmenedzsment-tömörítő szakosztály, mely küldetése szerint a projektmenedzsment-kompetenciák (tudás, képességek, hozzáállások, tapasztalat) fejlődését kívánja elősegíteni, támogatja a szakemberek elismertségét, önbecsülésük növekedését és ösztönzi a hazai és nemzetközi szakmai együttműködéseket. A projektmenedzsment-szakma szolgáltatásaival lehetővé válik a komplex, sokféle szaktudást igénylő feladatok hatékony, versenyképes megoldása és ezért a globalizálódó világ egyik legerőteljesebben fejlődő menedzsment területe.

A szakosztály a küldetésének megfelelően minden lehetőséget megragad, hogy a felhalmozott tudásbázisát az érdeklődő szakemberekkel megossza. Ennek a folyamatnak a segítésére – és remélhetően olvasóink ezirányú érdeklődését is kielégítendő – lapunkban *Prónay Gábor* gondozásában projektmenedzsment-információkat, tapasztalatokat közreadó cikksorozatot indítunk, amit a szakosztály elismert szakemberei fognak írni, sokszor nem titkoltan a vitaindítás szándékával. A projektmenedzsment-ismeretek széleskörű ismerete jelentősen hozzájárulhat a vállalatok és intézmények stratégiai céljait megvalósító projektek sikerességéhez, így ezzel a projektmenedzsment elismeréséhez is, ami a szakosztály egyik fontos célja.

A mostani számunkban olvasható „A projektsikert elősegítő munkakultúra jellemzői és létrehozása” cikk az első a tervezett sorozatban. Célja, hogy felhívja a figyelmet a munkakultúra meghatározó szerepére a pro-

jekt sikerében, ami a globális versenyben lévő vállalatok előnyszerzésének fontos eszköze. A projektek sikerét vizsgáló felmérések alapján az írás röviden összefoglalja a legfontosabb, a projekt sikerét meghatározó munkakultúra-összetevőket (bizalom, együttműködés, célkijelölés, közös értékrend, önbecsülés, munkaélet, állandó javítás és tanulás), valamint áttekinti a munkakultúra-váltást elősegítő gyakorlati módszereket és eszközöket.

Tovább lapozva a tartalomban *Málik Dávid és Lois László* cikke az IPTV hálózaton alkalmazott médiaátvitel legfontosabb paramétereinek mérését mutatja be.

*Horváth Zoltán és szerzőtársai* arra a kérdésre adnak választ, hogy milyen problémákat okoz a Wi-Fi-hálózatok terjedése a meteorológiai megfigyelésben és hogyan lehet megakadályozni a meteorológiai radarok zavartatását.

Olvasóink figyelmébe ajánljuk még *Pap László* akadémikussal, a Mobil Innovációs Központ elnökével készített interjúnkat, állandó rovataink sorában pedig az *IT3 Projekt* által összeállított, érdekes, hozzászólásokat is gerjesztő cikkgyűjteményt, valamint a *Miskolci Egyetem* információtechnológiai képzését és az azt gondozó tanszékeket bemutató összeállítást.

Végül, de nem utolsósorban szólnunk kell arról is, hogy ismét egy fontos egyesületi eseményről adhatunk hírt: nemrég volt a HTE idei közgyűlése, ahol a HTE rangos díjainak átadására is sor került. Remélem, olvasóink érdekesnek találják *Bartolits István* beszámolóját az eseményről, és ami a legfontosabb; minden kedves díjazottnak ezúton is gratulálunk!

Szabó Csaba Attila  
főszerkesztő

# A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület 2009. évi közgyűlése

BARTOLITS ISTVÁN

*bartolits@nhh.hu*

**A HTE 2009. május 21-én tartotta meg éves Közgyűlését. A 76 meghívott küldött ez alkalommal az Aranytíz rendezvényházban gyűlt össze, hogy a közgyűlés kötelező napirendi pontjai mellett az Alapszabály módosításáról és a tiszteletbeli elnök illetve a tiszteletbeli elnökségi tagok beiktatásának a jóváhagyásáról döntsön.**

A Közgyűlést *Dr. Sallai Gyula*, a HTE elnöke nyitotta meg és visszaterve az Egyesület régi hagyományához, elsőként egy izgalmas kérdéssel foglalkozó bevezető előadást jelentett be. Az előadó *Dr. Dömölki Bálint*, az NHIT Információs Társadalom Technológiai Távlatai (IT3) projekt vezetője „Megatrendek az infokommunikációban” címmel mutatta be, hogy a 2005 óta dolgozó projekt hogyan látja a jövőt, mik azok a területek, ahol a következő tíz évben jelentős előrelépés várható. A projekt lényegében egy technológiai előretétekintést vállalt fel erre a tíz éves időszakra nézve, s célja, hogy megpróbálja bemutatni, hogyan fog kinézni az infokommunikációs világ tíz év múlva a világban és hazánkban.

A nyitó előadás után *Horváth Pál*, a HTE főtitkára tartotta meg beszámolóját. Bevezetőként visszatekintett az előző évi Közgyűlés megállapításaira, hogy legyen mihez mérni a 2008-ban elért eredményeket. Tavaly még pénzügyi nehézségek megoldásáról szólt a főtitkári beszámoló, ehhez kereste a HTE a forrásokat elsősorban pályázatok révén, illetve nemzetközi rendezvények felvállalásával, s abban bízott a megválasztott régi-új vezetés, hogy van megújulási képesség civil szervezetünkben és át tud állni az új pályára.

Nos, ami a 2008-as évet illeti, a főtitkár örömmel jelentette be, hogy a pénzügyi stabilitást – a romló külső környezeti hatások ellenére – sikerült megteremteni és várhatóan ez 2009-re nézve is igaz marad. Ez

egy nagyon lényeges eredmény, hiszen alapvetően meghatározza mozgásterünket.

Az Egyesület 2008-as tevékenységét *Horváth Pál* több síkon mutatta be. Az első a szakosztályi tevékenység, illetve a HTE egyéb rendezvényeinek a területe. Itt kiemelte a HTE Fórum rendezvényeit, melyek első négy előadása a szélesávú kommunikációval, a második négyes ciklus pedig az információbiztonsággal foglalkozott. Változatlanul sikeres rendezvény volt az áprilisi Projekt Menedzsment Fórum és a Zalakaroson októberben megrendezett 16. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás. A már hagyományosnak nevezhető HTE kongresszust Győrben tartotta a HTE és a rendezők jóvoltából mind szakmai, mind kulturális téren sok élménnyel gazdagodtak a résztvevők.

A nemzetközi rendezvények közül említést érdemel a márciusi DVB World Forum, a júliusi Budapest Tutorial and Workshop on Autonomic Communications and Component-Ware, de a nemzetközi rendezvények csúcsát egyértelműen a világméretű Networks 2008 sikeres megrendezése jelentette.

Egy másik síkja a HTE működésének a külső kapcsolatok kezelése. Nehéz feladatot jelentett a folyamatosan változó szakmapolitikai erőterhez való kapcsolódás, hiszen a hírközléssel foglalkozó szakterületek többször is átalakultak, így sok kapcsolatot újra kellett építeni.

Ehhez kapcsolódott egy harmadik téma, a Választmányon belüli munkamegosztás hatékony kialakítása, hiszen ezt a sokrétű kapcsolatrendszert már csak egy jól működő feladatmegosztással lehet kezelni.

Egy további sík volt a pályázati rendszerbe való sikeres bekapcsolódás, amely lényeges szerepet játszott a pénzügyi stabilitás megteremtésében. A Nemzeti Civil Alapprogram, az ITDH, az NKTH Mecénatúra Pályázat és a Nemzeti Kulturá-



Dr. Dömölki Bálint



Horváth Pál

lis Alaprogram segítségével sikerült az Egyesületnek támogatáshoz jutnia. Ezzel párhuzamosan a visszafogott gazdálkodással és a kommunikáció elektronikus alapokra helyezésével sikerült a kiadásokat is olyan szinten tartani, hogy nem volt szükség a titkársági apparátus további leépítésére.

A Választmány a tavalyi évben áttekintette a HTE szervezeti struktúráját is és azokat a szakosztályokat, illetve területi, üzemi csoportokat, melyek többszöri kísérletre sem adtak életjelt magukról, törölte a szervezeti egységek sorából, ezzel is egy tisztább képet kínálva az új belépők és a jelenlegi tagok számára. Horváth Pál egy hozzávetőleges statisztikával is illusztrálta a szakosztályi tevékenységeket. Ezek szerint átlagosan 4-5 rendezvény jelenik meg havonta a Hírlevélben, a szakosztályi rendezvények átlagos látogatottsága pedig 15-40 fő körül mozog. Ebből kiemelkedik a Távközlési Szakosztály, itt a klubrendezvényekre 50-80 fő kíváncsi alkalmanként. A legnagyobb létszámnövekedést elért szervezeti egységek: a Digitális Mozgó Világ klub (15 fő), a Dokumentumtechnológia Szakosztály (12 fő), a BMF Kandó csoport (14 fő) és a Puskás Tivadar Távközlési Technikum (12 fő). Alakult egy új szakosztály is, a Médiainformatikai Szakosztály 25 fővel. Ezek tehát a pozitív változások. Jelenleg 16 szakosztály, illetve klub és 7 területi vagy munkahelyi csoport működik a HTE-n belül.

Ami a HTE korfáját illeti, 399 tagunk van 62 év felett, ami azt mutatja, hogy az infokommunikációval való foglalkozás a hosszú élet titka, ennek örül a vezetés. Annak már kevéssé, hogy a korfa a 35-52 éves tartományban igen karcsú, azonban örövendetes, hogy a fiatalabb generációban újra kiszélesedik, de itt még szükség van további tennivalókra, hogy a HTE összességében ne öregedjen el.

A főtitkári beszámoló további részét a Választmány adott funkcióját ellátó tisztségviselői tartották meg. Kiss Zoltán állította össze az ifjúsággal kapcsolatos akciók fóliáját, külföldi ösztöndíja miatt azonban nem tudott személyesen jelen lenni a Közgyűlésen. Ebben a témában kiemelt szerepet játszanak a Kandó rendezvények, valamint az egyes szakkollégiumokkal való együttműködések (Jánossy Ferenc és Simonyi Károly Szakkollégium). Ugyancsak fontos pillére a fiatalság megnyerésének a diplomaterv pályázat, ahol 2008-ban sikerült elérni, hogy a BSc képzés diplomatervei már magasabb számban jelenjenek meg a pályázaton, mint a korábbi években. Ugyancsak Kiss Zoltán segítségével sikerült kapcsolatot kiépíteni a Temesvári Magyar Diákszervezettel, mely közös rendezvények megszervezésével is segíti a fiatalodást.

A nemzetközi munkáról a Külügyi Bizottság vezetője, Vida Rolland számolt be. Ő is a Networks 2008 konferenciát emelte ki a tavalyi évből, de fontosnak tartotta az IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2009 előkészítését, melynek a szervezésében részt vett a HTE. Ugyancsak fontos a Híradástechnika folyóirat megjelenése

az IEEE Communications Society honlapján, ez emelheti a folyóirat elismertségét. A HTE részt vett a temesvári 11. Műszaki Tudományos Diákköri Konferencia szervezésében és részt vesz a 8. Kárpát-medencei Nyári Egyetem szervezésében is, ami 2009 augusztusában Nagyváradon kerül megrendezésre. Próbálkozott a HTE a GlobeCom 2009-re egy Workshop megpályázásával is, de a beérkezett 25 javaslatból csak 9-et fogadtak el, a HTE pedig nem volt ezek között. A tapasztalatokból okulva viszont az ICC 2010-re ismét pályázunk. A távlati cél ezzel az, hogy egyszer az International Conference on Communications konferenciát Budapestre tudjuk hozni.

A díjazási kérdésekről Kántor Csaba, a Díjbizottság elnöke adott összefoglalót. Megköszönte a szakosztályvezetők és a tagság nagyszámú javaslatát, mert így lehet igazán jól kiválasztani a jutalmazottakat. A HTE díjak mellett a Díjbizottság javaslatokat ad a MTESz díjra és emlékéremre is, a Bánki Donát jubileumi díjra, valamint a Kempelen Farakas díjra, – a lehetőségek skálája tehát igen széles. Ezen kívül Kántor



Vida Rolland



Fotók: Dombi András



Csaba beszámolt arról is, hogy előrehaladott állapotban van egy Puskás Tivadar szobor felavatása is a XI. kerületben a Puskás Tivadar téren. A lakossági kezdeményezést a Magyar Elektrotechnikai Egyesület és a HTE közösen karolta fel és ha sikerül a kerülettel megállapodni és az adminisztratív formákat időre rendezni, akkor szeptember 17-én – Puskás Tivadar 165. születésnapján – egy szoboravatás is színesíti a HTE ideai tevékenységét.

*Buttyán Levente* a Tudományos Bizottság elnöke a tudományos munkáról számolt be, ő is kiemelte a diplomatervezési pályázat eredményeit, ahol tavaly már minden pályaművet három bíráló véleményezett. Egyben megköszönte a nagyszámú bíráló munkáját, amely nem volt kis munka, hiszen most már BSc és MSc szintű pályázatok egyaránt jöttek, előbbiből 17, utóbbiból 30 darab. Kiemelte még a „Szélessávon mindenképp” tanulmányt, melynek elkészítését a zalakarosi konferencián vállalta fel a HTE és a szigorúan szakmai anyagot egy ad-hoc munkacsoport igen gyors határidővel és kellő alaposítással el is készítette.

*Szabó Csaba Attila*, a Híradástechnika főszerkesztője szintén külföldön volt a Közgyűlés időpontjában, így üzeneteit *Nagy Péter* interpretálta. A Híradástechnika folyóirat új struktúrában jelenik meg idén, összesen 6 magyar szám és 4 angol szám fog megjelenni. A magyar nyelvű lapok inkább áttekinthető, ismeretterjesztő jellegű cikkeket, összefoglalókat fognak közölni és riportokkal, beszámolókkal fognak színesedni. Ennek célja, hogy szélesebb

olvasóközönséghez tudjon szólni a folyóirat. Ugyanakkor az angol számok megmaradnak az igényes, lektorált kutatási cikkek számára, melyekhez kapcsolódva a főszerkesztő egy International Advisory Board felállítását is megoldotta. Az évi 4 megjelenéssel és kellő igényességgel a szerkesztőség megpróbálja elérni, hogy a lap nemzetközi reputációja emelkedjék, ami a hazai kutatók számára fontos előrelépés lenne. Hosszú idő óta újra lehetősége nyílt az egyesületi tagoknak a folyóiratra való kedvezményes előfizetésre, mely úgy tűnik, jó gondolat volt; az előfizetések száma máris a kétszeresére növekedett. Elindult a folyóirat honlapja is, mely a [www.hiradastechnika.hu](http://www.hiradastechnika.hu) címen érhető el.

A HTE gazdálkodásáról *Magyar Gábor*, a Gazdasági Bizottság elnöke számolt be. Ebből kiderült, hogy a 2008-as esztendőt az Egyesület szolid eredménnyel zárta és 2009-re is a nullszaldó elérését tűzte ki célul. Ez összhangban van Horváth Pál azon megnyitói bejelentésével, hogy a HTE-nek sikerült stabilizálnia a pénzügyi helyzetét. Magyar Gábor kitért a Híradástechnika folyóirat költségvetésére is, ahol 2008-ban még enyhe veszteséget hozott a folyóirat, de 2009-re itt is a nullszaldó elérése lett kitűzve. Természetesen az Egyesület elsődleges célja a lap további működtetése abban az esetben is, ha ez pénzügyileg némi veszteséget jelent, hiszen alapvető fontosságú, hogy egy tudományos egyesület ne szüntesse meg immár 64. évfolyamában járó folyóiratát.

A beszámoló után Horváth Pál a HTE 60 éves jubileumára tért rá.

Egy hosszabb előkészítő munka előzte meg a 2009-es évet, ennek folyamán megváltozott a HTE logója, most már tartalmazza az alapítás évét is. Idén minden kiadvány a „HTE 60 éves” szalagcímmel jelenik meg, hogy hirdesse a jubileumi évet. A pontos születésnap 1949. január 29-e volt, ennek tiszteletére a HTE ünnepélyes Elnökségi Ülést rendezett a Miniszterelnöki Hivatallal közösen. Megindult az anyaggyűjtés egy, a HTE 60 éves történetét feldolgozó könyv elkészítéséhez is. A kiadvány 2009 őszén lát majd napvilágot *Bartolits István*, a HTE főtájtárhelyettese szerkesztésében, akinek segítői közül *Ágoston Györgyöt*, *Haraszti Miklóst* és *Dankó András*t emelte még ki. Készül egy HTE-t bemutató film is júniusban az évforduló tiszteletére. Az idei HTE kongresszus is a 60 éves évfordulót fogja a középpontba állítani, erre Budapesten kerül sor november 4-én.

Végezetül a HTE főtájtára elmondta, hogy a 2009-es évben a nemzetközi aktivitás erősítését, a szakosítási munka intenzitásának a növekedését várja, s mindkét területen történtek már előkészületek. Új szakmai konferenciák szervezése is napirenden van és erősíteni szeretné a HTE államigazgatásba való beágyazódását is. Emellett folytatni kell a pályázati aktivitást is a pénzügyi stabilitás megőrzése érdekében.

A Közgyűlés napirendjének megfelelően a főtájtári beszámoló után a 2008. évi közhasznúsági jelentést, majd a 2008. évi mérlegbeszámolót és az eredménykimutatást ismertette Horváth Pál.

Sallai Gyula elnök a három beszámolóval történő szavazás előtt az Ellenőrző Bizottság elnökét, Bölcskei Imrét kérte fel, hogy ismertesse az Ellenőrző Bizottság álláspontját.

*Bölcskei Imre* beszámolt arról, hogy a Bizottság részletesen áttekintette a dokumentumokat és azok megfelelnek a törvényi előírásoknak, a mérleg minden tekintetben megfelel az előírásoknak és az Egyesület a közhasznúság kritériumainak eleget tett. Az Ellenőrző Bizottság így a mérlegbeszámoló elfogadását javasolja.

Sallai Gyula a dokumentumok rövid vitája után megállapította, hogy

52 küldött van a teremben, s ezek kétharmadának az elfogadó szavazata szükséges a főtítkári beszámoló, a közhasznúsági jelentés és a mérlegbeszámoló elfogadásához. A Közgyűlés mindhárom dokumentumot egyhangúlag elfogadta.

A rövid szünet után Sallai Gyula elnök felkérte Bölcskei Imrét, hogy ismertesse az Alapszabály módosításának a lényegi elemeit. Bölcskei Imre elmondta, hogy az utóbbi időben jelentősen megváltoztak az Egyesület működésének a körülményei. Anyagi értelemben is egyre nehezebb megteremteni az Egyesület működésének a feltételeit, de szakmai értelemben is megváltozott a működési környezet. Felgyorsult a fejlődés, egyre jobban összekapcsolódnak a szakterületek, így a szakosztályoknak is egyre jobban együtt kell működniük. Ugyanakkor egyre gyorsabban változnak a szakosztályok is, maradnak lefedetlen szakmai területek, s a szakemberek ekkor is szeretnének valahova tartozni. A Választmány erre a gyors alkalmazkodóképességre kereste a szervezeti megoldást és arra jutott, hogy érdemes lenne a szakosztályok jelenlegi struktúrájának a megtartása mellett a tagozati rendszer kereteinek a lehetőségét megteremteni. A javaslat megtartja a demokratikus kereteket, nem kényszeríti a szakosztályokat a tagozati rendszerbe besorolódni, de megteremti a lehetőségét annak, hogy aki akar élni ezzel a szervezeti formával, megtehesse ezt. Ennek alapján született egy Alapszabály módosítási javaslat, amit április 27-én a szakosztályvezetők megismerhettek és megvitathattak. A szakosztályvezetők egy része írás-

ban foglalta össze eltérő álláspontját a tervezettel kapcsolatban, melyet megküldött a Választmánynak. Ennek alapján a HTE vezetése egyeztetést kezdeményezett az érintett szakosztályvezetőkkel és így már egy konszenzuson alapuló Alapszabály-módosítást tárt a Közgyűlés elé. A Választmány a konszenzusos megoldás mellett vállalta, hogy az eltérő álláspontot tartalmazó levelet a Közgyűlés minden résztvevője számára átadja, hogy az Alapszabály vitájához mindenki ugyanazzal az információval rendelkezzen. Az elnök ezek után megnyitotta a vitát a tervezet felett.

A vitában *Antal László* fejtette ki a Vételtechnika Szakosztály, a Kábeltelevíziós Szakosztály, a Média Klub és a Digitális Mozgó Világ Klub közös, a tervezettől viszont eltérő álláspontját, ami felett izgalmas vita bontakozott ki. Az alkotó jellegű vitában a középpontban az állt, hogy lehetne a szakosztályi munkát élénkíteni, s ebben volt aki a tagozat nélkül is látott erre lehetőséget, mások viszont azt hangsúlyozták, hogy a tagozat lehetőségének a megteremtése csak a lehetőségeket szélesíti, nem okoz senkinek sem kötelező besorolódási kényszert. A vitában részt vett *Szenes Katalin* (napirend előtt, mert korábban el kellett mennie), *Magyar Gábor*, *Jász Gábor*, *Nemes László*, *Prónay Gábor*, *Lukovszky Csaba* és *Lőrincz Béla*.

A vitában kialakult álláspontokat Bölcskei Imre foglalta össze, kiemelve, hogy az Egyesületben nem irányítási rendszer, hanem demokratikusan választható szervezeti keretek vannak. A módosítás ebben hoz bővülést, más nem történik. Az Alapsza-

bály egyéb módosításai tekintetében Sallai Gyula elmondta, hogy az ügyvezető igazgató feletti munkáltatói jogok áttételét a Közgyűlés hatásköréből a Választmány hatáskörébe a józan élet diktálja, hiszen a Közgyűlés évente egyszer ülésezik, tehát operatív beavatkozásra nem képes.

A vita lezárása után az Alapszabály módosításáról két lépésben történt a szavazás. Először azt szavazta meg a Közgyűlés, hogy kikerüljön-e a tagozattal kapcsolatos bővítés az Alapszabály módosításából. A Közgyűlés 10:29 arányban, egy tartózkodással nem támogatta a tagozattal kapcsolatos bővítés kivételét az Alapszabály módosításából. Ezek után a Közgyűlés a teljes Alapszabály módosításra szavazott. A Közgyűlés ezek után 33:7 arányban, 2 tartózkodás mellett megszavazta az Alapszabály módosítását.

A Közgyűlés ezek után arról szavazott, hogy lehetővé teszi-e a Közgyűlés, hogy a HTE tagjainak a neve automatikusan publikus lehessen a többi tag részére. Erre azért van szükség, mert jelenleg csak annak a neve válik publikussá a jelzővel belépő tagok számára, akik ezt külön az adatbázisban engedélyezték. A Közgyűlés a javaslatot egy tartózkodással elfogadta.

A Közgyűlés ezek után jóváhagyta, hogy *Köveskúti Lajos* a HTE tiszteletbeli elnöke legyen, majd jóváhagyta azt is, hogy a HTE tiszteletbeli elnökségi tagjai lehessenek a következő tagjaink: *Antalné Zákonyi Magdolna*, *Fodor István*, *Drozdy Győző*, *Halmi Gábor*, *Hazay István*, *Heckenast Gábor*, *Jereb László*, *Takács György* és *Lajtha György*.

Végezetül az egyesületi díjak ünnepélyes átadására került sor.

Az elnöki zárszóban Sallai Gyula megemlékezett a nemrég elhunyt Mojzes Imréről, majd felhívta a figyelmet arra, hogy az Egyesületnek nagy szerencséje van azzal, hogy a legprospektívabb területen működik, de ezzel a szerencséével élni kell. Előre kell tehát nézni és megragadni a lehetőségeket, élni kell vele. A lehetőségeket ma a Közgyűlés megadta az Alapszabály módosításával. Miként tudunk élni vele, azt pedig a jövő fogja eldönteni.



## A HTE Puskás Tivadar díjazottjai 2009-ben

**Borbély Gábor** a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnika szakán végzett 1985-ben. Okleveles mikroelektronikai szakmérnök, egyetemi doktor, a műszaki tudomány kandidátusa.

Fontosabb szakmai állomásai: Mikroelektronikai Vállalat, Széchenyi István Műszaki Főiskola, Széchenyi István Egyetem. 1988-tól folyamatosan, tanszéki mérnök, főiskolai tanársegéd, főiskolai adjunktus, főiskolai docens, főiskolai tanár, egyetemi docens, 1997-től tanszékvezető a Távközlési Tanszéken. Vendégkutató a Tokiói Műszaki Egyetemen, ösztöndíjas a Rajna-Weszfáliai Műszaki Egyetemen. Széchenyi Professzori Ösztöndíjas.

Fontosabb kutatási területei: integrált áramkörtervezés és -gyártás, foto-lithográfia, plazmatechnológia alkalmazása az integrált áramkörök szubmikronos alkatrészeinek előállítására, anyagszerkezet-kutatás egymódusú lézer szórt fényének teljesítményspektrumos vizsgálatával, elsősorban az 1/f teljesítményspektrumú fluktuációk fonon eredetének bizonyítására, foton-fonon kölcsönhatás, ultranagyfrekvenciás (100 GHz feletti) GaAs és InP eszközök kutatása és fejlesztése, megbízhatósági elemzések az eszközök alacsonyfrekvenciás 1/f zajának vizsgálatával.

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület legaktívabb vidéki csoportjának vezetője, kiemelt szerepet vállalt a 2008. évi győri HTE kongresszus szervezésében.

Az Egyesület a díj odaítélésével Borbély Gábor oktatásszervezői és aktív HTE szervezői tevékenységét kívánja elismerni.

**Füredi Ágnes** a Kandó Kálmán Híradás- és Műszeripari Technikumban szerzett technikus oklevelet 1966-ban, majd a BME Villamosmérnöki Karán folytatta tanulmányait. Itt 1972-ben diplomázott a Híradástechnika szak távközlési ágazatán.

A Posta Központi Távíró Hivatalban kezdte meg életútját fejlesztőmérnökként, ahol 1975-ig dolgozott. Egyik kiemelkedő feladata a telefonos táviratfelvétel automatizált rendszerének a kidolgozása volt. Utána a Prodinform Műszaki Tanácsadó Vállalatnál dolgozott közel tíz évig. Ez alatt elektronikai és híradástechnikai tanulmányok készítésével illetve elkészíttetésének a menedzselésével foglalkozott, hozzá tartozott a szakirányú témafilgyelés, és szervezői, szerkesztési és marketing feladatokat is ellátott ebben a két témában. A General Instrument UK tanácsadójaként 1995-ig kábeltelevíziós rendszerekkel foglalkozott és mind műszaki, mind marketing munkát végzett a cég számára. Ebben az időszakban ismerte meg részletesen a hazai kábeltévé-piacot. 1992-től két éven keresztül az Arthur D. Little tanácsadója is volt, ahol szaktolmácsolás mellett fókuszcsoporthoz felméréseket is vezetett, de nevéhez fűződik a Matáv Rt. stratégiai üzletágának kialakításánál a munkafolyamatok analízisa is. Tanácsadó volt még a Budapesti Kommunikációs Rt-nél, ahol a TV3 műsorelosztásának a kialakí-

tási rendszerében végzett értékes munkát, majd a Monor Telefon Társaság KTV marketingmenedzsere volt és az integrált telefon-kábeltévé szolgáltatás kialakításában vett részt. A MATÁV PKI Távközlésfejlesztési Intézetben és a Hírközlési Főfelügyeletnél a nemzetközi tevékenységet irányította.

A szakmai munka mellett számos rendezvényt szervezett. 1996-tól a KT Electronics kft. rendezvényszervezője volt, de közben ezzel párhuzamosan a HTE-ben is koordinátori, rendezvényszervezői és tolmácsi tevékenységet látott el. Emellett a Híradástechnika folyóirat angol kiadásának és a Magyar Távközlés szakfordítója volt.

Az Egyesület a most odaítélt Puskás Tivadar díjjal Füredi Ágnes kiemelkedő és sikeres egyesületi tevékenységét kívánja elismerni.

**Jász Gábor** Felsőfokú tanulmányait a BME Villamosmérnöki Kar Gyengeáramú Tagozatán végezte, 1965-ben híradástechnikai mérnöki oklevelet, 1970-ben rádió műsorszóró és hírközlő szakmérnöki oklevelet szerzett.

1965-1982 között a budapesti Híradótechnikai Vállalat (HTV) gyártmányfejlesztési főosztályán dolgozott, kezdetben mint fejlesztőmérnök, majd különböző szintű vezetői beosztásokban. Részt vett többek között mobil és bázisállomási rádiótelefon antennák, antennarendszerek fejlesztésében, a 160 MHz-s országos URH rádiótelefon-hálózat építésében, a Külügyminisztérium monori RH kommunikációs adótelep szélessávú logaritmikus-periodikus adóantennáinak fejlesztésében. Részt vett továbbá a rádió-TV műsorvevő rendszerek: a „Nagy Közösségi Vevőrendszerek” – későbbi nevén kábeltelevíziós rendszerek – hazai fejlesztéseiben. 1983-tól a Posta Rádió- és Televízió Műszaki Igazgatóság (későbbi nevén Magyar Műsorszóró Vállalat) fejlesztési osztályán dolgozott, ahol a kábeles és műholdas úton történő műsorterjesztés kérdéseivel foglalkozott, részt vett többek között a műholdas TV műsorok vételének honosításában, a magyar műholdas TV adások előkészítésében, a budapesti AM-mikró műsorszórási rendszer (MMDS) rendszer-technikájának kidolgozásában, majd a rendszer megvalósításában. 1991-től a KATHREIN WERKE KG magyar képviselőjénél műszaki tanácsadó a cellás rádiótelefon-rendszerek antennáival, a TV és URH műsorszóró adóantenna-rendszerekkel, a kábeltelevíziós rendszerek építőelemeivel, műholdas és földi TV műsorok vételéhez szükséges eszközökkel és mérőműszerekkel foglalkozott.

1966 óta tagja a HTE-nek. 1972 óta a vételtechnikai szakosztály vezetőségi tagja. Tevékenyen részt vállalt a Kábeltelevíziós szakosztály megalakításában és vezetésében is dolgozott a szakmai programok előkészítésében, szervezésében. Komoly szakmai felkészültségével, a szakosztályi összejöveteleken való tevékeny részvételével nagyban hozzájárul a Szakosztály sikeres működéséhez.

Az Egyesület a most odaítélt díjjal Jász Gábor kiemelkedő szakmai munkásságát és a Kábeltelevíziós szakosztályban végzett aktív egyesületi tevékenységét kívánja díjazni.



**Sipos Attila** villamosmérnök 1976-ban kezdte pályafutását a Magyar Postánál, a POTI Posta Tervező Intézetben. 1991 óta a Magyar Telekom PKI Fejlesztési Igazgatóságán dolgozik, hálózatfejlesztési igazgatóhelyettesi beosztásban.

A pályafutása során folyamatosan vezető szerepet töltött be a Magyar Telekom távközlő hálózatának tervezésében, fejlesztésében. Irányításával tervezték meg az országos fényvezetőkábeles gerinchálózatot, és az erre épülő PDH és SDH hálózatokat, majd később a transzportkapacitásokat jelentősen bővítő WDM technika bevezetésében is jelentős szerepe vállalt. Ebben az időszakban a Matáv európai viszonylatban is elől járt az SDH és a WDM technológia alkalmazásba vételében. Jelenleg az IP alapú újgenerációs hálózati szolgáltatások nyújtáshoz szükséges IP hálózatok tervezését irányítja.

Sipos Attila a sikeres innovatív alkotó tevékenységet ötvözi a hálózattervezés elméleti kérdéseinek kutatásával is. A Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnika Tanszékével együttműködve megalkották a PLANET, majd annak további továbbfejlesztett változatait az XPLANET és a FLEXPLANET tervezőrendszereket.

Sipos Attila 1985 óta a HTE tagja. Számos konferencia szervezésében vett részt. Szakmai eredményeit HTE előadásokon és a Híradástechnikában is publikálta. 2005-ben HTE aranyjelvényt kapott. Munkásságával jelentős mértékben hozzájárult az elmúlt évtizedekben létrejött korszerű magyar távközlési hálózatok kialakításában.

Az Egyesület a Puskás Tivadar díj odaítélésével Sipos Attila egyesületi konferencia szervezői tevékenységét, valamint a korszerű magyar távközlési hálózat létrehozásában végzett kiemelkedő szakmai munkásságát kívánja elismerni.

**Urbán György** a HTE TETRA Szakosztály egyik alapítója, két cikluson keresztüli társelnöke. A Puskás Tivadar Távközlési Technikum után a Moszkvai Elektronikai és Távközlési Egyetem villamosmérnöki karán szerzett diplomát.

Pályafutását a Magyar Postánál kezdte 1975-ben. Feladatkörébe tartozott a távközléssel kapcsolatos egyes nemzetközi együttműködési kérdések és a Magyar Posta különböző szervezetei közötti belső koordináció. 1978-tól a Belügyminisztérium munkatársa. A Belügyminisztérium Híradástechnikai Szolgálatnál az elektronikus biztonsági rendszerek, majd a földi mozgószolgálati rádióhálózatok fejlesztésével foglalkozott. 1995-ben nevezték ki a Belügyminisztérium Távközlési és Frekvenciagazdálkodási Főosztály vezetőjének. Feladata a rendőrség, határőrség, tűzoltóság, polgári védelem és egyes belügyi közigazgatási szervezetek távközlés-fejlesztési céljainak koordinálása, a frekvenciahasználat, a zártcélú távközlő hálózat használatára vonatkozó szabályozás kialakítása. A Belügyminisztérium Frekvenciagazdálkodási Osztály vezetőjeként részt vett a TETRA technológia magyarországi honosításának előkészítésében és a technológia frekvenciaigényeinek tervezésében. Tevé-

keny részvételével valósulhattak meg Magyarországon a TETRA pilot rendszerek.

2000-ben a belügyminiszter kinevezte a BM Központi Adatfeldolgozó Nyilvántartó és Választási Hivatal vezetőjének. Közreműködésével kezdődött meg az e-közigazgatás kialakítása, melyet a kormányzat szakmai díj odaítélésével is elismert. 2007-től a Közigazgatási és Elektronikus Közszolgáltatások Központi Hivatalának elnökeként, a magyarországi EDR hálózat központi VPN menedzser szervezetét irányítja. Döntéselőkészítői tevékenységének köszönhető az EDR felhasználói kör bővítése, illetve a TETRA technológia népszerűsítése.

Az Egyesület a most odaítélt Puskás Tivadar díjjal Urbán György sokrétű és kiemelkedő szakmai munkásságát és a HTE érdekében kifejtett szervezői tevékenységét kívánja elismerni.



### **A HTE arany jelvénnel kitüntetett tagjai 2009-ben**

Bartha József  
Bozóki Sándor  
Gajdos Sándor  
Győri Erzsébet  
Heszberger Zalán  
Imre Gábor  
Rajnai Zoltán  
Rurik Péter  
Szesztay Péter

### **A HTE ezüst jelvénnel kitüntetett tagjai 2009-ben**

Adamis-Szél Viktória  
Bencsáth Boldizsár  
Bódi Antal  
Dombi András  
Erhardt Zoltán  
Gerhátné Udvary Eszter  
Gulyás András  
Hajagosné Lassner Éva  
Jeszenői Péter  
Lindenberger Béla  
Nagy Ernő  
Németh Felicián  
Zömbik László

## Elismerő oklevélben részesült

Kormányos Zsolt  
Malomsoky Szabolcs  
Rétvári Gábor  
Szpisják Tibor  
Vannai Nándor

## Pollák-Virág díjasok

### • Kutatási cikkek kategória:

#### Gál Zoltán

*NGN szolgáltatások sávszélesség-menedzsmentje*  
(2008/12. szám, pp.29–36.)

#### Czirkos Zoltán, Hosszú Gábor

*Peer-to-peer alapú betörésérzékelés*  
(2008/8. szám, pp.29–36.)

#### Jeszenői Péter

*Passzív optikai hálózatok mérése*  
(2008/2. szám, pp.28–34)

### • Tutorial cikkek kategória:

#### Gyöngyösi László, Imre Sándor

*A kvantumkriptográfia  
infokommunikációs alkalmazásai*  
(2008/11. szám, pp.25–35.)

#### Szentgyörgyi Attila, Szabó Géza, Bencsáth Boldizsár

*Bevezetés a botnetek világába*  
(2008/11.szám, pp.9–14.)

#### Győri Erzsébet

*Vendégszerkesztő*  
(2008/9. szám: Infokommunikáció a közlekedésben)

## A HTE Kempelen Farkas díjasai 2009-ben

### Ecsedi Csaba vak informatikus, programozó.

Tinédzserként vesztes el látását. Az ELTE Informatikai Karán végzett 1992-ben programozó matematikus szakon. Hamar felismerte, hogy az informatikai írásbeliség és digitális esélyegyenlőség rendkívül fontos a fogyatékkal élők számára, integrációjuk elősegítésére. Ehhez a fő kulcsot a gépi beszédszintézis speciális alkalmazásainak elterjesztése jelenti, melynek fejlesztésében tevékenyen részt vett. Egyebek között részt vett a BME TMIT Profivox szövegfelolvasó technológiájának a kialakításában is 1996-98 között. Az elsők között kezdte el a „beszélő mobiltelefonok” felhasználási lehetőségeit vizsgálni látássérült emberek segítésére is.

Több, mint tíz éve munkálkodik az érzékszervi fogyatékosok informatika képzésében is. Jelenleg dr. Kutor László vezetésével, a Budapesti Műszaki Főiskola Neumann János Informatikai Kar (BMF NIK) Alkalmazott Informatikai Intézetében dolgozik. 2001 óta mintegy 120 látás- és 300 hallássérült vett részt az általuk szervezett tanfolyamokon. Ehhez a BMF NIK biztosítja a helyszínt,

az NJSZT pedig térítésmentesen az ECDL vizsgakártyát. A tanfolyami hallgatók több mint fele rendelkezik ECDL START, illetve teljes bizonyítvánnyal.

**Szuhaj Mihály** informatikus az „Informatika a Látássérültekért Alapítvány” (Infoalap) vezetője.

Tízéves korában vesztes el látását. Szülei a 80-as években vásárolták meg neki az első magyar beszélő számítógépet, amelyen első programjait tervezte. Az ELTE-n programozó, programtervező matematikus és informatikatanári diplomát szerzett 1994-ben. Látássérülése nem akadályozta meg abban, hogy hatalmas intenzitással vesse bele magát az életbe. Felismerte, hogy a számítástechnika és a beszédtechnológia óriási lehetőséget jelent a látássérültek számára és közelebb viszi őket az épek társadalmához.

Az általa vezetett alapítvány 2000-ben kezdte meg működését. Célja, hogy segítse sorstársait a társadalomba való hatékony beilleszkedésben. Olyan fejlesztésekben vesznek részt amelyek segítik a látássérült embereket az információkhoz való hozzájutásban (főleg számítógép segítségével). Az alapítvány rendszeresen pályázik különböző forrásokra ahhoz, hogy a szoftvereket minél több látássérült számára ingyenesen juttathassák el. Az Alapítvány informatikai eszközök adományozásával és ezek vásárlásának támogatásával kívánja elősegíteni a vak, az aliglátó és a gyengénlátó emberek tanulását, munkához jutását, kultúrálódását, szabadidejük színvonalasabb eltöltését. Ezek használatával valóban láthatóvá válik a világ számukra.

Szakmai karrierjének egyik központi területe a beszédtechnológia alkalmazása a vak és a gyengénlátó emberek segítésére. Témavezetője volt a Jaws for Windows képernyő-olvasó program honosításának a BME TMIT Profivox technológiájának bevonásával, amellyel a vak emberek a Windows alkalmazások jelentős részét használni tudják. Az Infoalap megszerezte a Jaws program magyarországi disztribútori jogait. Rendszeres oktatási és támogatási struktúrát alakítottak ki. Egyik kezdeményezője volt egyebek között a DEX szintetizált-hangoskönyv készítő program elkészítésének. Részt vett a Hírmondó ingyenes internetes hírfelolvasó program elkészítésében is.

# A projektsikert elősegítő munkakultúra jellemzői és létrehozása

PRÓRAY GÁBOR

Pro-COMpass Kft.  
gpronay@procompass.hu

*Kulcsszavak: projektmenedzsment, munkakultúra, siker, együttműködés, bizalom, önbecsülés*

**A cikk célja, hogy felhívja a figyelmet a munkakultúra meghatározó szerepére a projekt sikerében, ami a globális versenyben lévő vállalatok versenyelőny-szerzésének fontos eszköze. A felmérések alapján összefoglalja a projektek sikerét meghatározó legfontosabb munkakultúra-összetevőket (bizalom, együttműködés, célkijelölés, közös értékrend, önbecsülés, munkaélvezet, állandó javítás és tanulás), valamint áttekinti a munkakultúra-váltást elősegítő gyakorlati módszereket és eszközöket.**

**Mottó :**

**„Nem lehet a problémákat ugyanazzal a gondolkodással megoldani, mint amivel csináltuk azokat.”**

**Albert Einstein**

## 1. Bevezetés

A vállalat stratégiai célkitűzéseit megvalósító projektek sikere meghatározó a versenyelőny megszerzésében és megtartásában. A rendkívül komplex, globális környezetben megvalósuló projektek sikerét sokféle tényező veszélyezteti. A sikerhez nem elegendő a megfelelő minőség, termelékenység (projekteknél az idő–költség–minőség hármass követelmény teljesülése), a stratégiai illeszkedés (a projektirányító/szponzor elégedettsége), de szükséges a projektben résztvevők egymás iránti bizalmának megteremtése és megtartása is, hiszen a projekt a szolgáltatásverseny részese és nem az árversenyé (a haszon a termék/szolgáltatás életciklus lerövidülés miatt nem az áron, hanem a piacra jutás sebességén múlik). A globalizáció, a gyors technológiai változásokra épülő innováció, a megoldandó feladatok növekvő komplexitása is megnöveli az együttműködési igényt és így a különböző munkakultúrák illesztését.

Az új, elsősorban tudásalapú üzletben a kreativitásra nemcsak a technológia, de a marketing, értékesítés és ügyfélkapcsolatok területén is szükség van. Mindez különleges bizalmi, együttműködési szinteket követel meg a fejlesztés, a rendszerintegráció, az értékesítés és a marketing szakembereitől, azaz a vállalatnak egységes rendszerként kell működnie (gyors tudásátadás, problémamegoldás, konfliktuskezelés) a stratégiai célok megvalósításában.

A projektek sikertelenségének vizsgálata kimutatja, hogy vannak stratégiai, szervezési, menedzselési, módszertani hiányosságok is, de ennél mélyebben kulturális problémák (bizalomhiány, a tökéletesség igényének és a vevőorientáció hiánya, információ-visszatartás stb.) akadályozzák a projektek sikerét. A projekteket a siker érdekében gondozni, táplálni kell, mint egy növényt. Az em-

berek a magok, az egészséges és okos kultúra a talaj és a vezetés a tápanyag, a projektmenedzser a kertész, a módszertanok, eljárások és tervek a kertészeti eszközök.

A projektmenedzsment fejlődésében fontos lépés a legjobb gyakorlat (módszertan) megjelenése, eljárásrendek megszületése, projektiroda létrehozása, projektkompetencia megszerzése, projektminősítés, de a továbblépéshez a munkakultúra (értékek, hitek, szokások, viselkedési normák) alakítására van szükség.

A Fórum-előadás alapján készült cikk célja, hogy felhívja a figyelmet a munkakultúra meghatározó szerepére a projekt sikerében, ami a globális versenyben lévő vállalatok versenyelőny-szerzésének fontos eszköze. A projektek sikerét vizsgáló felmérések alapján a cikk röviden összefoglalja a legfontosabb, projektsikert meghatározó munkakultúra-összetevőket és áttekinti a munkakultúra-váltást elősegítő gyakorlati módszereket és eszközöket.

## 2. Projektkultúra-változtatás

A projektkultúra szükséges változásának feltételei vannak. A projektkultúra nem változtatható a szervezeti/vállalati kultúra megváltozása (lásd kultúrák hierarchikus rendszere) nélkül, amihez stratégiai indíttatás (a legfelső vezető elkötelezettsége) és szervezeti változások is szükségesek.

A kultúra változtatását sok tényező nehezítheti. A változtatást fékezi, ha kialakult, sokak által elfogadott kultúra működik a sikeres, stabil környezetben működő vállalatban. A kultúráváltást akadályozza a hierarchikus vállalati szervezet és az eredményérdekeltség hiánya (monopólium vagy ahhoz közeli vállalati pozíció esetén) is.

## 3. Projektsikert támogató munkakultúra-összetevők

A projektek sikerességét vizsgáló kutatások nagyon sokszor jutnak olyan eredményre, hogy a sikeresség meg-

határozó tényezői olyan munkakultúra-elemekre vezethetők vissza, mint az együttműködés és bizalom, a megfélelően megválasztott célrendszer és közös értékrend, a munkatársak önbecsülése, munkaélvezetének és az állandó tanulás és javítás szemléletének megléte. A munkakultúra-összetevők gyakorlati fejlesztéséhez célszerű az egyes elemek jellemzőinek ismerete.

A **bizalom** olyan kultúra-összetevő, ami szabályok és szokások olyan irányú fejlődését segíti, hogy elfogadott legyen az ígéretek, határidők betartása, az őszinteség és az együttműködés. Hálózatalapú rendszerekben – szemben a hierarchikus rendszerekkel – a bizonytalanság csökkentése különösen fontos (Fukuyama, 1995). A bizalommenedzsment megelőzi az egyéb menedzsmenteket (stratégia, HR, PM, tudás, innováció, minőség, konfliktus), mert ezek mind a bizalmi szinttől függenek. A bizalomhiány eredménye a nem az elérendő célra koncentráció (hajtóerő csökken), a bizalomhelyettesítők (hatalmi nyomás, elszigetelés, korrupció, túlzott jogi megoldás) keresése. A bizalmatlanság gyorsan terjed és ellenálló („vírus”). A bizalomépítéshez néhány alapvető szabályt célszerű figyelembe venni: a bizalom felülről kell induljon, őszinteség, igazságosság szükséges, az értékek figyelembevétel nélkül nincs bizalom, bizalmi kultúra adminisztratív eszközökkel nem építhető, a konfliktusok elfojtása- és a megtévesztő stratégia (kétértelműség, hamisítás, eltitkolás) kerülendő.

Az **együttműködés** magas színvonalú közös munka, sokszor világos hatalmi- és elszámoltatási határok nélkül. Az együttműködés meghatározó jellemzői :

- az együttműködési szerepek általában nem láthatók a szervezeti sémán, az együttműködés igénye függ a feladat diszkrét részfeladatokra bonthatóságától, a részfeladatok egymásra utaltságától;
- az együttműködés alapfeltétele az önállóság megléte;
- az együttműködés fokozásához a szereplőknek értékelniük kell tudni egymást;
- csak az egyes szakértők tudásbázisára építve ösztönözhető az együttműködés;
- bürokratikus kultúra nehezen alakítható együttműködővé (az itt dolgozók világos hatalmi és elszámoltatási viszonyokat kívánnak, hitelességüket és fontosságukat hangsúlyozzák – „ha nincs hatalmam, a dolgok nem fognak jól menni”);
- az együttműködő, interaktív emberek a célt, az értéknövelés lehetőségét keresik;
- az együttműködő csapat előnye, hogy különböző nézőpontú emberek az egyes emberek vakfoltjait (korábbi meggyőződésnek ellentmondó információt „nem vesz észre”, de erről nem is tud) kiküszöbölhetik;
- együttműködés kialakítása és a csapatban résztvevők személyiségének illesztése a menedzser feladata (együttműködési folyamat

meghatározása, a kulcsszereplők kijelölése, felelőségek kiosztása, az ösztönzőrendszer kialakítása);

- világos szerepek és célok nélkül az emberek azokhoz a támogató folyamatokhoz (például kommunikációs-, konfliktusmegoldási-, eredmény mérési-, teljesítményértékelési folyamatok) csatlakoznak, amihez inputokat kapnak.

A **célkijelölés** a legelső feladat, a hozzávezető út meghatározása csak ezt követi. Az elfogadott cél automatikusan nyitottá teszi az emberek információt befogadó rendszerét a cél eléréséhez fontos információk számára. Nem az a fontos, hogy mennyire vagyunk éberek egy információra való figyelmességénél, hanem, hogy milyen jelentősége van számunkra a dolgoknak. Ez is magyarázza, hogy céljaink által válunk fontossá. Fontos a közös célok (jövőkép) belső meggyőződéssé válása (asszimiláció), az „egy hajóban evezünk” érzés kialakulása. A hajtóerő a jelenlegi helyzet és a jövőkép közötti szakadékból keletkezik. A sikeres emberek mindig rendelkeznek jövőképpel (a végeredményre koncentrálnak) és két világban élnek (tények és álmok helyes arányú világában) A célokhoz való pozitív viszony automatikusan hozzákezdést, innovativitást és kreativitást jelent a megoldásban. A negatív viszony automatikusan a cél (erőltetett is lehet) megvalósítása elleni cselekvést, a megvalósítás elleni kifogások megtalálására szolgáló találgatást és kreativitást vált ki. A célkitűzés megerősítési folyamatában a visszacsatolásnak fontos szerepe van (minél sajátosabb és részletesebb a végeredmény, annál pontosabb és erőteljesebb visszacsatolásra van szükség).

A **közös értékrend** (belső meggyőződéssé váló közös jövőkép) sikeres cégek szerint fontosabb, mint a tudás. Ez a felfogás különösen erős a világszerte sikeres japán vállalatoknál. A Toyota vállalatnál a meghatározó értékrend máig az alapítók által megfogalmazott elemeket tartalmazza: a folyamatos fejlődésre összpontosító gondolkodásmódot („kaizen”), „a holnap jobb lesz” – „az akadályok kihívások” –, „a mindenkinek nyernie kell (a csapat a felelős)” felfogást, az ügyfél az első (a kereskedő a második, a gyártó az utolsó) nézetet, az emberek és a képességek tiszteletét, a csapatmunkát, a „szereplőséget” (saját képességeink reális felmérése és annak felismerése, hogy az eredményekhez szükségünk van mások közreműködésére, más vélemények tiszteletben tartására), az első kézből történő tapasztalatszerzést („gencsi genbucu” – „saját szemével látta”).

A **munkatársak önbecsülése, önismeretük mértéke**, a képességek helyes felismerése és pozitív gondolkodás önmagunkról határozza meg a környezettől való függőségünket. Ha megváltoztatjuk gondolkodásunkat, megváltozik az életünk (újabb lehetőségek tárulnak fel). Mindenki az általa hitt igazságnak (elképzelt valóság) megfelelően él, viselkedik, dolgozik. A gondolkodásmód határozza meg, hogy külső vagy belső kontroll-attitűdű-

ek vagyunk-e. A kontroll helye a személyiség dimenziója, mely szerint belső kontroll-attitűdű emberek úgy érzik, ellenőrzést gyakorolnak afölött, hogy mi történik. A külső kontrollosok általában rajtuk kívülről álló erőknél vagy személyeknek tulajdonítják a sikereiket vagy kudarcaikat. Megfelelő önbecsülés csak a saját életért vállalt teljes felelősséggel valósulhat meg. Szabaddá kell válni, hogy választhassunk! A kiválóság elérésének kettős ára van: kemény munka és a csalódás lehetősége (de elkötelezettnak kell lenni és nem szabad félni a kudarctól). Az önkép javításához pozitív „belső beszéd”, azaz gondolkodás (meggyőződések és elképzelések összesítése) szükséges.

A **munka élvezete** a munkával szembeni elégedettség szakmai kihívását jelenti, azt, ahogy a személyes és szakmai igények teljesülnek. Alkotó motiváció esetén pozitív hajtóerő jelentkezik, mely felelősségvállalás mellett jutalom (külső vagy belső) elérésén alapul („akárom”), a tökéletes megoldásra törekvés segít a kudarckal elviselésében. Korlátozó/gátló motiváció esetén félelmen vagy hatalmon alapuló hajtóerő jelentkezik, mely kifogás keresésbe (a tettek és döntések felelőssége másoknál vagy a múltban), hajtóerő hiányába, kudarctól való félelemben torkollik. A pozitív hajtóerő megfelelő gondolkodással alakítható ki és nem szigorral. A pozitív hajtóerő nem növeli, csak felszabadítja a lehetőségeket.

Az **állandó javítás és tanulás szenvedélye** a Toyota permanens javítási folyamata a helyi viszonyokra alakított lépésekből (a probléma tisztázása, a probléma lebontása, célok kitűzése, kiváltó okok meghatározása, ellenintézkedés/megoldás kidolgozása, megoldási javaslat megvalósítása, az eredmények és folyamatok felügyelete (monitorozás), a sikeres folyamat standardizálása) követhető.

#### 4. Gyakorlati módszerek és tennivalók a kultúra változtatásra

A menedzseri feladat a kultúraösszetevők megértése és gyakorlati megvalósítás érdekében tett lépések megtétele. A környezet változtatását azzal kell kezdeni, hogy egy új tudatalatti képet kell kialakítani a környezetünkről (elképzelések az új környezetről), mert ha ezt elfogadtuk, akkor el is kezdünk dolgozni azért, hogy megvalósuljon. Az új képpel az új komfortzóna is kialakul.

**Bizalomépítés és együttműködés-ösztönzés** csak a legfelső hatalmi szintről, a felsővezetéstől, stratégiai célként indulhat el. A projekteket befogadó vállalati kultúra meghatározó eleme a felsővezetők személyes példája, mely a vélemények-ötletek figyelmes meghallgatásán, az őszinte, nyílt kommunikáción (nincs visszatartott szükséges információ), a feladatok tudásbázisra alapozott kiosztásán (nincs kontraszelekción), az együttműködés elismerésén alapszik. A munkatársak egymás iránti bizalmát növeli, ha a teljesítmények számonkérhetőségét és számonkérését tapasztalják és ez az elv a munkatársak mellett a vezetőkre is vonatkozik (nemcsak vezetők ér-

tékelik a beosztottjaikat, de a beosztottak a vezetőiket!). A felsővezetésnek meghatározó szerepe van az együttműködést támogató folyamatok (konfliktusmegoldás, eredménymérés, teljesítményértékelés, ösztönző rendszer) szisztematikus megalkotásában.

A technológiai fejlődés és a megoldandó feladatok komplexitása miatt a pozicionális hatalom elválik a tudásra alapozott hatalomtól, ami *új döntési modell* megalkotás igényét hozza magával. A felsővezetés által megalkotandó hatékony modellben biztosítani kell a két típusú hatalommal rendelkezők eredményes együttműködését és azt, hogy a döntési folyamat ne váljon rutinlépéssé. Az új döntési modell fázisai :

- szabad vita (hatalmi pozíciótól függetlenül);
- a döntést ott kell kimunkálni, ahol a hozzáértés szintje a legmagasabb;
- világos döntés (ne túl korán vagy túl későn): minél nagyobbak a véleménykülönbségek, annál fontosabb az egyértelműség;
- a csoporttagoknak támogatniuk kell a döntést (ez nem feltétlenül egyetértést jelent): ha eredményt akarunk egy közös ügyben, azonos módon kell cselekedni!

A sikerességet támogató munkakultúra megvalósításához *az emberi erőforrás kezelésében is új hangsúlyokat* kell elfogadni. A munkatársak értékelési szempontjai között meghatározó jelentőséggel kell szerepeljen a személyes vonzerő („dzsinbo” – a viselkedés mennyi tiszteletet és elismerést váltott ki), a kitartás és rugalmasság, a hajlandóság mások véleményének meghallgatására és tanulás másoktól, a szenvedélyes törekvés a javításra, a jó csapatjáték, a gyors problémamegoldás, a coachszerep vállalása, a szerénység (önismeret és önbecsülés mellett az együttműködés jelentőségének felismerése). Az emberierőforrás-menedzsment fontos eleme kell legyen

- egy mentori rendszer (modern mester-tanonc rendszer, ahol a kiválók viszik a kultúrát);
- egy támogató szakértői hálózat (a tudás auditálására és a tudásmenedzsmentre);
- belső képzési rendszer (problémamegoldásra, konfliktus kezelésére, változási igény kommunikálására stb.);
- szisztematikus csapatépítés/hálózatépítés (informális-formális, horizontális-vertikális), melynek gyakorlati elemei kirándulás-, workshop-, ünnepség-, öntevékeny csoport/hobby, sport, közös érdeklődés/szervezés lehetnek;
- vállalathoz, csapathoz tartozás erősítése (megkülönböztető név, logó, cél fontosságának bemutatása, egyediség hangsúlyozása, speciális eredmények bemutatása);
- pozitív munkakörnyezet
  - fizikai: irodai szolgáltatások, világos munkafolyamatok, támogató infrastruktúra;
  - pszichológiai: vezetői bizalom, büszkeség, tekintély, kockázatmegosztás, csapatszellem, munkabiztonság;

- értékek: teljesítmény, ötletek, őszinte vélemény, tudás, tapasztalat, hitelesség, autonómia;
- vezetési támogatás: világos célkijelölés, döntési jog átadás felelősség-átruházással, motiváció, a nagy kockázatú, de nagy eredményességű projektek ösztönzése, az innováció segítése, tanulás támogatása.

A sikeresség akadályai sok esetben a kommunikáció hiányossága. Ennek megfelelően a kultúraváltoztatás fontos összetevője kell legyen a *kommunikációval szembeni új elvárások* megfogalmazása. Nyílt, egyértelmű, felülről induló kommunikációra van szükség, ami időmegtakarítást eredményez.

Fontos, hogy a kommunikáció során figyelmet kapjanak a különböző információszűrők (bizalom, nem, kor, kulturális különbség, érzelmi állapot, sztereotípiák), mert ezek figyelmen kívül hagyása megakadályozza az üzenetek célba érését. A projekteket meghatározó változások elfogadtatásának kommunikálása során fontos a változás előtti helyzet hibáinak, tarthatatlanságának elmondása, majd ezt kell kövesse a változás javító hatásának bemutatása, mindez azért szükséges, mert a változásokhoz szükséges hajtóerő a meglévő helyzettel való elégedetlenségből keletkezik.

A teljesítményre, eredményre ösztönzés kommunikációjában kiemelt szerepe van a visszacsatolásnak a célkitűzések rendszeres megerősítésében, a szereplők értékelésében. Problémák esetén a visszacsatolás gyorsasága meghatározó. A célkitűzések megerősítésére eszközként a projektszoba falújságja, vállalati újság, hirdető tábla, hírlevél, portálooldal használható fel. A szereplők értékelésének fontos eszköze a nyílt négy szemközti vagy csoportos beszélgetés, amit a vezetőnek kell moderálnia.

## 5. Összefoglalás

A munkakultúra változtatása jelentősen hozzájárulhat a stratégiai célokat megvalósító projektek sikerességéhez és ez nagyon nehezen utánozható/másolható versenyelőnyöket jelent a projektet indító vállalatok számára. Munkakultúra-változás azonban csak a vállalati stratégiával és a szervezeti felépítéssel együtt módosítható, ennek megfelelően rendkívüli nehézségeket, kockázatokat jelent. Mindez csak a vállalat legfelső vezetésének eltökélt szándékával valósulhat meg. A kultúraváltoztatáshoz az egyes emberek gondolkodását kell megváltoztatni és a vállalati kultúra változásához el kell érni a „kritikus tömeg” egyetértését.

A kultúraváltoztatás ugyan hosszútávú folyamat, de azonnal elkezdhető és így fokozatos javulás érhető el. A projektkultúra fejlesztése, a kultúrák hierarchikus felépítése miatt, csak a projektet befogadó szervezetek kultúrájának változtatásával valósítható meg.

## A szerzőről



**PRÓNAY GÁBOR** a hazai projekt menedzsment szakma elismert szaktekintélye. Elismertségét országos, sok résztvevős, nagy projektek irányításával (elektronikus banki giro rendszer, forint számlaszám változás, távközlési rendeletek készítése, villamosenergiaipar távközlési fejlesztési stratégia kidolgozása); projektervek készítésével (MatávNet/Axelero, SuliNet); projekt menedzseri tanácsadással (sok esetben a HP számára államigazgatási alkalmazás projektek megvalósításához); a Budapesti Gazdasági és Műszaki Egyetemen és a Közgazdasági Egyetemen tartott oktatással (nappali-, vezető- és MBA képzés); a Távközlési és Informatikai Projekt Irányítók Klubja (TIPIK) HTE egyesületi szakosztály vezetésével; 1996-tól évente megrendezésre kerülő PM Fórum szervezésével (szervező bizottsági elnökként); valamint a hazai és nemzetközi konferenciákon tartott előadásaival szerezte. A PMI Budapest Hungary alapító tagja, 2006-2009 között alelnöke.

## Irodalom

- [1] Morita Akio:  
Made in Japan,  
Árkádis, Budapest, 1989.
- [2] L. & D. Tice:  
Investment in Excellence,  
Pacific Institute, 1990.
- [3] F. Fukuyama:  
Trust: The social virtues & the creation of prosperity,  
New York, The Free Press, 1995.
- [4] P. M. Senge:  
Az 5. alapelv,  
HVG, Budapest, 1998.
- [5] A. S. Grove:  
Csúcsteljesítményű vezetés,  
Bagolyvár, 1998.
- [6] R. Gareis:  
Development of a Project-Specific Culture,  
IPMA World Congress'04, Budapest, 2004.
- [7] M. Macoby:  
Creating Collaboration,  
IEEE Engineering Management Review,  
Vol. 35, No.4, 2007, pp.14–17.
- [8] T. Hirotaka, O. Emim, S. Norihiko:  
The Contradictions that drive Toyota's Success,  
Harvard Business Review, June 2008, pp.96–104.
- [9] W. M. Grdzewski, I. K. Hejduk, A. Sankowska:  
Trust Management,  
the New Way in the Information Society,  
Institute of Organization and Management,  
Vol. 2, No.2, 2008, pp.2–8.

A cikk a „12. Projektmenedzsment a gazdaságban” konferencián, 2009. április 2-án elhangzott előadás alapján készült.

# Green computing, azaz „zöld IT”

KRAUTH FERENC

*krauth.peter@kfki.com*

*Kulcsszavak: zöld IT, energiafelhasználás, energiatakarékosság, újrafelhasználás*

**A fenntartható gazdaság és társadalom elméletéhez kapcsolódó „zöld IT” (green IT vagy green computing) ma már szinte szlogenyszerűen emlegetett gyakori fogalom. Nem véletlenül, hiszen a zöld IT rendkívül széles körét foglalja magába az informatikai iparnak. A teljes spektrum az internethasználat anomáliáitól (szpemek, kémprogramok miatti többletfeldolgozás) és élenjáró technológiáitól (videó igény szerint, ’szoftver, mint szolgáltatás’ miatti megnövekedő sávszélesség) a vállalati számítóközpontok energia- és költségfókuszú átalakításán (virtualizáció, adaptív hűtési rendszerek) egészen az egyre nagyobb tömegben eladott végberendezések energiaellátásának és újrahajósító módon történő selejtezésének problémaköréig terjed. Látni kell ugyanakkor, hogy a negatívumok mellett az informatika a környezetre nagyon sok pozitív hatást is gyakorol, de csak számtalan áttételen keresztül – szinte mindenbe beépülve – és rendkívül komplex módon fejt ki ezeket. Körültekintő és kiegyensúlyozott megközelítésre van emiatt szükség, amely szervesen ötvözi az energiahatékonyság és környezettudatosság szempontjait a gazdaság társadalmilag – a jelenleginél – hasznosabb és fenntarthatóbb működési módjának kialakításával.**

Az informatikai (és távközlési) ipar egyrészt hihetetlen lehetőségeket tár fel és valósít meg a való világ hálózatba szervezésétől kezdve a robotokon és az emberi képességek kiterjesztésén át egészen a virtuális világokig, másrészt azonban mindehhez egyre több energiát használ, globális károsító hatása egyre nagyobb méreteket ölt...

## 1. Csak egy új szlogen, vagy valóban valami fontos dolog?

Joggal merülhet fel a kérdés, hogy csak egy újabb – kétségtelenül jól hangzó – „gumicsontot” sikerült ismét bedobni a média állóvizébe, vagy sokkal többről lenne szó? Látszatra egyszerű a képlet: minél alacsonyabb fogyasztású, a későbbiekben újra- és újrafelhasználható termékeket, minél kevesebb energiával és környezetkárosító anyaggal kellene előállítani.

Emellett a lehetőség megvan arra is, hogy az IT-vel sokat megtakarítsanak, amit azért sem ártana komolyabban venni, mert állítólag (2008-hoz képest) 2010-re megduplázódnak a szerverek áramfogyasztási költségei. Az IT energiafelhasználása már most nagyobb, mint az autóiparé és ebből csak az interneté több mint évi 100 millió kWh. Az IT-kiadások 10 százalékát jelenleg az energiaszámlák teszik ki – egyes előrejelzések szerint azonban ez a szám hamarosan az 50-et is elérheti. Pedig a hardverek és szoftverek optimalizálásával, a virtualizáció elterjedésével racionálisabbá válhatna az

áramfelhasználás, csökkenhetnének a hűtési költségek. A technológiák<sup>1</sup> ezen a téren már lényegében megvannak és folyamatosan fejlődnek, azonban határozottabb, szélesebb körű és egyénre szabottabb használatukra lenne szükség.

Bár nyilvánvaló, hogy ezeket a technológiákat nem lehet mindig, minden felhasználási környezetben<sup>2</sup> ugyanúgy használni, azonban nem ártana, ha a használat mindhárom tipikus (tömeges, illetve közösségi, vállalati/intézményi, személyes) szintjén az ezekhez kapcsolódó szolgáltatások kidolgozásakor komolyabban vennék a zöld (energiatakarékos, környezettudatos, természetbarát) ajánlásokat.

Egyértelműnek tűnik ugyanis, hogy a környezetbarát szempontokat erőteljesebben érvényesítő, energiahatékonyabb IT iránt általános az igény. Viszont egy igen komoly hátráltató tényezőről nem szabad megfeledkezni: a „zöld” megoldások jelenleg gyakran még drágábbak a hagyományosaknál vagy legalábbis magas kezdeti befektetéseket igényelnek.

### 1.1. Egy kis történeti visszatekintés

A történet nagyjából a 90-es évek elejére megy vissza. Az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége (*Environmental Protection Agency*, EPA) ekkor, 1992-ben indította el a monitorok, klímavezérlő berendezések és más technológiák energiahatékonyságát hirdető, elismerő és ösztönző Energy Star programot. Ez a kezdeményezés eredményezte az „alvó” (sleep) üzem-

<sup>1</sup> Ilyen lehetőségeket jelent a merevlemezek fordulatszámának csökkentése, diszkorok (disc array) alkalmazása, alternatív tárolási rendszerek üzembeállítása, a szerverek üresjárati, automatikus (nemcsak éjszakai és hétvégi) „alvó” állapotba helyezése, távvezérelhető Wake-on-LAN technológia (pl. 1E vagy Faronics), mágnesszalagos adatmentő rendszerek (pl. HP, Sun és mások) – mert még mindig ezek használatával lehet hatalmas adatállományokat a legtakarékosabban és legkörnyezetkímélőbb módon archiválni.

<sup>2</sup> Például időkritikus tranzakciók esetén nem célszerű az éppen nem dolgozó gépet alvó állapotba tenni, hiszen egy következő tranzakciókérés csak lassabban, a „felébresztése” után tudna elkezdni.

módot és magát a 'green computing' kifejezést is a program beindulása után kezdték el használni először a USENET üzeneteiben.

Az amerikai programmal párhuzamosan – részben azzal versengve – a svéd TCO<sup>3</sup> Development beindította a katódsugár-csöves számítógépes megjelenítők alacsony mágneses és elektromosenergia-kibocsátását célzó TCO Certificationt, amelyet a későbbiekben az általános energiafogyasztásra, kockázatos anyagok építészeti használatára, ergonómiára is kiterjesztettek.

A zöld IT-t zászlajukra tűző világméretű ipari kezdeményezések, szerveződések azonban csak 2000 után váltak igazán meghatározó tényezővé. Ezek közül a legfontosabbak:

- *Green Electronic Council* (2005): 28 kritérium alapján határozza meg a rendszerek környezetbarát jellegét.
- Az *EPA 2007* elején konferenciát szervezett a számítóközpontok hatékonyságáról, ami arról nevezetes, hogy innentől fogva kezdett az IT-ipar komolyan foglalkozni ezzel a témával<sup>4</sup>.
- *Green Grid* nemzetközi konzorcium (2007): számítóközpontok és számítógépes ökoszisztémák energiatakarékos működését figyeli<sup>5</sup>.
- *Climate Savers Computing Initiative* (CSCI, 2007): célja a PC-k áramfogyasztásának csökkentése aktív és inaktív állapotban, és az ezt támogató „zöld” termékekről katalógust készít.
- *Green Computing Impact Organization* (GCIO, 2008): a végfelhasználók környezettudatos számítógéphasználatára összpontosít.
- *Green500*: a világ első ötszáz legnagyobb teljesítményű szuperszámítógépét rangsorolja energiafelhasználás szerint.

### 1.2. És mi van az Európai Unióban?

A trend erősödését jelzi, hogy a környezetbarát szempontokat érvényesítendő, széndioxid és más üvegházhatású gázok kibocsátása (GHG), valamint az energiafogyasztás és annak hatékonysága terén az EU ösztönzésére a legnagyobb informatikai-távközlési cégek önkéntes vállalásokat tettek (1. táblázat).

Emellett az Európai Unió 2009. márciusban ismertette zöld IT-re vonatkozó akciótervét, melynek lényege, hogy 2020-ig 15 százalékkal csökkenteni kell a teljes, IT-generálta széndioxid-kibocsátást. A tervek szerint az alacsony széndioxid-kibocsátás és az energiahatékonyság eszközként szolgál majd az EU legnagyobb kihívásainak – a klímaváltozás, az energiabiztonság és természetesen a gazdasági válság – hatékony kezelésére. Az infokommunikációs és a többi nagy energiafogyasz-

Cég	Vállalt csökkentés	Viszonyítási alap	Céldátum
BT	80 %	1996	2020
Cisco	25 %	2007	2012
France Telecom	20 %	2006	2010-2020
Microsoft	30 %	2009	2012
HP	16-40 %	2005	2010-2011
Nokia	6 %	2006	2012
Sun	20 %	2007	2015
Vodafone	50 %	2006-2007	2020
EU (minden szektor)	20 %	1990	2020

1. táblázat Cégek vállalásai az EU felé

tású szektor hatékony együttműködését szintén célként fogalmazták meg. Ezzel – és az egész akciótervvel – kapcsolatban regionális és lokális hatóságok számára is megfogalmaztak gyakorlati útmutatókat. Ennek aktualitását jól mutatja, hogy jelenleg az infokommunikációs szektor felelős az európai széndioxid-kibocsátás 2%-áért (1,75%: termékek és szolgáltatások használata, 0,25%: előállításuk).

Érdemes megemlíteni a BT fenti vállalásával összhangban azt a tervét is, hogy 2016-ra egy olyan 250 MW teljesítményű szélerőmű-farmot épít, amely az angliai energiaszükségletének 25%-át fedezné. A BT a teljes brit energiafogyasztás 0,7%-át tudhatja magáénak, így ez az alternatív energiatermelési rendszer országos szinten is jelentős lesz.

### 1.3. Kódex számítóközpontok számára

Nyugat-Európában 2008-ban a számítóközpontok becsült éves energiafogyasztása 56 TWh, átlagos teljesítménye pedig 6400 MW volt, ami 2020-ig várhatóan megduplázódik.

Nem véletlen tehát, hogy az EU 2008 októberében közzétett egy felhívást és javasolt egy kódexet a számítóközpontok építésére és működtetésére<sup>6</sup> (*Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency*) vonatkozóan. Ez fontos lépés és példaértékű kezdeményezés, hogy energiahatékony számítóközpontokat építsenek a világon. Az útmutató olyan környezetbarát technológiákat és gyakorlatot javasol, amelyek nemcsak az üvegházhatású gázok kibocsátását fogják csökkenteni, hanem az érintett szervezetek üzleti eredményességét is elő fogják segíteni az energiaköltségek csökkentésével.

Az útmutatót az IT iparral szoros együttműködésben hozták létre válaszul a számítóközpontok energiafogyasztásának növekedésére, valamint azokra az igényekre, amelyek a kapcsolódó környezeti, gazdasági és ener-

3 A Total Cost of Ownership-et rövidítve TCO a „birtoklás összköltségére” utal.

Újabban már a „hasznosítás összköltségére” (Total Cost of Utilization, TCU) vagy a „teljes életciklus költségére” (Total Lifecycle Cost, TLC) is kiterjesztették (például az Ericsson-nál a termékek életciklusának felmérése). Ma már nem kell feltétlenül birtokolni ugyanis az IT különböző komponenseit, lehet bérelni átalánydíjas vagy használati díjas (csak a tényleges használat utáni díjfizetés) konstrukciókban is (mint a salesforce.com vagy virtualoso a T-Systems-től).

4 A konferencia hatására összehasonlító elemzésekkel feltárták, hogy a számítóközpontok a vállalatok legnagyobb energiafogyasztói.

5 Több száz tagja között kormányzati szervezetek és ipari szereplők egyaránt megtalálhatók:

AMD, APC, Dell, HP, IBM, Intel, Microsoft, Rackable Systems, SprayCool, Sun Microsystems, VMware stb.

6 [rc.ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC\\_data\\_centres\\_nov2008/CoC\\_DC\\_v1.0\\_FINAL.pdf](http://ec.europa.eu/energyefficiency/pdf/CoC_data_centres_nov2008/CoC_DC_v1.0_FINAL.pdf)



giaellátás-biztonsági hatások csökkentésére vonatkoznak. A kódex önkéntes kötelezettségvállalásra ösztönöz a számítóközpontok energiafogyasztását illetően olyan bevált gyakorlatok alkalmazásával, amelyek energiamegtakarítási célok elérését teszik lehetővé. A kódex kiterjed a hardvergyártókra is, akik a kódex elfogadásával vállalják, hogy az energiával kapcsolatos adatokat és besorolásokat közzéteszik minden gyártott berendezésre; a garanciákat kiterjesztik a hőmérsékletre és páratartalomra vonatkozó határok betartására és egyértelmű megjelölésére; olyan hardvert és szolgáltatásokat nyújtanak, amelyek betartják a energiafogyasztási korlátozásokat; és az energiatudatossággal kapcsolatos oktatási programokat dolgoznak ki vagy működnek közre azok kidolgozásában.

A kódex létrehozásában részt vett a British Computer Society (BCS) is. Bob Harvey, a BCS etikai fórumának és a környezeti hatásokat vizsgáló munkacsoportjának elnöke szerint biztató, hogy a nagy szervezetek (pl. a Sun) komolyan veszik az ügyet, mert csak az ő segítségükkel tud e kódex ösztönözni arra, hogy monitorozzák és javítsák a számítóközpontok és IT-Infrastrukturák hatékonyságát.

#### 1.4. Kicsi, zöld és sokat spórol

A zöldebb IT-re vonatkozó tervek kivitelezésében fontos szerepet játszhatnak a sikeres kaliforniai és svéd bevezetés után a jelenleg az Egyesült Királyságban tesztelt olyan újgenerációs készülékek, mint például az úgynevezett „okos mérőeszközök” (*smart meters*). Használatuk akár 10%-kal is csökkentheti az energiafogyasztást. Az EU-szintű minimum működési specifikációk ki-

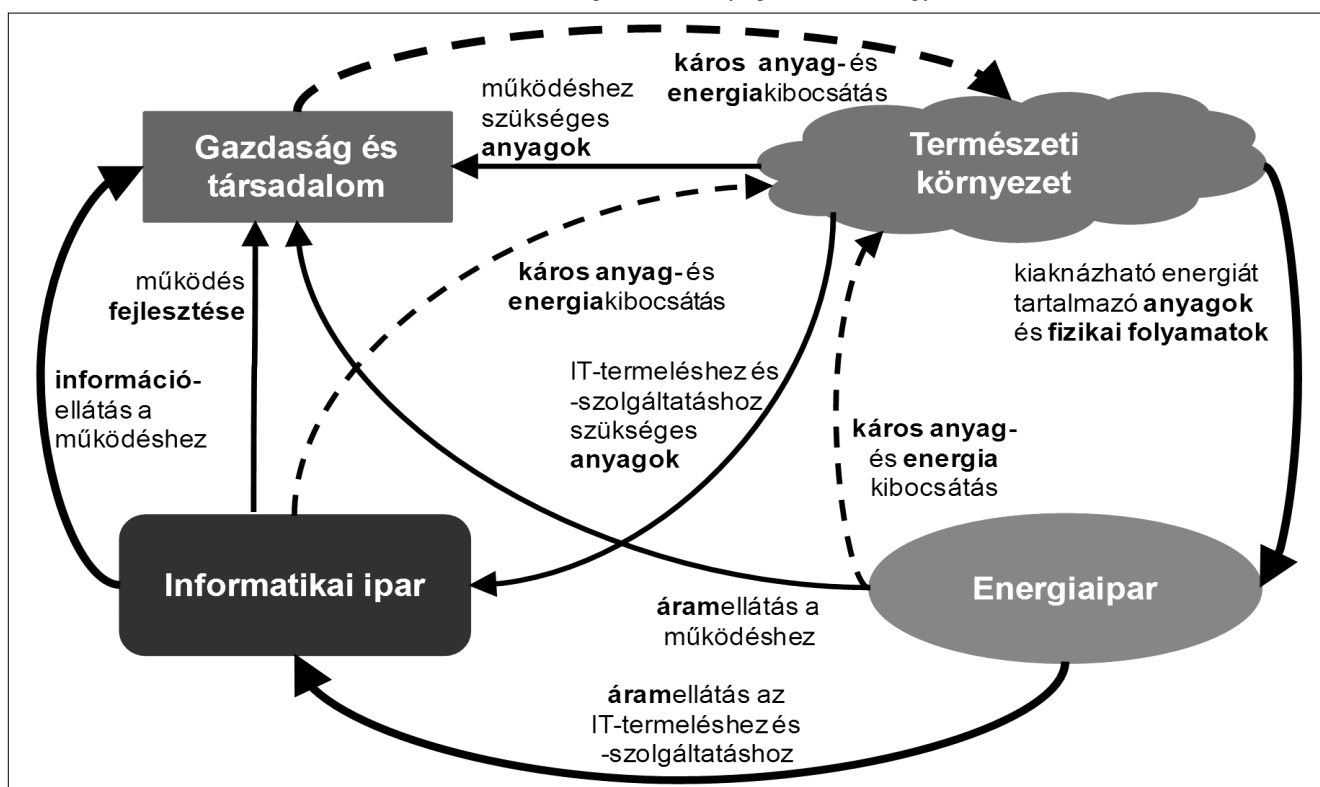
dolgozására váró, kis szerkezet egyedülálló: általános vélemény, hogy ilyen áttörés az energiafogyasztás optimalizálásában a hetvenes évek óta nem történt. Kommunikál a fogyasztóval, szolgáltatóval és más „okos” alkalmazásokkal, automatizálja a mérést, kideríti és jelzi az áramkimaradások helyét.

Kísérleti jelleggel több tízezer brit otthonban jól láthatóan jelzi a lakás energiafelhasználását és a járulékos költségeket. A lakosság körében végzett felmérések kimutatták, hogy a szerkentyű segít szokásaink megváltoztatásában is. A brit kormány hamarosan minden közép- és nagyvállalattól megköveteli majd alkalmazását és a háztartásokban is bevezetik, 2020-ig 47 millió ilyen „okos” mérőeszköz installálása várható. Ez jól mutatja az IT másik, természetes módon zöld jellegét, azaz mindenféle berendezésben optimalizálni tudja annak működését különböző célok irányában, többek között az energiafogyasztás érdekében is.

#### 1.5. Új szemlélet: az információ, mint erőforrás

A hatékonyság előtérbe kerülését egy mélyebb gondolat is alátámasztja. Ha az energiát és az anyagokat (például a vizet) természetes módon erőforrásnak tekintjük, akkor vajon nem kellene az információra (és annak feldolgozási képességére, azaz a számítási képességre) is úgy gondolni, mint erőforrásra? Különösen, ha az emberi társadalom és a gazdaság működését ma már alapvetően meghatározza az információ és az ahhoz való hozzáférés. Ebből a megvilágításból kicsit máshogy néz ki a világ: az energia, az anyag és az információ mindegyike erőforrás, amelyek kölcsönösen hatnak egymásra és átalakulnak egymásba (1. ábra).

1. ábra Az információ, az energia és az anyag kölcsönös egymásra hatásai



A természet a végső forrása minden olyan anyagnak és fizikai folyamatnak, amelyek segítségével a gazdaság és a társadalom működése biztosítható. Az energiaipar fő szerepe az, hogy átalakítsa ezeket olyan egységes formába (220/110 V feszültségű váltóáram), amely univerzálisan felhasználható és stabilan, kis veszteség mellett szállítható nagy távolságokra is. Ennek következtében az energiaipar az, amely a legközvetlenebbül biztosítja az informatikai rendszerek működésének feltételeit is.

A másik oldalról nézve az informatikai ipar úgy is tekinthető, mint ami „egyszerűen” átalakítja az energiát információvá. Az átalakítás különböző számítógépek vagy számítóközpontok (információgyárak) közreműködésével történik és ennek eredményeként ellátja a szükséges információval a gazdaság és társadalom szereplőit.

Mindeközben – mintegy „viszonzásképpen” – jelenleg az energia- és az informatikai ipar, nemkülönben a gazdaság és a társadalom egésze, a természetet jelentős mértékben károsító anyagokat és energiát bocsát ki olyan formában, ami akadályozza vagy lehetetlenné is teszi a természet erőforrásainak megújulását. Látni kell azonban azt is, hogy az informatikai ipar különleges helyzetben van. Ugyanis egyedül az a már-már felfoghatatlan mértékű információfeldolgozó és -létrehozó képesség az, amely a gazdaság és társadalom működését fejleszteni és optimalizálni tudja, és amelynek segítségével a természet erőforrásaival való ésszerű gazdálkodás egyáltalán lehetségessé válhat.

## 2. Az internet környezeti hatásai

### 2.1. A böngészés energiaigénye

Kitekintve az informatika tömeges használatára, figyelemre méltó és a problémakörhöz szorosan kapcsolódik Alex Wissner-Gross harvardi fizikus – a számítógépek energiafogyasztását és széndioxid-kibocsátást gerjesztő hatását tanulmányozó tudós – megállapításai a webkeresések környezeti következményeiről. Vizsgálódásának tárgya a web egészében végzett keresés, böngészés volt, amelyből az derült ki, hogy egy weblap meglátogatása másodpercenként átlagosan 20 mg széndioxid kibocsátással jár. A harvardi kutatás egybecseng a Gartner elemzésével: a globális IT-ipar ugyanannyi üvegházhatású gázt bocsát ki – a földkerekség széndioxid-kibocsátásának 2%-át –, mint a világ légközlekedése.

Mindezek mögött elsősorban azoknak a számítóközpontok, szerverfarmok működtetése áll, amelyek tulajdonképpen a gyors webkeresést lehetővé tevő technológiát valósítják meg és a leginkább energiaintenzív IT-tevékenységek közé tartoznak.

Brit kutatók szerint egy PC egyórás működtetése önmagában 40-80 gramm széndioxid kibocsátását eredményezi, míg az utóbbi évek egyik leghíresebb infokommunikációs témájú könyvét, a *The Big Switch*-et jegyző Nicholas Carr kiszámolta: egy avatár (az ember-gép kapcsolatot megszemélyesítő mesterséges, általában em-

berkinézetű informatikai objektum) éves működtetése a Second Life-ban 1752 kilowattórát fogyaszt el.

Habár a vizsgálattal szintén érintett Google szakemberei kimutatták, hogy egy Google-gyorskeresés kevesebb széndioxidot termel, mint amennyi energiát az emberi test tíz másodperc alatt elhasznál, ugyanakkor elismerik azt a tényt, hogy egy-egy keresésre adott válasz komoly energiafogyasztással járhat: nem mindegy, hol található meg a válasz, hány szerveren tárolják, milyen mélyre kell „leásni” érte stb.

### 2.2. A szemétkerülő energia

Ma már az online levélforgalom körülbelül 80%-a kéretlen reklám és átverési kísérlet, amelyek levélszemét (szpem) formájában terhelik az internetet. Csak 2008-ban több mint 60 millió szpemet küldtek – derül ki egy ismert IT-biztonsági alkalmazásokkal foglalkozó cég jelentéséből. Mindannyiunk napi tapasztalata, hogy ennek a legnagyobb kára az olvasására és törlésére feleslegesen fordított emberi idő és energia, azonban nem elhanyagolható az a hatás sem, hogy ezzel az internet hasznos sáv szélessége is csökken és kezelésükhöz szintén energia kell.

Jó hír, hogy a szpemeknél a továbbítás, tárolás és törlés energiaigénye tízedrésze sincs a hasznos üzenetekének, amelyek állítólag egyenként 4 gramm széndioxid kibocsátását eredményezik. A nagy számosság miatt mégis 33 milliárd kWh-ra becsülhető a szpemek miatti felesleges energiafogyasztás. Így a levélszemét által generált üvegházhatású gázok mennyisége 7,6 milliárd liternyi üzemanyag elégetésének felel meg.

A szpemeknél a potenciális címzettek e-mail címeinek gyűjtését, illetve a levelek szétküldését a tulajdonosuk tudta nélkül végzik a „zombi” számítógépek (fertőzött szerverek) hálózatai (botnetek), amely többletidőt és -energiát igényel. Ez azonban eltörpül ahhoz a mennyiséghez viszonyítva, ami a címzett gépén jelentkezik. Itt az energiaveszteség túlnyomó része (52%) maguknak a leveleknek az elolvasására és törlésére fordítódik, míg egy kisebb része (27%) a tévesen szemétként ítélt küldemények miatt szükséges többleterőforrás (visszavétel a szpemlistából, újraküldés stb.).

Az egyik lehetséges védekezés szpemszűrő programok használata mind az e-mail-szolgáltatónál, mind a felhasználó saját gépén. Paradox módon természetesen ezek a szoftverek szintén energiát fogyasztanak, szerencsére azonban lényegesen kevesebbet: a levélszemét okozta energiaveszteségnek csak a 16%-a tulajdonítható ennek. Ezek jelenleginél kiterjedtebb használatával a számítások szerint a levélszemét által okozott többletenergia-felhasználás akár 75%-kal is csökkenhetne.

### 2.3. A szélessávú szolgáltatások energiagondjai

Az internet és a szélessávú IT-alapú távközlés terjedése új termékek és szolgáltatások széles körét hozza létre. Az új, otthoni szolgáltatások közé tartozik az igény szerinti videózás, a web-alapú valós idejű játékhasználat, a közösségi hálózatok építése, a közvetlen elosztó

(peer-to-peer) hálózatok használata és a többi hasonló. Az üzleti oldalon ilyen új szolgáltatás lehet a videókonferencia, a kívülről történő folyamatosan garantált információellátás, a távmunka és különösen a távjelentésre épülő üzleti rendszerek. Ezekhez az új, nagy sáv szélességű szolgáltatások támogatásához az internet kapacitását könnyen beláthatóan jelentősen meg kell növelni. Ha viszont az internet kapacitása megnövekszik, az energiafogyasztás és ennek következtében az internet környezetterhelő „lábnyma” szintén növekedni fog.

Éppen ezt állapította meg egy Ausztráliában végzett kutatás is: az energiafogyasztásnak a szélessáv növekvő használatából eredő nagy hulláma tovább fogja lassítani az internetet. Az olyan értéknövelt szolgáltatások, mint az „igény szerinti videózás” további terheket rak az energiaellátó rendszerre és szűk keresztmetszetet hoz létre az energia terén. Az internet – világon elsőként elkészített – energiafogyasztási modelljében a Melbourne-i Egyetem kutatói ki tudták mutatni, hogy az internet energiafogyasztásának fő tényezője a szélessávú szolgáltatások használatának növekedése lesz az elkövetkező években.

Mára kezd világhosszá válni, hogy az internet exponenciális növekedése fenntarthatatlan. A kutatás eredményei azt mutatják, hogy az internet energiafogyasztása még az elektronikai megoldások energiahatékonyságának javulása esetén is a nemzeti áramfogyasztás a mai 0,5%-ról 2020 körül 1%-ra növekszik.

### 3. Zöldmezős számítóközpontok

Nem olyan régen a vállalatok még csak kevés figyelmet fordítottak a számítóközpontjaik energiafogyasztására. A szűkülő költségvetés és az emelkedő energiaárak

hatására azonban úgy tűnik, mintha már egy letűnt korszakba tartozna az ilyen hozzáállás. Ma az USA-ban a számítóközpontok a nemzeti összenergia 2%-át használják fel, ezért a pénzügyi vezetőkől az EPA-ig szinte mindenkit érdekel a számítóközpontok „lábnyma”, azaz gazdasági és környezeti hatása. Vannak számítóközpontok, amelyek mellett szinte eltörlődik egy futballpálya, és többbe kerül a felépítésük és energiaellátásuk, mint az általuk nyújtott IT-szolgáltatások.

Több különböző tényező is meghatározza a tömegigényeket kielégítő számítóközpontok igénybevételét, és így végső soron az energiafogyasztásukat. Ahogy a számítógépek egyre olcsóbbá és egyre nagyobb teljesítményűvé válnak, egyre több embernek van számítógépe – és egyre többet használják olyan feladatokra, amelyeket a számítóközpontok szolgáltatnak. Az IT-ipar hiperszámítástechnika<sup>7</sup> felé való fordulása szintén fontos tényező, mert az ilyen számítóközpontok egyre meghatározóbb szerepet töltenek be a „digitális életünk” szintje minden területén.

Jó hír, hogy a számítóközpontok esetében a jövőben nem kell választani a között, hogy vagy környezetbarát, vagy gazdaságossági szempontokat kövessenek. A költség és a fenntarthatóság egy és ugyanaz: a költségek csökkentése ugyanazt jelenti, mint „zöldnek” lenni.

#### 3.1. Átfogó, energiaközpontú optimalizálás

Várhatóan a már említett „információ, mint erőforrás” elv fogja vezérelni az újgenerációs számítóközpontok létesítését is.

Míg jelenleg tipikusan a szerverek a hét minden napján napi 24 órában teljes „gőzzel” működnek, sosem vesznek vissza a teljesítményükből, a jövőben ezzel szemben a számítási erőforrások terhelését rutinszerűen szabályozni fogják és automatikusan kiegyensúlyozottá fogják tenni.

2. ábra A Microsoft egyik korszerű számítóközpontja Quincy-ben (Washington)



<sup>7</sup> Eredeti elnevezésben (cloud computing) a „felhőkre” való utalás a fizikai (földi) dimenzióktól függetlenítő virtualizációt, és az ennek eredményeként létrejövő új teret („cloud”→ hipertér) jelenti, ahol az informatikai „dolgozók” vannak. A „hiperszámítástechnika” elnevezést az is indokolja, hogy az ilyen számítóközpontok a számítási, tárolási, átviteli és feldolgozási kapacitások rugalmasságának, teljesítményének és elérhetőségének a megszokott határait – korábban szinte elképzelhetetlennek tűnő mértékben – túllépi: a háttérben a szuperszámítógépeknél nagyobb teljesítményű hiperszámítóközpontokról (cloud computing centers) van szó.

Eddig a vállalatok egyszerűen az IT-berendezéseik költségének optimalizálására törekedtek. Most a számítóközpontok üzemeltetői és tervezői az energiafelhasználás minden egyes szakaszát és oldalát megvizsgálják: szinte „kipréselik” a hardverből a lehető legnagyobb hatékonyságot, és olyan menedzsmentsoftvert<sup>8</sup> használnak, amely optimalizálja a teljesítményt az egész létesítményben.

Az ilyen megközelítés eredményeként a korszerű, „zöld” számítóközpontok energiafogyasztása 30-50%-kal alacsonyabb lehet, mint a hagyományos központoké globális szinten. Ha ugyanis több százezer szervert kell felügyelni, elkerülhetetlenné válik, hogy hatékonyan működtessék őket. Ezért kiemelt fontosságú az energiafelhasználás hatékonyságának megfigyelése és nyomon követése az egész számítóközpontban, hogy pontosan tudni lehessen, mennyire jó a számítóközpontok felügyelete és hogy hol, mikor, milyen döntéseket kell hozni.

A gazdasági válság hatására megjelent, külső gazdasági nyomás a hatékonyság szempontjából épp időben jött. Éveken keresztül a számítóközpontok által fogyasztott energia évi 15%-kal nőtt. A Microsoft legújabb számítóközpontjainak mérete akár tíz futballpályát is meghaladhat (lásd 2. ábra), és ennek a területnek körülbelül a felét hűtőberendezések, generátorok és más szervereket támogató berendezések foglalják el. Egy ilyen számítóközpont közel 40 megawattot fogyaszt ellentétben egy átlagos ház 1-2 kilowattos fogyasztásával.

Tulajdonképpen ennek felismerése irányította rá az EPA figyelmét a számítóközpontokra. Az EPA által másfél évtizede elindított Energy Star program után, amely könnyebbé tette az energiahatékony termékek, tevékenységek és épületek felismerését – amelyet már az USA Energiaügyi Minisztériuma kezel –, az EPA ma a számítóközpontokra helyezi a hangsúlyt.

Az új irány hatására több cég is (pl. Microsoft) újr gondolta azt, ahogy a számítóközpontokban az IT-használat díját számítják. Korábban a központ használatának költségeit a szerverek által elfoglalt hely alapján alapították meg, ami kompaktabb szervertervezésre ösztönzött. Ma már azonban a szerverek által elfogyasztott energia alapján történik a díjszámítás, aminek hatására idővel jelentősen csökkent a szerverek energiaigénye.

Az egész számítóközpontban folyamatosan méri a rendelkezésre állást, a teljesítményt és az energiafelhasználás mutatóit, hogy a legoptimálisabb energia-teljesítmény arányt tudják beállítani. Egy ilyen létesítményben minden elem (táv)felügyelhető kell, hogy legyen, a beszállítói szolgáltatásoktól kezdve a szervereken át a hálózatig és a mindennapokban hatékony folyamatokon keresztül kell történnie az üzemeltetésnek. Az IT-szolgáltatások megtervezésénél a hatékonyság érdekében a számítóközpont által biztosított innovatív technológiákat, – mint például a virtualizációt – intenzíven alkalmazni kell.

A fókusz ilyen módon a számítóközpontok hatékonyságának optimalizálásán van az energia- és hűtési rendszerekbe történő befektetésen, a szervertervezés optimalizálásán és a napi energiafelhasználás felügyeletén keresztül. Ebbe olyan megoldások is beletartoznak, mint a külső levegő felhasználása a szerverhűtésre, és együttműködés a szervergyártókkal az üzemi hőmérséklet kiterjesztésén, mivel ez rendkívüli hatékonyságnövekedést eredményezhet a hűtőberendezések kisebb teljesítménye miatt.

### 3.2. Egyéb energiatakarékosági lehetőségek

A számítóközpontok üzemeltetésére vonatkozó leg- részletesebb elemzéseket a Lawrence Berkeley Laboratórium Környezeti és Energiatechnológiai Divíziójában<sup>9</sup> végzik. Egy néhány évvel ezelőtti elemzésükben arra a következtetésre jutottak, hogy a forró és hideg légáramlatok elkülönítése azonnali javulást eredményez a nagy sűrűségben telepített lapszerverek (blade server-ek) esetében.

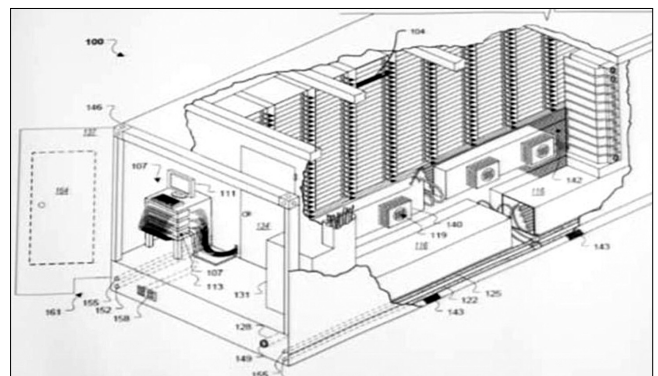
Az elkülönítés lehet, hogy csak annyiból áll, hogy arrébb tolják a számítóközpont hűtőrendszere előtt hagyott mobil diagnosztikai egységet, de persze fel lehet kérni az IBM vagy a HP szakértő tanácsadóit is, hogy készítsék el a számítóközpont komplex légáramlásdinamikai elemzését az energiapazarlás kiküszöbölésére. Harmadik alternatívaként használható az APC zárt, melegfolyosó-rendszere (Hot Aisle Containment), amely – az elemzés szerint javasoltakkal összhangban – elkülöníti a hideg és meleg légáramlatokat, ezzel növelve a teljesítményt. De vannak más lehetőségek is, például:

- 1) a hűtőkapacitás pontos illesztése a hűtött IT-berendezés hőtermeléséhez,
- 2) a páratartalom finom szabályozása,
- 3) a AC/DC konvertálás mértékének csökkentése vagy a konvertálási folyamat egyes lépéseiben a hatékonyság növelése.

### 3.3. A Google esete az energiatakarékosággal

Tanulságos áttekinteni, hogy a Google milyen *egyedi energiahatékonysági megoldásokkal* tette világsikeré webes szolgáltatásait.

3. ábra Egy Google-konténer belülről

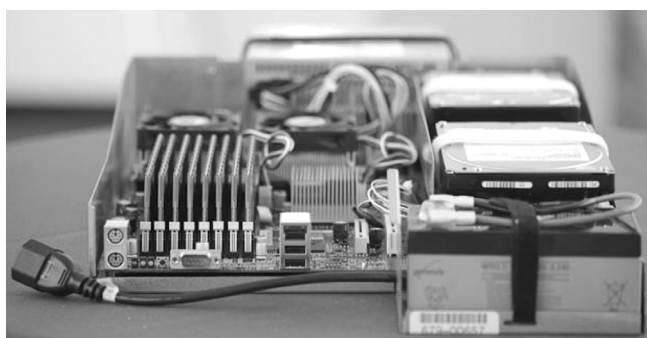


<sup>8</sup> Ilyen eszköz lehet a Microsoft Windows Azure létesítménymenedzsment eszköze, amelyet egyesek a számítóközpontok operációs rendszerének neveznek, de a többi nagy gyártó fejlesztései is ebbe az irányba mutatnak.

<sup>9</sup> Environmental Energy Technology Division – EETD (<http://eetd.lbl.gov>)

Igazi úttörőhöz méltóan nem a nagy gyártók (HP, Dell, IBM, Sun) márkás és drága gépeit használta fel, hanem olcsó tömegtermékekből építette fel számítóközpontjait. 2005 óta minden egyes számítóközpontja szabványos 1AAA-típusú, szállító konténerekből áll. Minden konténerben 1160 szerver dolgozik, amelyek közös fogyasztása 250 kilowatt (3. ábra).

A szerverek a Google által egyedileg fejlesztettek és ma már a hetedik generációnál tartanak. A gépekben egyenként két processzor (hagyományos x86-os rendszerű, Intel- és AMD-gyártású) dolgozik a Gigabyte cég által gyártott alaplapokon és két merevlemez szolgálja ki mindegyiket. Az alaplapoknak mind a nyolc memóriacsatlakozója tele van memóriamodulokkal (4. ábra).



4. ábra  
A Google egyedi tervezésű, szabványosított szervere

A gépek folyamatos energiaellátását nem egy darab központi szünetmentes tápegység<sup>10</sup> (UPS) biztosítja, hanem a saját tápegységek mellett vészhelyzet esetére minden szerverbe külön 12 voltos akkumulátor van beszerelve. Ez a megoldás 3-4 százalékot csökkent a fogyasztáson, ami százezres nagyságrendű gép üzemeltetésénél már érezhető a villanyszámlán is. Ez a megoldás egyedülálló a világon, amelyet 2005 óta sikerült titokban tartani. Míg a nagy UPS-ekkel 92-95%-os hatékonyságot lehet elérni, azaz nagy mennyiségű energia veszik el, addig a Google-szerverekbe szerelt akkumulátorokkal 99,9%-ot is el tudtak érni.

A tömegtermékek alkalmazása is az ár miatt éri meg. Ugyanezt a számítási kapacitást márkás szuperszámítógépekből összerakni nagyságrendekkel drágább lenne. Ráadásul a keresés tipikusan olyan feladat, hogy az apróbb hibákat a felhasználó észre sem veszi, mert a hiba esetén könnyen át tudja venni a feladatot egy másik szerverre, és ő csak esetleg annyit érzékel, hogy a találatokat a szokásosnál hosszabb idő alatt adja ki a rendszer. Amit a megbízhatóságon veszítenek, azt elenyésztik, hogy nincs gond az esetleg meghibásodott alkatrészek javításával, hiszen bármikor olcsón rendelkezésre áll tartalék mindenből. Erre szükség is van, hiszen a Google-szerverek brutális terhelés alatt dolgoznak éjjel-nappal, megszakítás nélkül.

A Google tervezési döntéseit széles körű költséglemzésre alapozta, amely kiterjedt a szoftvertől kezdve a hardveren az egész létesítményre. Például az energiahatékonyság javítása kiterjedt a szerverek tápellátására (AC/DC konverter) is. Általában a tápegységek 5 és 12 voltos egyenáramot tudnak biztosítani. A Google tápegységei ezzel szemben egyszerűbbek, csak 12 volt-ra konvertálnak úgy, hogy a konvertálás valójában az alaplapon történik. Ezzel persze nagyon keveset lehet csak megspórolni, de sok kicsi sokra megy – százezres nagyságrendben már számít.

Nem csoda hát, hogy a Google számítóközpontjainak PUE értéke<sup>11</sup> a legalacsonyabbak egyike a világon, és egyre lejjebb szorítják. 2008 III. negyedévében még 1,21-es értéket tudtak felmutatni (vagyis a gépek fogyasztásának 21 százaléka volt szükséges még többletenergiaként a számítóközpont üzemeltetéséhez), 2009 I. negyedévében viszont már 1,19-nél tartottak. Kedvező időjárás mellett, vagyis amikor nem kell csúcsra járatni a légkondicionálást, már a 1,12-es határfokot is elérték.

### 3.4. A Sun leghatékonyabb számítóközpontja

A Sun 2009 elején mutatta be partnereinek és ügyfeleinek a *legújabb, legzöldebb* és egyben a *leghatékonyabb* adatközpontját, mely Colorado-ban épült a Sun Broomfield-beli létesítményében.

Kombinálva a legújabb tervezési megközelítéseket élenjáró iparági innovációs megoldásokkal a Sun itt olyan moduláris felépítést valósított meg, amely nagy mértékben skálázható és kellően rugalmas, ezáltal gyorsabb reakciót biztosít a változó üzleti igények követéséhez és alapját képezi a költséghatékony működésnek. Az elért eredmények és célkitűzések:

- **Helykihasználtság:**  
66%-al kevesebb helyigény a Sun legújabb architektúrájának (POD) köszönhetően.
- **Skálázható energiaelosztás:**  
7MW-os kapacitásról indulva egészen 10MW-ig komolyabb változtatás nélkül.
- **Éljenjáró hűtési megoldás:**  
A számítóközpont jelenleg a világ legnagyobb installációja az Emerson-Liebert XD hűtési rendszernek, mely képes dinamikusan kezelni a hűtést akár „rack” szinten, 30kW-os terheléssel is úgy, hogy átlagosan 20%-kal hatékonyabb, mint az átlagos hűtési rendszerek.
- **Energiafelhasználás:**  
A konszolidáció eredményeképpen havi szinten 1 millió kWh árammegtakarításra számítanak.
- **Környezetkímélés:**  
11.000 tonna éves CO<sub>2</sub>-megtakarítás, amely lehetővé teszi, hogy a cég széndioxid-kibocsátási indexét („szénlábnym”) 6%-kal csökkentse az USA-ban.

<sup>10</sup> Uninterruptable Power Supply: lényegében egy óriási akkumulátor, amely akkor kapcsol be, amikor az áramellátás kimarad és mindaddig áramot szolgáltat, amíg az áramgenerátorok beindulnak.

<sup>11</sup> A Green Grid által kidolgozott mérőszám az energiafogyasztás hatásfokának mérésére (Power Usage Effectiveness): ez azt mutatja meg, hogy a szerverek fogyasztásának hányszorosa a teljes központ világitással, légkondicionálással és hasonlókkal együtt számolt teljes energiaigénye, így emiatt ez egy 1-nél nagyobb szám.

A PUE-értéket illetően pontos mérési adatok erre a számítóközpontokra még nem állnak rendelkezésre, de a korábban (2007) létrehozott Santa Clara-i számítóközpont már 1,28-as PUE-értéket ért el. Ez a szám még egy kicsit rosszabb a Google által elért PUE-értéknél (1,19), de ebben a legújabb számítóközpontban nagy valószínűséggel már ezt is elérik majd. Annál is inkább, mert a cég 2008-ra érte el az első 20%-nyi csökkentést az áramfogyasztásban 2002 óta és a Broomfield-i számítóközponttal egy nagy lépést terveznek megtenni: újabb 20%-os csökkenést szeretnének megvalósítani.

### 3.5. A jövő számítóközpontjai

A jövőt tekintve ma már nemcsak a Google és a Sun Microsystems, de több más cég is (pl. Rackable Systems, Microsoft) moduláris felépítésű számítóközpontokban gondolkodik. Manapság ugyanis körülbelül másfél évet igényel egy számítóközpont infrastruktúrájának kiépítése mielőtt egyetlen szerver is elhelyezésre kerülhetne benne.

A jövőben a számítóközpontok olyan modulokból állíthatók majd össze – és így könnyen átméretezhetőek lesznek, – amelyeket „épp időben” le lehet gyártani, aztán konténerbe tenni és teherautóval a kívánt helyre szállítani, bárhol is van szükség rájuk. Ez a „könnyű csatlakoztatás – azonnali használat” elvre épülő megközelítés lehetővé teszi, hogy a fizikai infrastruktúra is az üzleti igények szerint dinamikusan változhasson, valamint segít csökkenteni a kezdeti tőkebefektetési igényt, a működtetési költségeket és az energiafelhasználást. Ezen a módon sok tekintetben jobban meg lehet felelni a hiperszámítástechnika méretezhetőségi követelményeinek is. Ahogy pedig a gazdasági feltételek nehezebbé válnak, várható, hogy a vállalatok számítástechnikai infrastrukturális igényei egyre inkább lefedhetők lesznek a hipertér kínálatával.

A Sun moduláris számítóközpontja speciális vízhűtési technológiája révén a hagyományos megoldásokhoz képest negyedakkora helyen, 40%-kal kevesebb hűtési költséggel teszi lehetővé számítóközpont kialakítását.

A számítóközpontoknál azonban nemcsak a *mit* (modularitás), hanem a *hova* is fontos kérdés, így az *elhelyezés terén is lehetnek innovatív környezetkímélő megoldások*. A Marriott International hotellánc-üzemeltető vállalat például egy elhagyott, pennsylvania-i bányáként építi ki, mélyen a föld alatt az új számítóközpontját. A föld alatt az állandó, alacsonyabb hőmérséklet jóval kisebb terhet jelent a hűtőrendszerre, mintha a felszínen, jelentős hőmérséklet változások közepette kellene működnie.

Összehasonlításképpen a magyar Interware szerverhoteljei (5. ábra) összesen mintegy 1000 négyzetméteren 4000 szervert működtetnek. Az ehhez szükséges energiamennyiség egy kisebb magyar település áramfogyasztásának felel meg.

Összefoglalóan tehát megállapítható, hogy a számítóközpontok adják ma is és a jövőben is a világ digitális „szívét” és határozzák meg a gazdasági, társadalmi fo-



5. ábra

Az Interware egyik ADSL-szolgáltató szerverkonténer a SZTAKI parkolójában

lyamatok ütemét, de az új, élenjáró technológiákkal a fejlődésük várhatóan azt is biztosítani fogja, hogy a lábnyomuk zöldebb, azaz hatásuk a fizikai világban a mai-nál sokkal inkább elviselhető és fenntartható legyen.

## 4. Zöldre festett vállalati infrastruktúrák

Az energiahatékonyság és környezettudatosság szempontjából a vállalati informatika két szinten áll alapvető változások előtt. Egyrészt a vállalati IT-infrastruktúra (hardver, alapszoftver, köztes szoftver, menedzsmenteszközök, hűtés, energiaellátás) korszerűsítése terén, másrészt olyan távjelenlétre épülő, üzleti folyamatokat támogató megoldások terén, amelyek csökkentik a vállalat teljes környezeti hatását az informatika segítségével. Az infrastruktúra korszerűsítésében élenjáró szerepet tölt be a virtualizáció, amelynek segítségével – 10-20% teljesítmény rovására – elválasztható a hardver és a szoftver egymástól.

### 4.1. Vállalati számítóközpontok korszerűsítése

A hiperszámítástechnika viharos terjedése ellenére a vállalati számítóközpontok nem szűnnek meg – csak átalakulnak. A kialakuló modellben egyaránt szerepe van a belső informatikai szervezeteknek és a külső (egyre inkább közműszerűen működő) informatikai szolgáltatóknak. A belső és külső IT-szolgáltatók ugyanazokat a korszerű technológiai megoldásokat fogják használni az energiahatékonyság melletti nagy teljesítmény, magas kihasználtság és a rugalmasság elérésére, mint a nagy közműszerűen szolgáltató IT-cégek (IBM, Google, Microsoft, Sun, Amazon, HP stb.)

Jó példa erre a HP BladeSystem Matrix nevű, kereskedelmi forgalomban kapható megoldása („előkonfigurált virtuális gépek egy kattintásra”), amely lényegében vállalati szintű hiperszámítóközpont („privát felhő”) létrehozását teszi lehetővé. A hagyományos kialakításhoz képest a kísérletek és számítások szerint a bevezetés költségei akár 40%-kal, az energiafogyasztással és hűtéssel kapcsolatos költségek 92%-kal, a birtoklás összköltsége (TCO) pedig 78%-kal alacsonyabbak lehetnek.

További példaként említhető a Nagy Kék (IBM) által 2007 májusában elindított Nagy Zöld projekt (Project Big Green) 1 milliárd dolláros kezdeményezése a cég és ügyfelei által felhasznált energia radikális csökkentésére. Ennek keretében új, energiahatékony termékek és szolgáltatások létrehozása mellett a fő cél egy ötlépéses megközelítés kialakítása a számítóközpontok energiahatékonyságának növelése érdekében. A technológiai infrastruktúrák ilyen módon történő átalakításával a cég ügyfelei 42%-os megtakarítást tudnak elérni. 2008-ban a projektet kiterjesztették az alapszoftverekre is, amely így lehetőséget ad az energiahatékonytáknak a szűkebb értelemben vett számítóközpontokon túli javítására is<sup>12</sup>.

Tanulságos példa a KIKA Csoporté is, amelyik Európában és a Közel-Keleten az üzleti tevékenységének kiterjesztését tervezte, de féltő volt, hogy elavult számítóközpontjai nem tudják a megcélzott növekedést támogatni. Olyan új számítóközpont létesítését vették ezért tervbe, hogy az egyúttal nagyobb energiahatékonytágot és kisebb környezetterhelést (ökológiai lábnyomot) is biztosítani tudjon. Az újonnan létesített számítóközpont teljesítette a cég üzleti célkitűzéseit mind az energiafogyasztás csökkentése (40%), mind a teljesítmény növelése tekintetében – javuló biztonsággal és rendelkezésre állással, valamint alacsonyabb birtoklási összköltséggel.

#### 4.2. Hagyományos számítóközpont továbbfejlesztése

Egy átlagos számítóközpont PUE-értéke ma könnyen meghaladhatja a 2,5-ös értéket is, ami azt jelenti, hogy az energiafelhasználás alig 40%-a megy számítási kapacitásokra, a nagyobbik része pedig az IT rendszerek környezetét támogató eszközök működtetésére fordítódik. Hagyományos számítóközpontoknál a legjobb PUE-érték, amit el lehet érni a 2,0, az ennél kisebb értékhez már teljes koncepcióváltásra van szükség, mint ahogy az például a Sun már említett Broomfield-i számítóközpontjánál, vagy a Google számítóközpontjaiban történt.

A két érték között van némi tér és emiatt nem kell feltétlenül a teljes számítóközpontot új alapokra építeni, hogy előre lehessen menni a „zöld folyosón”. A hagyományos szervereket lehet fokozatosan lappiszerverekkel (blade server) kiváltani, amelyek önmagukban 30%-kal csökkenthetik az adott szerver energiafogyasztását. Míg a speciális (pl. HP) fogyasztásszabályozó és áramellátó technológiákkal további 15-20% takarítható meg szerverenként. Figyelemre méltó ebből a szempontból az iparág legalacsonyabb fogyasztású, nagy teljesítményű, 8-magos szerverprocesszora is (Sun Niagara).

Újabb lehetőség jelent, hogy különböző, például védelmi funkciókat egy eszközbe integrálnak: az úgynevezett UTM-eszközök (Unified Threat Management) 2004 óta átfogó védelmet tudnak biztosítani a vírus- és behatolásvédelem, a tűzfal, a szpem- és URL-szűrés, a kémprogramok felderítése és VPN-kezelés egy eszközben

történő összeépítésével. Ez közvetlenül lefordítható kisebb helyigényre, kevesebb hőtermelésre és csökkenő energiafelhasználásra.

#### 4.3. Virtualizáció

Ha egy dolgot kellene megnevezni, hogy minek van a legnagyobb hatása az IT-infrastruktúra fejlődésében, akkor feltétlenül a virtualizációt lehetne megjelölni. A költségek – és nem utolsósorban az energiaköltségek – csökkentése, a kapacitások jobb kihasználása és a rendszerek könnyebb kezelhetősége céljából is egyre fontosabbá válik a meglévő architektúrák virtualizációs megoldásokkal történő kiegészítése. A virtualizáció segítségével ugyanis nemcsak, hogy – némi túlzással – „egy kattintással hozható létre új szerver”, de a tapasztalatok szerint akár egy nagyságrenddel is javítani lehet a szerverek kihasználtságát és csökkenteni lehet például a szükséges fizikai szerverek számát.

De mi is a virtualizáció? Virtualizáción az informatikai erőforrások (processzor, memória, diszk, szerver, operációs rendszer, hálózat, platform, alkalmazás stb.) áttételésebb, tulajdonképpen *absztraktabb használatára és kezelésére* lehetőséget nyújtó technológiákat értik. Arról van szó, hogy a fizikailag létező dolgokat és működésüket más módon, más platformon logikailag valósítják meg – számítógépek memóriájában futó, erre a célra szolgáló szoftverek (pl. hipervízorok) formájában. A virtualizáció jelenthet *aggregációt*, azaz például sok szerver kapacitásának egy virtuális szerverbe való szervezését, de jelenthet *particionálást*, azaz egy számítógépen több, akár különböző számítógép logikai működtetését (emulálását). Mindezzel csökkenthető a fizikai szerverek száma, azaz a szükséges összkapacitás, és így a beszerzés, a karbantartás és a működtetés költsége. De növelhető a megbízhatóság is anélkül, hogy újabb tartalékgépeket kellene beszerezni és készenlétben tartani, mert rendszerleállás esetén a kapacitások dinamikus (és nagy mértékben automatizálható) átcsoportosításával a pótkapacitások a szükséges mértékben és a szükséges célra biztosíthatók.

Mivel az üzleti alkalmazásokat futtató szerverek szokásos kihasználtsága 10-20% körülire tehető, a virtualizáció rendkívül hatásos eszköz a fizikai infrastruktúra kapacitásainak optimalizálására és ezen keresztül a felesleges energiafogyasztás minimalizálására. Manapság ezért a virtualizációval szinte minden vállalat IT-szervezete foglalkozik valamilyen mértékben, de fontos tudni, hogy az említett, tömeges információszolgáltatást biztosító, korszerű számítóközpontok lényegében mind a virtualizáció valamilyen formájára épülnek.

#### 4.4. Hűtés, mint fő probléma

A hagyományos infrastruktúrák fokozatos továbbfejlesztése elé a legnagyobb akadályt a szerverek meg-növekedő teljesítménysűrűsége helyezi, amelyet ugyan csökkent az adott számítási teljesítményre eső energia-

<sup>12</sup> Egy ilyen lehetőség a szolgáltatás-orientált szoftverarchitektúra (SOA) kiépítése, amely az újrafelhasználás magasabb szintjével csökkenti az igényt különálló, alkalmazásspecifikus erőforrásokra és az egyes funkciók által igényelt energiafogyasztást megosztja (optimalizálja) a különböző alkalmazások között.

felvétel, de ezt el is viszi az egy-egy szekrénybe beépíthető megnövekedett szerverteljesítmény<sup>13</sup>, valamint a virtualizációval jelentősen javuló kihasználtság és a dinamikus terhelésszabályozás lehetősége.

Virtualizált környezetben ugyanis az esetleges gyorsan változó üzleti terheléstől függően nőhet vagy csökkenhet a hűtési igény. Ezt a dinamikus változást a hűtési teljesítményben csak intelligens vezérléssel rendelkező, úgynevezett *adaptív hűtési rendszerek* tudják biztosítani. A hűtés maximális igénybevételre való méretezése – a virtualizáció és korszerű szerverek használata ellenére is – növelné az energiafogyasztást, ráadásul sok évre előre kellene meghatározni ezt a maximumot.

A hagyományos teremhűtési megoldások (pl. álpadlós hűtés) ezért rossz hatásfokkal és max. 7 kW-ig tudják növelni az elérhető teljesítménysűrűséget. Az adaptív hűtési megoldás viszont nagy teljesítménysűrűségű alkalmazásokat is ki tud szolgálni – méghozzá akár felére csökkenő energiafogyasztás mellett.

#### 4.5. Távjelenlétre épülő munkakörnyezet

Felfogható a személyek „virtualizálásaként” is, de valójában teljesen külön kategóriát képez a távjelenlét különböző változatainak alkalmazása a vállalatokon belül. A távmunkával és még előtte a tele- majd videokonferenciával kezdődött minden. Nemzetközi projektcsapatoknál a telekonferencia, illetőleg a több telephelyes – elsősorban multinacionális – cégeknél a videokonferencia lehetőségeit régóta kihasználják, ezzel jelentős utazási költségektől és természetesen energiapazarlástól mentesülnek. Mindkét esetben viszonylag egyszerű, szabványos kommunikációs eszközökre van szükség és gyors, de nem túlságosan nagy sáv szélességet biztosító hálózati kapcsolatra.

A távmunka először nagyobb volumenben az ügyfélszolgálati munkakörökben terjedt el egyrészt a rész-munkaidős és alacsony költségű munkavállalók kihasználása érdekében, másrészt ismét csak a vállalat utazási-áramellátási költségeinek racionalizálása jegyében. Ez a foglalkoztatási forma három tényező miatt kerül egyre inkább előtérbe: a gépkocsik által okozott környezetterhelés<sup>14</sup>, a növekvő üzemanyagárak és a szélessávú internetelérés.

Vannak olyan vállalatok, amelyek külön úgy tervezik az irodák építését vagy bérletét, hogy minél optimálisabban tudják a dolgozói megközelíteni a cég irodáit. Itthon a BT még csak tervezi a távmunka bevezetésére épülő foglalkoztatási rendszerét, de várakozásaik szerint a környezetbarát jellege mellett jelentős vonzerő is lesz majd a magyar munkavállalók számára.

A Természetvédelmi Világalap (World Wide Fund for Nature, WWF) becslése szerint több mint 22 millió tonna széndioxid kibocsátását lehetne megelőzni, ha csupán az európai munkavállalók 10%-a jóval többet dolgozna

otthonról. Ugyanez az elemzés mutatta ki, hogy ha a dolgozók fele évente akárcsak egyszer is tele- vagy videókonferenciával váltaná ki a megbeszélést, akkor ez 2,1 millió tonnányi széndioxidtól mentesítené a környezetet. Konkrét tény viszont, hogy a Cisco TelePresence videokonferencia-eszközét a cég minden irodájában használják és ezzel 20%-kal tudták csökkenteni az üzleti utak számát.

Új fejezetet jelenthet a *virtuális munkakörnyezetek* megjelenése, amely (a Second Life-hoz hasonló) virtuálisvilág-technikákkal nemcsak előre egyeztetett, illetőleg kétoldalú munkakapcsolatokat tudnak támogatni, hanem a dolgozók sokoldalú, ad hoc és üzleti folyamatok által vezérelt, komplex együttműködésében is ki tudják küszöbölni a földrajzi távolságot, mint akadályozó tényezőt. Ezt megvalósító kísérleti környezetet gyakorlatilag már minden nagy IT-szolgáltató létrehozott, vagy tervehette azt (pl. IBM, Sun, Cisco). A nagy kérdés azonban még továbbra is fennáll, hogy vajon az így elérhető termelékenységjavulás és a további megtakarítás az utazási költségekben ellensúlyozza-e az ilyen megoldásokhoz elengedhetetlen szélessávú hálózati kapcsolat megnövekedő szolgáltatási költségeit és energiafogyasztását. A WWF már említett elemzése szerint mindenestre 22,4 millió tonnával csökkenhetne a széndioxid-kibocsátás, ha Európában az üzleti utak 20%-át virtuális találkozással váltanák fel.

A jelenlegi korlátoktól és a jövő bizonytalanságaitól függetlenül azonban könnyű megjósolni, hogy a távjelenlét egyre nagyobb mértékben épül be a vállalatok mindennapi tevékenységébe és fog hozzájárulni a fenn tartható teljesítménynöveléshez.

## 5. Zöld utak a végeken is

### 5.1. Személyi eszközök energiaellátása

Az átlagos asztali számítógépek 70-75%-os energiahatékonyságot tudnak felmutatni. A „80PLUS” tanúsítvány éppen arra ad ösztönzést, hogy a gyártók törekedjenek 80% feletti hatékonyságra és ezzel a szó legjobb értelmében meg tudják magukat különböztetni a piacon. Bizonyosan ezek közé tartozik a Sun SunRay ultravékony kliensgépe, amely max. 4 Wattot fogyaszt, azaz mintegy huszadát az átlagos asztali gépek energiafelvételének.

A kisebb, de egyre „okosabb” eszközöknél (például egér, billentyűzet) még használhatók szárazelemek. A cél persze az, hogy mindenütt újratölthető akkumulátorokat alkalmazzanak, de egyes gyártók (pl. Logitech) már ügyelnek arra is, hogy hardveres vagy szoftveres technológiákkal maximalizálják az elemek és akkumulátorok energiafelhasználását.

A személyes eszközök számának robbanásszerű növekedésével együtt egyre több akkumulátortöltőt<sup>15</sup> is hasz-

<sup>13</sup> Jelenleg ez 15-20 kW szekrényenként, míg tíz évvel ezelőtt csak 2-3 kW volt a jellemző.

<sup>14</sup> Jó hír lehet az alkalmazottak számára, hogy egyes becslések szerint dolgozónként hetente egy otthoni munkával töltött nap 20 százalékkal csökkentené az utazásból keletkező környezetterhelést.

<sup>15</sup> Sajnos, úgy tűnik a hardvergyártók egyelőre nem törekednek arra, hogy az akkumulátorok és töltők szabványosak és egymással kompatibilisek legyenek. Gyakran még egy-egy gyártó esetében is több különböző, inkompatibilis fajtával kell bajlódniuk a fogyasztóknak.



nálunk és kényelmi szempontok miatt gyakran hagyjuk ezeket az áramhálózatban. Évente akár több mint száz-ezer otthon energiaellátása lenne biztosítható azzal, hogy a tulajdonosok kihúznák onnan ezeket az eszközöket. A mobiltelefonok esetében a Nokia célul tűzte ki, hogy 2010-ig 50%-kal csökkentse a konnektorban felejtett töltők energiafogyasztását. Az Ericsson ezzel szemben radikálisan más megoldáson dolgozik: a napenergiával működő mobiltöltő megalkotásán.

## 5.2. Nyomtatás

A „papírmentes iroda” több évtizedes álma még mindig messze van a megvalósulástól és hiába tört meg látványosan a papírnak mint egyértelműen uralkodó, információhordozó médiumnak a szerepe, egyre több papírt termelünk IT-eszközeinkkel. A kétoldalas nyomtatás általános használatával elméletileg rögtön 50%-kal csökkenthető lenne a papírfelhasználás. Ezért kritikus feltétel, hogy – úgy mint a HP-nél – minden nyomtató képes legyen erre és könnyen beállítható legyen ez a nyomtatási lehetőség.

## 5.3. Az operációs rendszer lehetőségei

A végberendezésekben az energiahatékonyság érdekében az egyik legígéretesebb „zöldítési” lehetőség az, hogy az operációs rendszer közvetlenül kontrollálja a hardver energiafogyasztását és ezzel lehetővé teszi a berendezés inaktív elemeinek automatikus kikapcsolását, hibernálását. Sok ilyen számítógép van már forgalomban, de hogy ez ne csak ad hoc módon – azaz a különböző operációs rendszereknél különféleképpen és szinten – történjen, például az Advanced Configuration and Power Interface (ACPI) ipari szabvány használatával elérhető.

A Microsoftot sokan támadják nem túl energiatakarékos Windows operációs rendszerei miatt. A gyártó állítása szerint javult a helyzet a Vistánál, amit sokan vitatnak, de még ha igaz is az állítás, a Vista alacsony elterjedtsége miatt ez nem tud érvényesülni. Így marad az ebből a szempontból sokkal jobb, de kevésbé elterjedt Linux, vagy a remény egy újabb, használhatóbb és hatékonyabb Windows-ra...

## 5.4. Processzorok hatékonyságjavítása

Egy másik lehetőség természetesen magukban a processzorokban az energiahatékonyság javítása, amely viszont alapvetően az alkalmazott gyártástechnológia függvénye. Különösen fontos ez a grafikus processzorok (GPU) esetében, amelyek hagyományosan a számítógép legtöbb energiát fogyasztó részei.

A többmagos processzorok használata eleve javítja a felvett kilowattónkénti kimenő teljesítményt. Ezen felül az olyan nagy gyártóknál, mint az Intel és az AMD is folyamatosan napirenden van, hogy az új (többmagos) processzorok jelentős teljesítményjavulás mellett is kevesebb energiát fogyasszanak, így a tipikus alkalmazá-

sok egyre gyorsabb és kisebb energiafelvétel melletti működésre képesek.

További újabb fejlemény, hogy hat vállalat (Chartered Semiconductor Manufacturing, Global Foundries, Infineon Technologies, Samsung Electronics, STMicroelectronics és az IBM) 2009 elején egyesítette erőforrásait, hogy kidolgozzák a 28 nanométeres gyártástechnológia alapjait, amelytől 40%-kal kisebb energiafogyasztás és 20%-kal nagyobb teljesítmény várható a jelenlegi 45 nanométeres technológiához képest. Ha elkészülnek, a 28 nanométeres processzorok nagyobb akkumulátoros üzemidőt és nagyobb teljesítmény biztosítanak majd a 32 nanométeresekhez képest is – igaz, még ez utóbbiak sem kerültek tömeggyártásba<sup>16</sup>.

A több magon kívül a processzorokban egyre inkább használnak olyan élenjáró technológiákat, amelyek az energiafelhasználást csökkentik, például „okos” memóriaelérést, igény szerinti átkapcsolást, tápkikapcsolást, gyorsító lépéseket. Mindezekkel az úgynevezett készenléti fogyasztást igyekeznek csökkenteni, azaz ha egy processzorelemnek nincs feladat, akkor akár a másodperc ezredrészére is, de kikapcsolják.

Az energiafelhasználáson túl figyelni kell a károsanyagok beépítésére és felhasználására is, amelyek előbb vagy utóbb környezeti terhelésként is megjelennek a gyártás, a használat vagy a selejtezés során. Az Intel például már megszüntette a különböző halogének és származékaik, valamint az ólom felhasználását a termékeiben.

## 5.5. Az elektronikus hulladék kezelése

Sok IT-cég ma már nagy figyelmet fordít az IT-termékek megfelelő kezelésére és az újrahasznosításra az életciklusuk végén. Az IBM például az elmúlt négy év alatt az úgynevezett Global Asset Recovery kezdeményezésének keretében 4,6 millió számítógépet gyűjtött össze és hasznosított újra – miközben a feldolgozott hulladéktermékekből csak kevesebb, mint 1%-ot kellett személerakókban elhelyezni. A HP 1 milliárd kilogrammnyi elektronikai hulladékot tervez újrahasznosítani 2010-ig. 2007-ben azonban ebből még csak 2,5 millió darab hardvereszközt (22,6 millió kg) gyűjtött össze feldolgozásra vagy ajándékozásra.

Fontos természetesen, hogy már a gyártás során olyan anyagokat használjanak, amelyeket egyszerűen, kevés energia felhasználásával lehet lebontani. A Nokia-nál például a beszállítóktól teljes körű igazolást követelnek meg az általuk használt alapanyagokról és maguk is aktívan kutatnak kevesebb környezeti terhelést okozó anyagok után (2006 óta nem használnak PVC-t). Egyébként pedig több mint 80 országban sokezer begyűjtő központot működtet a használt készülékek visszavételére és feldolgozására. A Sun szintén nem használ PVC-t, és minden termékének korábbi műanyagburkolatát fémre cserélték, amelynek könnyebb az újrahasznosítása.

<sup>16</sup> Az Intel abban bíz, hogy 2009 végén bevezetheti ezt a fejlettebb gyártástechnológiát, jelenleg ugyanis még 45 nanométeres csikszélességgel készülnek a Core 2-esek és Core i7-esek.

A hulladék témakörébe tartozik a csomagoló anyagok kérdése is. A racionalizált csomagolással egyes tapasztalatok szerint nemcsak az anyagszükséglet csökkenthető akár 40-50%-kal, de a kiszállítások számát is jelentősen mérsékelni lehet, és ezzel végső soron a széndioxid-kibocsátást is. Európában már kiiktatták a PVC-t, mint csomagoló anyagot, remélhetőleg rövid időn belül ebben követi az egész világ is.

## 6. A zöld középút

Persze, miért is lepődünk meg mindezen? Ha az agy az emberi test legtöbb energiát fogyasztó része és a sok milliárd emberi agy tevékenységének „köszönhetően” energiaválságok és környezeti problémák jelentek meg, akkor a globális informatika, mint a Föld „idegrendszer” szinte természetes, hogy előbb-utóbb energiaellátási és környezetterhelési kérdéseket vet fel.

Ma éppen ez történik velünk. Úgy tűnik, hogy az informatika lassan kilép a naiv gyermekkorból, amikor is az újabb és újabb informatikai lehetőségek azt a képzetet kelthették, hogy mindennek igazában nincs is ára és következménye (mint ahogy korábban a vasútról, az úthálózatról és más nagy infrastruktúráról is ezt gondolták).

### 6.1. A „zöld”-ség mérése és tervezése

Az informatika egyre intenzívebb használata a legkülönbözőbb szervezetek és termékek működésében annak a lehetőségét is magában rejt, hogy e szervezetek és termékek kevesebb energiát fogyasszanak, és kisebb terhelést jelentsenek a környezetre – annak ellenére, hogy esetleg a szervezetek/termékek IT-részének energiafelhasználása viszonylagosan nő.

A fő kérdés az, hogy mennyi energiafogyasztásbeli növekedés az egyik (IT) oldalon mekkora energiamegtakarítást hoz a másik oldalon (szervezet/termék működése). Kritikus fontosságú ezért, hogy megbízható számítási módszerek és megközelítések alakuljanak ki, amelyeket az IT- és távközlési iparágban széles körben elfogadnak és használnak. A jövő informatikáját ezért várhatóan az fogja jellemezni, hogy az új IT-szolgáltatásokat és termékeket az energia- és környezeti hatásaik szempontjából *teljes életciklusukra optimalizálják* és ezt *globális költség-haszon elemzéssel* támasztják alá.

Jelenleg több szervezetnél is folyik ezzel kapcsolatos tevékenység. A szerverek és egyéb számítógépek területén a SPEC konzorcium (Standard Performance Evaluation Corporation) vezetett be módszert az összemérésükre<sup>17</sup>. A számítóközpontok területén pedig, ahogy már említésre került, a Green Grid<sup>18</sup> javasolt mérőszámot az *energiafogyasztás hatásfokának* mérésére:

$$PUE = \frac{\text{számítóközpont teljes energiafelhasználása}}{\text{fő informatikai berendezések<sup>19</sup> energiafelhasználása}}$$

A PUE fordított hányadosa a *számítóközpont infrastruktúrájának hatékonyságát* (DataCenter Infrastructure Efficiency) mutató arányszám:

$$DCiE = \frac{\text{fő informatikai berendezések energiafelhasználása}}{\text{számítóközpont teljes energiafelhasználása}} \times 100\%$$

Mindkét mutató azt tükrözi, hogy az adott számítóközpont mennyire eredményesen használja fel az áramellátást.

Mérés nélkül még a különböző gyártók kínálatának összehasonlítására sincsen lehetőség. Különösen fontos azonban a megbízható mérés, hogy hitelt érdemlően lehessen a *zöld fejlesztések megtérülését* kimutatni. Anélkül, ugyanis, hogy a számítóközpontokban „okos” mérőeszközöket vagy áramelosztó berendezéseket telepítenének, amelyek az IT-infrastruktúra és a kiszolgáló létesítmények (például hűtőrendszerek) energiafogyasztását egyenként mérni és összeségében kimutatni tudnák, nem várható, hogy komolyabb – esetenként működési kockázatokat is jelentő – átalakításokra vállalkoznának az üzemeltetők. Természetesen kisebb szerverkonfigurációknál egyszerű (pl. Radio Shack) árammérőkkal is monitorozni lehet az energiafogyasztást.

Ezért a legjobb tanács, ami adható, a zöld útra térő szervezeteknek, hogy legyen erre vonatkozóan egy „IT-zöldítési” tervük. A kormányzatok várhatóan úgyis növelni fogják a nyomást szigorúbb követelmények és jogszabályok formájában. Jobb ennek elébe menni és összefogni a piac azon szereplőivel, egyetemekkel, egyesületekkel, energiatermelő és -szolgáltató vállalatokkal, amelyek már elkötelezték magukat arra, hogy károsanyag-semlegessé váljanak.

Kis erőfeszítéssel és egy végrehajtható tervvel az energiahatékonyság érezhetően csökkenteni fogja a működés költségeit mind a szolgáltatói, mind a fogyasztói oldalon. A terv lehet egyszerűen a virtualizáció szervezett kipróbálása és energiatakarékos gépbeszerzési gyakorlat kialakítása, de lehet olyan komplex is, amely a környezeti károkozás megszüntetéséhez vezető utat határozza meg.

### 6.2. Az IT komplex hatása

Az informatikának a környezetre gyakorolt pozitív hatásait számtalan áttételen keresztül – szinte mindenbe beépülve – és rendkívül komplex módon fejti ki. Álljon itt néhány példa ennek illusztrálására:

#### A CO<sub>2</sub>-kibocsátás ellenőrzése

Az informatika javítani tudja a saját működését (energiafogyasztás csökkentése), az energiatermelést (hatékonyabb energiaelőállítás és a közben fellépő káros hatások csökkentése), de javítja, optimalizálja a gazdaság és társadalom szinte minden más területén is az energiafogyasztást és károsanyag-kibocsátást. Az informa-

<sup>17</sup> Lásd SPECpower benchmark: [www.spec.org/power\\_ss2008](http://www.spec.org/power_ss2008)

<sup>18</sup> Lásd: <http://thegreengrid.org>

<sup>19</sup> A fő informatikai berendezések közé tartoznak a számítóközpontban fizikailag elhelyezett szerverek, tárolók és hálózati elemek.

tika segítségével javítani lehet például a tisztánlátást a CO<sub>2</sub>-kibocsátás mértékét illetően (mérések és jelentések) és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésére irányuló legjobb, bevált megközelítések összegyűjtésével és terjesztésével (Carbon Disclosure Project).

#### *A szállítmányozás optimalizálása*

Ma a szállítás okozza a környezetszennyezés 25%-át, de előrejelzések szerint ez akár a dupláját is elérheti 2050-re. Az informatikával optimalizálni lehet a szállítást (GPS-alapú szállítmányozási és forgalomirányítási rendszerek), de akár ki is válthatja azt egyes esetekben (például könyvek elektronikus eljuttatása és helyi nyomtatása, ha egyáltalán ki kell nyomtatni). Bár – mint láttuk – az informatika működtetése is jelentős energiákat igényel, az energiefelhasználás a számítóközpontokban jóval koncentráltabb, ellenőrzöttebb és ezért ott jobban optimalizálható/csökkenthető, mint az utakon elfűtött energia. A Cisco szerint az információtechnológia okos használatával a szállításból származó széndioxid-kibocsátás is csökkenthető.

#### *Áramszolgáltatás globális optimalizálása*

A Global Intelligent Utility Network Coalition közműcégek egy olyan csoportját jelenti, amely a közműhálózatok korszerű technológiáinak és üzleti megoldásainak egész világon való elfogadtatására szerveződött. Az intelligens közműhálózat radikálisan átalakítja azt, ahogy az energiát előállítják, szétosztják és felhasználják. Az intelligens információkezeléssel meglepő mértékben lehet csökkenteni a kimaradásokat és hibákat az áramszolgáltató hálózatokban, javítani a reakciósebességet (a kereslet változása esetén), kezelni a jelenlegi és jövőbeli igénybevételt, növelni a hatékonyságot és kordában tartani a költségeket. Külön feladatot jelent az alternatív (tehát megújuló természeti erőforrásokból előállított) energiák használatára történő optimalizálás.

## 7. Út a jövőbe

Mindez egyelőre csak lehetőség, amit még valóra kell váltani. Az út azonban semmiképpen sem az informatika korlátozásán vagy kiiktatásán (az ipari forradalom géprombolóihoz, a ludditákhoz hasonló „számítógéprombolók” megjelenésén) keresztül vezet, hiszen ezzel annak a lehetőségét is korlátoznánk, hogy – ha közvetett módon is, de – a gazdaság és társadalom minden területén az informatika kifejthesse említett pozitív hatásait. Körültekintő és *kiegyensúlyozott megközelítésre* van emiatt szükség, amely szervesen ötvözi az energiahatékonyság és környezettudatosság szempontjait a gazdaság társadalmilag – a jelenleginél – hasznosabb és fenntarthatóbb működési módjának kialakításával.

Az informatikának nemcsak ki kell „zöldülnie”, hanem „termőre” is kell fordulnia, hogy esélyünk legyen a jövőre. Ezért fontos az is, hogy az IT és a környezet sokoldalú kapcsolatáról a társadalom rendszeresen hírt kapjon, mivel így az informatika környezeti hatásaira még

többen fognak odafigyelni és tesznek meg remélhetőleg egyre többet azért, hogy valóban kizöldüljön és termőre forduljon az IT.

#### A szerzőről



**KRAUTH PÉTER** az ELTE matematikus szakát végezte el 1979-ben. Ezt követően a KFKI Mérés- és Számítástechnikai Kutató Intézetében dolgozott és vett részt relációs adatbázisokhoz és szoftvertchnológiához kapcsolódó kutatás-fejlesztési projektek mellett a KFKI alkalmazásfejlesztési tevékenységének kialakításában. Ennek keretében úttörő jelleggel alkalmazott munkatársaival együtt korszerű informatikai módszereket és eszközöket. Később az MTA Információtechnológiai Alapítvány és az IBIS Informatikai Kft. munkatársaként szoftvertchnológiai eszközök és minőségbiztosítási módszerek üzleti alkalmazásával foglalkozott. A 2000-es évek elején az EU K+F keretprogramjának egyik projektjét vezeti és koordinálja az IQSOFT Rt. képviselőjében, majd – ennek folytatásaként – a Nemzeti Kutatás-Fejlesztési Program keretében vezetett egy projektet, amely a szemantikus információintegráció hazai, gyakorlati megvalósítását tűzte ki célul. Ezzel párhuzamosan a hazai IT-szolgáltatás-menedzsment kultúrájának megteremtésével és fejlesztésével foglalkozik: elnökségi tagja az itSMF Magyarország közhasznú egyesületnek és több mint másfél ezer informatikusnak tartott ilyen témában nemzetközi szintű képzést adó tanfolyamot. A fejlesztési, tanácsadási és oktatási tevékenységeket saját vállalkozásában végzi, valamint közreműködik a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács IT3 projektjében (Információs Társadalom Technológiai Távlatai). Közel másfél évtizede elnöke a Magyar Szabványügyi Testület informatikai műszaki bizottságának, amelynek eredményeként számos szoftvertchnológiai és információvédelmi nemzetközi szabvány került honosításra.

# Szemelvények az IT3 Körkép blogból

ÖSSZEÁLLÍTOTTA: KÖMLÓDI FERENC

*technodr@t-online.hu*

**A Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács (NHIT) Információs Társadalom Technológiai Távlatai (IT3) műhelyének keretében 2005 és 2008 között kéthavonta nyomtatott formában megjelent IT3 Körkép rendeltetése egyrészt az IKT területén végbemenő fontos változásokról tudósító, on-line és off-line világsajtóban napvilágot látott szakmai hírek összegyűjtése és kommentálása, másrészt egy-egy előremutató jelenség, illetve trend rövid tanulmány formájában történő bemutatása volt. A kor szellemére és a web 2.0 világára reagálva, a Körkép élete 2009 januárjától új, modernebb formában, blogként folytatódik (<http://korkepblog.blogspot.com>). Az alábbi híreket e blogból válogattuk.**



2009. március 14.

## Töltsd le, telepítsd és vezess – szoftver a jövő autójában

**Az infokommunikációs technológiák egyre inkább jelen vannak az autóiparban, a jövő intelligens közlekedése elképzelhetetlen nélkülük.**

A számítógépek, mobiltelefonok és egyéb elektronikus készülékek rendszeresen töltenek le szoftverfrissítéseket az elavulás kordában tartása érdekében. Nem ez a szokás az autóknál. Azonban ez lehet, hogy megváltozik az autók számára európai kutatók által kialakított szoftverarchitektúrának köszönhetően, amelynek segítségével a járműveket összhangban lehet tartani a legújabb technológiával.

Ez az architektúra, amelyet egy kutatóintézetekből, szoftvercégekből, autógyártókból és alkatrészellátókból álló konzorcium fejlesztett ki két és fél év alatt, alapvető alkotó elemét képezi egy olyan „intelligens” autónak, amely önállóan képes átkonfigurálni és aktualizálni magát, valamint képes más készülékekkel kommunikálni, mint például a vezető mobiltelefonja vagy PDA-ja. „Az architektúra az alapja egy adaptív fedélzeti operációs rendszernek, csak sokkal ellenállóbbnak kell lennie, mint az, ami a PC-inkben van” – mondja Martin Sanfridson a svéd Volvo Technology kutatója, aki egyben annak az EU által finanszírozott DySCAS-projektnek a koordinátora is, amelyik az említett architektúrát kifejlesztette.

Köztes szoftverrel, azaz olyan szoftverre alapuló megoldások használatával, amely különböző rendszerek

együttműködését teszi lehetővé, a DySCAS-architektúra biztosítja, hogy az autó fedélzeti navigációs rendszerre automatikusan hozzáférhessen a vezető PDA-jában lévő címekhez, megtakarítva ezzel azt, hogy kézzel kelljen megadni ezeket, vagy közvetlenül zenét tud lejátszani a mobiltelefonról. Fontosabb ennél, hogy lényegesen egyszerűbbé teszi az új funkciók és komponensek telepítését, illetve a meglévők aktualizálását. „A sok évig fejlesztett autót arra tervezik, hogy akár egy évtizedig is az utakon legyenek. Ezalatt a technológia sokat változhat, azonban jelenleg nincs hatékony megoldás arra, hogy ezekben a járművekben a szoftvert aktualizálni lehessen” – magyarázza Sanfridson.

Egy nyilvánvaló példa erre a technológiai lemaradásra a fedélzeti szórakoztatás. Az autógyártók tíz évvel ezelőtt még mindig kazettás magnókat szereltek be a járművekbe, bár akkorra már a CD-k domináltak, és ma még mindig CD-lejátszókat tesznek az autókba, pedig az MP3 uralja a piacot. Egy gyorsan változó és egyre inkább hálózati környezetben a jármű belső szórakoztató rendszereit a jövőben valószínűleg gyakran kell frissíteni, hogy az új adatformátumokkal lépést lehessen tartani.

Forrás: <http://cordis.europa.eu>

*IT3-komment: Akik rendszeresen nézik a Forma-1 versenyeit, bizonyára emlékeznek, hogyan vesztette el Lewis Hamilton a 2007-es évad utolsó futamán a világbajnoki címet. Senki sem értette, hogy az egyik kanyar után miért áll meg, amikor mehetne, és azt sem, hogy rövidesen miért indul el újra. Azt történt közben, hogy a verseny hevében rossz gombokat nyomott meg és erre leállt az autójában a sebességváltásért felelős szoftver. Később kiderült, hogy pusztán néhány másodpercbe került, amíg a csapat szerveréről automatikusan letöltődött a megfelelő sebességváltó program és újraindult. Ami persze műszaki szempontból rendkívül gyors és sikeres, az a versenyen még édeskevés és kudarc: egy világbajnokság múltott rajta.*

*Nem újdonság, hogy a Forma-1 egyfajta kísérleti te-repe a jövő autójának, és ez nemcsak a motorra, ha-nem a jármű szoftverrendszerére és annak menedzs-mentjére is igaz. Az automatikus – akár menet közbeni – frissítése a szoftvereknek a Forma-1-ben már meg-szokott, de az lehet a mindennapi közlekedésben is – feltéve, ha kapcsolódó biztonsági problémákat is kezel-ni tudják.*



2009. április 3.

## **IKT-val az energia hatékonyságért az EU-ban**

**A „zöld” szempontok egyre fontosabb szerephez jutnak a jövő infokommunikációs világában.**

Az Európai Bizottság felszólította a tagállamokat arra, hogy az információs és kommunikációs technológiá-  
kat az energiahatékonyság javítására, a regionális küz-delemben a klímaváltozás ellen és a gazdasági javulás érdekében használják. Emellett a Bizottság konkrét intézkedéseket is be fog vezetni, hogy ösztönözze az IKT használatát a káros anyagok kibocsátásának csökkentése érdekében – áll a nyilatkozatban. Ennek részeként azt tervezik, hogy az IKT szektort felszólítják: tűzze ki magának célul a nagyobb energiahatékonyságot. E cé-lokhoz a Bizottság együtt fog működni az IKT szektoral, hogy közös megközelítéseket találjanak energia-felhasználások méréséhez és az adatokat összehasonlí-tó folyamathoz.

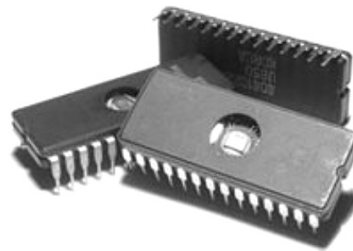
A bizottsági állásfoglalás Viviane Reding információs társadalom és médiaügyekért felelős európai biztos beszédét tükrözi: „Úgy gondoljuk, hogy az IKT az az esz-köz, amelyet az energiaválság megoldásához használ-nunk kell” – mondta Reding. – „Ezzel érhető el a gyors növekedés a hálózatos gazdaságon kívül.” Az IKT se-gíthet az üzleti életnek, hogy monitorozza és kezelje az energiateljesítményt és az okos mérőeszközökkel se-gíthet a felhasználóknak abban, hogy jobban kontrollál-ni saját energiateljesítményüket. „Mecélozva az ener-giahatékonyság és alacsony széndioxid-kibocsátású növe-  
kedést, segíteni fog Európának szembenézni a legna-gyobb kihívásokkal: a klímaváltozással, az energiabiz-tonssággal és a gazdasági válsággal. Az IKT szektornak hatalmas felhalmozott potenciálja van arra, hogy az egész gazdaság energia-megtakarításában részt ve-gyen.”

Ennek az erőfeszítésnek a részeként, a Bizottság fel-szólítja az érintetteket, hogy építsenek ki partneri kap-csolatokat az IKT szektor és más, nagyobb energiatel-  
jesítményező szektorok között, beleértve az építőipart és a szállításokat. Ezek az energiateljesítményt állítják be IKT eszközökkel fűtésnél, ventilációnál, megvilágításnál.

Reding szavai szerint a következő uniós távközlési sza-bályozás szintén segíthet Európát „zöldebbé” tenni.

Forrás: <http://news.zdnet.co.uk>

*IT3-komment: Az infokommunikációs technológiák segíthetnek az energiakrízis megoldásában azzal, hogy kiépíthetővé válik az energiateljesítmény távolról is ve-zérelhető és olcsó kontrollja. A növekvő ICT szektor energiateljesítményét is vissza kell fogni, ha Európát való-ban zöldnek szeretnék látni. A szektor-szabályozás azért is fontos, hogy a kezdeményezés hiteles legyen más szektorok (pl. közlekedés vagy építőipar) számára is.*



2009. április 28.

## **Nano mintázat**

**MIT-kutatók kidolgoztak egy új módszert, amely a chipgyártás mellett számos más területre is (nano-elektronika, nano-biológiai rendszerek létrehozása stb.) komoly kihatással lehet.**

Az MIT kutatói egy olyan új eljárást találtak, amellyel különlegesen vékony vonalakkból álló mikrochip mintá-  
kat lehet létrehozni. Az eljárás egy olyan anyag hasz-nálatán alapul, amely bizonyos hullámhosszúságú fény hatására átlátszóvá vagy homályossá válik. Ilyen anya-gokkal régóta kísérleteznek, azonban a kutatóknak most sikerült egy olyan eljárást találniuk, amely a gyakorlat-ban is jól használható eredményt nyújt. Ha a mintáza-tok létrehozása fény segítségével történik, a legtöbb mai módszer esetében a mintázat vonalainak szélessé-ge nem lehet kisebb, mint az alkalmazott fény hullám-hossza. Az új eljárás segítségével lehetőség nyílik en-nek a korlátoknak az átlépésére.

A megoldás lényege összetett interferencia-mintá-  
zatok alkalmazása, amelynek eredményeként a külön-böző hullámhosszúságú fénysugarak erősítik, vagy ki-oltják egymást. A kutatók által abszorpció-modulációnak nevezett eljárás lehetővé teszi a használt fény hullám-hosszánál tízszer kisebb vonalak létrehozását. A meg-oldás fontos részét képezi egy olyan fényérzékeny anyag, amely a fényvel való első érintkezést követően már nem változtatja meg tulajdonságát, azaz áttetsző vagy átlát-szatlan marad. A kidolgozott eljárásnak nagy hatása le-het a mikrochip gyártásra és olyan egyéb nano-mintá-  
zatokat használó területekre, mint például a nano-foto-nika, nano-fluidika, nano-elektronika és a nano-biológiai rendszerek.

Az eljárás üzleti hasznosítására egy spin-off céget hoztak létre. A széles körű ipari alkalmazás öt éven be-lül megtörténhet.

Forrás: [web.mit.edu](http://web.mit.edu)

*IT3-komment: A nano méretű integrált áramkörök létrehozásának gyakorlati technológiai mostanában kezdenek kialakulni. Széleskörű elterjedésükhöz azonban még legalább 5-10 év szükséges.*



2009. május 1.

## Még több Twitter!

### Hogyan lehet bővíteni a Twitterben rejlő lehetőségek körét?

A zavarodottság sokak első reakciója a Twitterrel szemben. Miért akarnának rövid üzeneteket olvasni arról, hogy mit reggelizik valaki? A kérdés ésszerű. A Twitter szabadjára engedte 14 millió felhasználójának naplóírói fantáziáját. Annak a 14 milliónak, akik márciusban 99 millió alkalommal keresték fel a honlapot csak azért, hogy mobiltelefonról, számítógépről küldött posztokat olvassanak.

Darabokra bontva, a 140 karakteres üzenetek – az úgynevezett „tweet”-ek – jelentős része semmitmondónak, értelmetlennek tűnik. Viszont, ha összességükben nézzük, az üzenetáramlat a Twittert meglepően hasznos problémamegoldó eszközzé teszi, digitális hangulatokba enged betekinteni. A földkerekség kollektív elméjében turkálva, legváltozatosabb szakterületek kutatói vélik úgy, hogy véve a fáradságot és elég mélyre ásva a világias kommentárokból, a valósidejű beszélgetések korai jelzéseket adnak közhangulatokról, mi több, e jelzéseket használva, alakíthatják is azokat.

Az olyan cégek, mint például a Starbucks, a Whole Foods és a Dell megtudják, mit gondolnak a fogyasztók egy-egy terméket használva, majd marketingjüket ennek megfelelően alakíthatják, alkalmazkodhatnak hozzájuk. Moldáviában tüntetők híveket toboroztak a Twitteren keresztül: tweetjeiket böngészve, a kívülállók komoly segítséget kaptak ahhoz, hogy megértsék, mi történik az alig ismert kis országban.

Hamarosan a gépek ugyanúgy twitterezhetnek, mint az emberek. Corey Menscher, a New York Egyetem PhD hallgatója fejlesztett egy Kickbee nevű rendszert, ami nem más, mint rezgésérzékelőkkel felszerelt rugalmas szalag. A szalagot Menscher terhes felesége hordja, s minden egyes alkalommal, amikor a születendő gyerek

rúg egyet az anya hasában, figyelmezteti a Twittert: „megkocogtattam Anyu hasát pénteken, január másodikán, reggel 8.52-kor!” Menscher fontolgatja a termék eladását. A szenzorokkal összekapcsolt Twitter egyesek szerint arra is jó, hogy figyelmeztető jelzéseket küldjön az otthoni biztonsági rendszernek, értesítse a kezelőorvost, ha a beteg vércukorszintje vagy szívverése túl magas. Összességében, az ilyen jellegű valósidejű adatfolyamok segíthetnek az orvosi kutatásoknak. Orvosok már élnek is a Twitter nyújtotta lehetőségekkel: segélyhívásnál használják, kezelési módokra vonatkozó információkat osztanak meg rajta keresztül.

„A Twitter feje tetejére állítja a csoport fogalmát” – jelentette ki Paul Saffo, Szilícium-völgyi futurológus. – „Ahelyett, hogy létrehoznánk az általunk óhajtott csoportot, elküldjük az üzenetet és a csoport magától összeáll.” Viszont ahhoz, hogy tényleg fontos kutatási segédeszköz legyen, nagyobb felhasználói körre lenne szükség. Ha a Twitter képes lenne az emberi gondolkodás reprezentatívabb részének összegyűjtésére, lehetővé tenné, hogy felsőoktatásban dolgozók, tudósok például jobban nyomon kövessék járványok terjedését.

Forrás: www.nytimes.com

*IT3-komment: A web 2.0-ás megoldások közül kétségtelenül a Twitter az egyik legsikeresebb. Az üzenetek rövidségének, a kommunikáció gyorsaságának köszönhetően több fontos eseményről e médium segítségével jutottak el a nyilvánosságig az első hírek. A gyakorlatilag kimeríthetetlen szociális, gazdasági, kutatási és egyéb potenciált egyre több fejlesztő és üzleti partner igyekszik kiaknázni.*



2009. május 13.

## A krómozott böngészők jobban fénylenek

### Milyen lehetőségek rejlenek a Google új böngészőjében?

A Google arra tervezte a Chrome nevű böngészőjét, hogy elmossa a határvonalat az online és az asztali szoftverek között. Közvetlenül a böngésző utolsó béta-verziójának kibocsátása után a cég egy olyan projektet is elindított, amely a Chrome jövőbeni képességeit hivatott bemutatni. A Chrome-kísérleteknek nevezett projekt olyan alkalmazásokat sorakoztat fel, amelyek egyszerre több lapon keresztül jelentősen leterhelik a számítógépet. Sok ilyen demónál más böngészők lefagynának –

állítják a kísérleteket végző fejlesztők. Azonban míg egyes fejlesztők azt mondják, hogy a projekt által bemutatott technikák új lehetőségeket tárnak fel komplex web-szoftverek készítésében, mások azon aggódnak, hogy nehézségekbe ütközhet a szükséges képességek szabványosítása. Ők azt mondják, hogy a böngésző biztonságának sokkal magasabb prioritást kell kapnia.

A Chrome egyik ilyen „kísérleti alkalmazása” a Twitch, amelyet Casey Rea, Los Angeles-i fejlesztő tervezett. A Twitch egy apró böngésző ablakot nyújt a felhasználónak, amely egy golyót tartalmaz, amelyet az egyik oldalról át kell gurítani a másikon lévő célba. Amint célba érkezett, egy új ablak jelenik meg, amelyben egy újabb golyó van és másfajta akadályok. A Twitch a Chrome azon képességét használja ki, hogy minden ablak vagy „fül” a számítógép egy külön processzeként indulhat el, azaz a sok ablak úgy működik, mintha külön alkalmazások lennének. Enélkül – Reas szerint – a Twitch elkezdene lassulni, ahogy a felhasználó előrehalad a játékban. Ahogy egyre több ablak nyílik meg, mindegyik minijáték a számítógép processzoráért versenyezne és a játék szép lassan leállna.

Egy másik, BallDroppings (golyóesés) nevű kísérleti alkalmazást Josh Nimoy programozó és képzőművész készített. Ennél a felhasználónak vonalak behúzásával fehér golyókat kell megakadályoznia, hogy továbbessenek a fekete háttérben. Amikor egy golyó megpattan egy vonalon, megkondul egy harang; ahogy egyre több golyó esik lefelé, a felhasználó újabb és újabb vonalakat húzhat be, ilyen módon egy zsúfolt teret hoz létre, amely egyszerre látvány és hangzás. Ezek a kísérleti alkalmazások azt mutatják be, hogy mi mindent tud csinálni egy felturbózott böngésző a JavaScript-tel és a HTML-lal, a weboldalak alapvető építőelemeivel anélkül, hogy Flash-t kellene használni, amelyet eddig általában az ilyen effektusokra alkalmaztak.

Forrás: <http://www.technologyreview.com>

*IT3-komment: A kaland és a rend örök perpatvaráról szólnak ezek a játékok is. A böngészők nehezen kialakult, szabványosított működését a Microsoft régóta próbálta olyan megoldásokkal kikezdeni, amelyet más gyártók böngészői nem tudtak kezelni. Most paradox, bár törvényszerű módon a Microsoft legnagyobb versenytársa, a Google tereli magát abba a helyzetbe, hogy az új lehetőségek érdekében nem szabványos és nem is könnyen szabványosítható megoldásokkal operál. A Google a „web, mint platform” koncepció leghíresebb szószólója, ahol a felhasználói felületet a böngészők szabványos felülete adja. De természetesen jól látja, hogy a böngészők mai formájukban nem tudnak olyan felhasználói élményt nyújtani, mint amire más, kevésbé szabványos megoldások már ma képesek. A kereskedelmi érdekeik számukra is azt diktálják, hogy a fejlődés újabb kalandjai a saját rendjükkel összhangban történjenek meg. Nevén nevezve a dolgot: a böngészőből egy olyan szabványos működtető környezetet (operációs rendszert) kell csinálni, amely versenyezni képes a Windows-zal és a Linux-szal.*

## Hírek

### Remarketing és újrahasznosítás

#### Új szereplők a hazai informatikai piacon

Ma hozzávetőleg 600-700 ezer feleslegessé vált szoftver van Magyarországon, amely más cégeknél és intézményeknél még felhasználható lenne. Ezek a szoftverlicenckek komoly értéket képviselnek és adásvételük legális. A használt autók vagy hardverek esetében megszokott modell alapján ezen túl a használaton kívüli szoftver is értékesíthető hazánkban. A német **Preo** cégcsoport magyarországi megjelenésével új szolgáltatás született: a szoftver remarketing. A használt, jogtiszt szoftver-kereskedelemre specializálódott társaság első leányvállalatát Budapesten alapította, Preo Hungary Kft. néven. Júniustól a hazai cégeknek is lehetőségük nyílik arra, hogy bevételt hozó módon szabaduljanak meg feleslegessé váló szoftvereiktől. Azok a vállalkozások pedig, amelyek költség-takarékosan, de legálisan kívánják beszerezni programjaikat, már ezt is megtehetik.

A Preo cégcsoport független a gyártóktól, ezért objektív tanácsot ad a licenck kiválasztásánál, a túlköltségek kiküszöbölésénél és a szoftverállomány optimalizálásánál. A cég garantálja az átláthatóságot, az úgynevezett transzparens joglánc elvét: az eladó fél bármikor be tudja mutatni a korábban megvásárolt licenc „történetét”, míg az új tulajdonos átlátható és hiteles módon tudja igazolni, hogy miként jutott el hozzá a licenc, az eredeti forgalmazótól az előző tulajdonos(ok)on át.

A Preo anyavállalata tavaly több mint 100 ezer szoftverlicenccel forgalmazott – 2009-ben a magyar cég legalább 20 ezer darab beszerzését, illetve értékesítését tervezi. A cég által legkeresettebb licenck az Adobe, a Citrix, a Microsoft, a Novell és a SAP termékek. Elsődleges célcsoportjukba a közepes és a nagy cégek tartoznak; a kisvállalkozások és a magánfelhasználók számára 2010-től tervezik a szolgáltatást elindítani.

A használt informatikai eszközök újrahasznosításában, valamint a régi hardverekből a lehető legnagyobb tökeviszáramlás biztosításában az ugyancsak németországi hátterű és az aktív környezetvédelmet zászlajára tűző **ergoTrade** úttörőnek számít Magyarországon. A Preo stratégiai partnereként is működő cég megvásárolja a gépeket, vagy átvállalja azok viszonteladását, minden ezzel járó szükséges szolgáltatást; a szállítást, az auditálást, az adatok szakszerű törlését és eltávolítását, adományozást, vagy dolgozói értékesítést is. Jelentős IT-költségmegtakarítást érhet el egy vállalkozás, ha az IT géppark cserék a teljes birtoklási költség (TCO) jegyében zajlanak és igénybeveszik az ergoTrade integrált szolgáltatásait, hiszen egy erre szakosodott cég hatékonyabban és olcsóbban tudja elvégezni ezeket a szolgáltatásokat, mint a vállalatok saját maguk.

# IPTV forgalom paramétereinek mérése

MÁLIK DÁVID ZSOLT, LOIS LÁSZLÓ

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnikai Tanszék  
lois@hit.bme.hu

*Kulcsszavak: IPTV, IP hálózati paraméterek, média adatfolyam, RTP*

**Ebben a cikkben az IPTV hálózaton alkalmazott médiaátvitel legfontosabb paramétereinek mérését mutatjuk be. Az IPTV rövid ismertetése után bemutatjuk az IPTV átvitel legfontosabb paramétereit, valamint ezek mérési megoldásait. A két legfontosabb átviteli paraméter – a késleltetésingadozás és a csomagvesztési arány – gyakorlati mérési megoldásait külön is részletezzük és ismertetünk egy-egy olyan algoritmust, amellyel valós időben és kis komplexitással lehetséges az adatfolyam folytonos monitorozása. A közölt algoritmus a méréshez szükséges becsléseket autoregresszív módszerrel határozza meg, ami lehetővé teszi a valós idejű implementációt. A cikk végén a megvalósítás és az ideális megoldás közötti különbséget mutatjuk be egy egyszerű mérési összeállítás felhasználásával.**

## 1. Bevezetés

Az IPTV egy olyan rendszer, ahol digitális TV adást biztosítanak IP hálózaton keresztül. Az IPTV tehát egy olyan műsorterjesztési megoldás, amely a szokásos földfelszíni vagy kábeles adás mintájára egy IP alapú szolgáltatói hálózat segítségével juttatja el a programokat a nézőkhöz. Az IPTV szolgáltató nemcsak a hálózati infrastruktúrát birtokolja és üzemelteti, hanem ő tartja kezben a programok IPTV hálózatra történő bejuttatását, a felhasználók feltételes hozzáféréseinek vezérlését, valamint sok esetben a végberendezéseket (Set-top-box) is a szolgáltató biztosítja. Fontos hangsúlyozni, hogy az IPTV szolgáltatások magán IP hálózaton működnek és nem a bárki által elérhető Interneten keresztül, így egy kifejezetten IPTV-re tervezett magán IP hálózaton a szolgáltató könnyen biztosíthatja a szolgáltatásminőséget (QoS) is. Az IPTV hálózatban a TV csomagoknak van a legnagyobb prioritása, ebből következik, hogy a TV szolgáltatás szinte azonnali reakcióval rendelkezik, a csatornaváltásnak nincs és nem is lehet a néző által észrevehető késleltetési ideje. Az IPTV szolgáltatásnak legalább olyan minőségűnek kell lenni, mint a hagyományos műholdas vagy kábeltelevíziós szolgáltatásoknak, különben a nézők nem fogadják el [1,4].

Az IPTV szolgáltatást gyakran más szolgáltatásokkal összekapcsolva adják. Ilyen szolgáltatás például a VoD (Video on Demand), az internetelérés és a VoIP (Voice over IP). Az IPTV-t, a VoIP-ot és az internetelérést együttesen biztosító szolgáltatást *Triple Play*-nek nevezik. Az IPTV szolgáltatás általában egy zárt IP hálózaton keresztül elérhető. A nyilvános Interneten biztosított TV adásokat Internet TV-nek vagy WebTV-nek nevezik. Ezt a kettőt gyakran összekeverik [1,2,8].

A VoD, vagy magyarul „igény szerinti videó”, egy olyan szolgáltatást takar, ahol a felhasználó kívánsága szerint érhet el olyan videóanyagokat, amilyeneket akar és

mindezt akkor, amikor akarja. A VoD rendszer vagy élőben biztosítja a kívánt videó megnézését, vagy letölti a felhasználó a *Set-top-box*-ára (továbbiakban STB), lehetővé téve a film vagy videó későbbi megnézését. A legtöbb szolgáltató mindkét lehetőséget biztosítja [1,2,8].

A VoD szolgáltatások más módon működnek, mint a lineáris TV adások. Az IPTV rendszer az előfizető számára egyéni adásfolyamot biztosít, amelyet a megrendelő, akár csak egy videómagnót, megállíthat, vissza- vagy előretekerhet. Az *IPTV middleware* biztosítja a felhasználói felületet és a további elérhető szolgáltatásokat, mint például a hálózati videófelvevőt (Network-based Personal Video Recorder – PVR).

A médiatartalomnak azonban nagy a sávszélesség-igénye és nagyon érzékeny az IP hálózat jellemző hibáira, mint a csomagvesztés és a hálózat késleltetési idejének ingadozása. Akár pár százalékos csomagvesztés is élvezhetetlenné tehet egy filmet vagy TV adást. Biztosítani kell tehát, hogy a hálózat a nagy sávszélesség-igényt képes kiszolgálni minimális hibával. Ehhez azonban a hálózat folyamatos megfigyelésére van szükség, melyet az IPTV hálózatot monitorozó rendszerek végeznek. Ezeknek a rendszereknek élőben kell megfigyelniük a teljes hálózat legfontosabb pontjain a forgalmakat és azok paramétereit, hogy az esetleges hibákat előre jelezni tudják, vagy időben fényt derítsenek rájuk. Egy ilyen IPTV hálózatot monitorozó rendszer azonban drága hardvereket és szoftvereket igényel, melyek csak pár hálózati paramétert képesek mérni és bővíthetőségük módja is nehézkes.

Cikkünk bemutatja az IPTV rendszerek általános felépítését és a felmerülő hálózati hibaparamétereiket, a média továbbítására használt RTP protokollt és a hibaparaméterek mérésének elvi módszereit. Ezt követően ismertetjük a paraméterek gyakorlati megvalósítását, melynek során kitérünk a csomagvesztési arány és a késleltetési idő ingadozásának mérésére [2,8].



## 2. IPTV rendszerek általános felépítése

Egy IPTV rendszer az alábbi négy fő elemből épül fel:

- TV fejállomás (Video Head End),
- szolgáltatói gerinchálózat (Service Provider Core Network),
- szolgáltatás hozzáférési hálózat (Service Provider Access Network),
- otthoni hálózat (Home Network) a végberendezéssel.

Mindegyik elem általános és gyakori az IPTV szolgáltatók között.

Az 1. ábra csak egy általános ábrázolása az IPTV hálózatnak, a valóságban ennél sokkal több IPTV alrendszer és gyártóspecifikus architektúra létezik, ami ezáltal egyedibbé és komplexebbé teszi az IPTV hálózatokat. Az ábra jól szemlélteti az IPTV hálózat kétirányúságát, ami biztosítja az interaktivitást, amely az IPTV egyik előnye a régi TV szolgáltatásokkal szemben.

Az IPTV hálózat egy úgynevezett SDV (Switched Digital Video – kapcsolt digitális videó) architektúra [3], ami azt jelenti, hogy mindig csak az aktuálisan nézett csatornák vannak a hálózaton, a nem nézett csatornák nem kerülnek be a hálózatba, így sávszélesség marad szabadon. Ez lehetőséget ad a szolgáltatóknak, hogy a szabadon maradt sávszélességet más szolgáltatásokra fordítsák.

Az IPTV hálózaton a jellemző fogyasztói szokás az élő műsor nézése, amely akkor valósítható meg sávszélesség-hatékonyan, ha az ilyen jellegű átvitelt multicast [9,12] módon valósítják meg. Az IPTV esetén a legjellemzőbb multicast megoldás az IP feletti multicast [1]. Az élő műsor mellett igénybe vehető még VoD szolgáltatás is, amely azonban már egyéni kiszolgálású és ezért unicast módon jut el a nézőhöz.

### 2.1. IPTV fejállomás

Az IPTV hálózatban a videótartalom forrása a IPTV fejállomás. A fejállomáson töltik be és alakítják át a lineáris adást (például a folyamatos TV adást) és az igényelt videót IP hálózaton történő szórásra. A fejállomásra jellemzően üvegszálal optikán keresztül kerülnek be műholdas, földfelszíni adások, vagy akár szerkesztett műsorok is. A fejállomás feladata, hogy minden egyes bejövő csatornát a megfelelő digitális videó formátumra (pl. MPEG-2, MPEG-4 AVC) kódolja.

A fejállomás az átkódolás után minden élő csatorna jelfolyamát IP csomagokba teszi és szétküldi a hálózatba multicast folyamként. Az élő adások IP csomagjainak

az egyes nézőkhöz való eljutását már a multicast átviteli hálózat oldja meg. Az IP multicast alkalmazásának előnye, hogy TV csatornánként egy folyamat kell csak a fejállomásnak biztosítani nézőszámától függetlenül, még akkor is, ha több ezren kapcsolódnak rá.

### 2.2. Az IPTV hálózati architektúrája

Az IPTV hálózat alapvetően három különálló szakaszra osztható fel. A *szolgáltató IP hálózatában* történik meg a kódolt videófolyamok csoportosítása és a csatornakiosztás elkészítése. Ez lehet egy már létező IP hálózat, vagy egy, az adások szállítására dedikált IP hálózat. A szolgáltató hálózata a hozzáférési hálózathoz kapcsolódik.

A *hozzáférési hálózat* a szolgáltató és az előfizető közötti összeköttetést biztosítja. Ez a szélessávú kapcsolat különféle technológiákon alapulhat. A távközlési szolgáltatók általában DSL (Digital Subscriber Line) technológiát, a kábeltelevíziós szolgáltatók koaxiális kábelt használnak, de terjedőben van a PON (Passive Optical Network) is. A szolgáltató egy készülék (pl. DSL modem) segítségével teszi elérhetővé hálózatát.

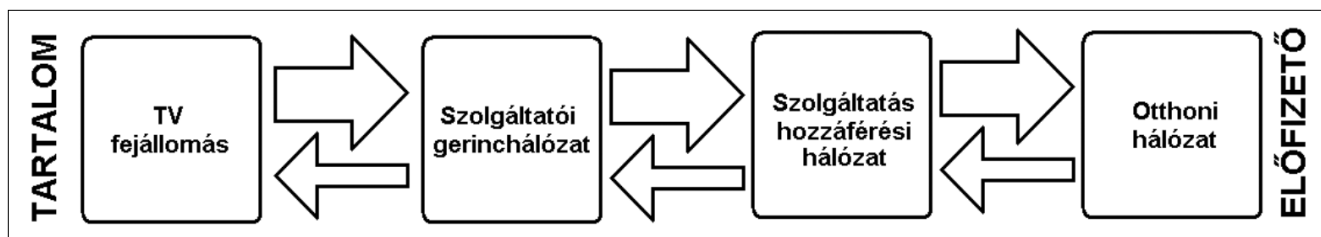
Az *otthoni hálózat* biztosítja az IPTV szolgáltatást az előfizetőnek saját házában belül. A hálózat végpontja az STB (Set-top-box), amihez a TV készülék is kapcsolódik, de a STB tartalmazhatja a hozzáférési hálózathoz szükséges interfészt is.

### 2.3. IPTV Middleware

Az IPTV *middleware* kifejezés egy olyan szoftvercsomagot jelent, amely lehetővé teszi az IPTV szolgáltatást. Nagyon sok ilyen szoftvercsomag található a piacon, minden gyártó saját, egyedi megoldásaival és szemléletmódjával. A middleware megválasztása erősen befolyásolhatja az IPTV hálózati architektúra felépítését. A middleware leggyakrabban egy olyan kliens-szerver architektúra, ahol a kliens nem más, mint az előfizető otthonában levő STB. A middleware biztosítja az előfizetői élményt, mert ez határozza meg a rendszer és az előfizető közti interakciót. A felhasználói felületért és az elérhető szolgáltatásokért – mint például az EPG (Electronic Program Guide – elektronikus műsorújság) vagy a már említett VoD, a middleware a felelős.

Az IPTV middleware a különböző szolgáltatások irányításához és felügyeletéhez kétirányú hálózati kapcsolatot igényel, amelyet az IP hálózat alapból biztosít. Az IP architektúra könnyen lehetővé teszi bizonyos új szolgáltatások bevezetését, és tulajdonképpen az IPTV is csak egy ilyen új szolgáltatás.

1. ábra Az IPTV hálózat vázlatos felépítése



## 2.4. Az IPTV átvitel paraméterei

A médiaátvitel szempontjából a szolgáltatásminőség következő paraméterei lényegesek:

### Garantált és maximális bitsebesség

(kbit/s)

A garantált bitsebességen lehet a tartalmat adatfolyamként problémamentesen átvinni. A médiakódolás teljes bitsebessége, azaz a videó- és hangcsatornák nyálalás és RTP csomagolás után kiadódó bitsebessége nem lépheti túl ezt a bitsebességet. A garantált bitsebesség mellett a maximális bitsebesség betartása is fontos, mert a médiatartalom változatossága miatt a forráskódolás során a kódoló rövid időszakonként megemelheti a bitsebességet, ezzel azonban nem lépheti túl a maximális bitsebesség értéket.

### Maximális átviteli késleltetési idő

(Maximum Transfer Delay, msec)

Ez az érték adja meg a kiszolgáló és az ügyfél közötti maximális késleltetést. Ez az érték befolyásolhatja a multicast csoportba való besorolás idejét is, ami a csatornaváltás sebességét döntően befolyásolhatja.

### Csatornaváltás maximális késleltetési ideje

(msec)

E paraméter szorosan összefügg a maximális átviteli késleltetéssel. A TV nézők a csatornaváltáshoz legfeljebb néhány 100 msec reakcióidőt tolerálnak, ami nagyobb kiterjedésű IP hálózaton „távoli” fejállomásról nem oldható meg. Emiatt a csatornaváltást gyakran úgy oldják meg, hogy a váltás után a néző az új csatorna adatfolyamát átmenetileg egy „közelebbi” unicast médiaszerverről kapja, majd a multicast csoportba belépés folyamatának sikeres lezárása után tér csak át a multicast adatfolyam vételére. A megoldás a csatornaváltás időszakában egy redundáns unicast forgalmat generál az adott csatornára nézve, azonban fontos ezt megvalósítani annak érdekében, hogy a hagyományos szolgáltatással megegyező legyen a csatornaváltás késleltetési ideje.

### Átviteli késleltetés maximális ingadozása

(Maximum Transfer Delay Jitter, msec)

Ez az érték adja meg a késleltetés ingadozásának maximumát. Ez az érték azért fontos, mert a multimédia adatot egyenletesen kell lejátszani, ezért ezt az ingadozást ki kell egyenlítenie.

### Bithiba-arány

(Bit Error Rate, BER  $<10^{-3}$ )

Ez az érték mutatja meg a meghibásodott bitek és az összes elküldött bitek arányát. Vezetékes IP hálózatban elenyésző a bithiba bekövetkeztének valószínűsége, mert bithiba esetén az UDP fejlécben levő ellenőrző összeg (CRC) hibája miatt a rendszer az egész csomagot eldobja és nem bithiba, hanem csomagvesztés történik. A BER érték javasolt felső határa  $10^{-3}$ , ennél nagyobb értékekre már különösen nehéz a meghibásodások kezelése az IPTV szolgáltatás elfogadhatóvá tételéhez.

### Kerethiba-arány

(Frame Error Rate, FER,  $<10^{-2}$ )

A csatornán megjelenő csomagvesztési arány. Ezen értéknek  $10^{-2}$  alatt kell lennie, hogy a hibavédelmi eljárások hibamentes média megjelenítést tegyenek lehetővé.

### Maximális körbefordulási idő

(Maximum Roundtrip Time, msec)

A kiszolgáló és az ügyfél közötti oda-vissza útvonal maximális ideje.

### Maximális szolgáltatás kiesési idő

(Maximum Service Loss Time, msec/sec)

Az a legnagyobb időintervallum, ameddig a kiszolgáló és az ügyfél közötti útvonalon nem volt forgalom. Az alacsony érték jelzi, hogy egy-két csomag elveszett, a magas, hogy teljes képek is kimaradhattak. Amennyiben ez az érték több képre is kiterjed, úgy az már elfogadhatatlan szintet jelent a hagyományos televíziós szolgáltatásokhoz képest.

A fentiek szerint az IPTV hálózatban alapvetően két meghibásodási paraméter jelenthet problémát a médiaátvitelnél, a késleltetési idő ingadozása és a csomagvesztés, a többi jelenséget lényegében vagy ezen két értéken belül figyelembe lehet venni, vagy pedig olyan kizáró kritériumban kapnak szerepet, amely nem teljesülése esetén az IP hálózat alkalmatlannak tekinthető az IPTV szolgáltatásra. Például meghatározott videó- és hangformátum esetén a garantált bitsebesség egy bizonyos értéke alatt a hálózat alkalmatlan IPTV szolgáltatásra, ugyanígy nem fogadható el a maximális szolgáltatás kiesési időre a 100 msec nagyságrendtől nagyobb érték sem.

Az átviteli késleltetési idő jelentős ingadozása az IP átvitel jellemző tulajdonsága. Az IP hálózaton az útvonalválasztók a küldendő csomagokat nem küldik tovább azonnal, hanem várakozási sorba teszik, a várakozási sor hossza pedig függ az útvonalválasztó pillanatnyi terhelésétől. Emiatt a két végpont között az egyes csomagok átvitele nem azonos késleltetési idővel történik meg. A csomagok egyedi késleltetési idejét ezen felül befolyásolhatja az is, hogy a hálózat milyen útvonalon továbbítja az adott csomagot. Ezen két jelenség miatt az azonos jelfolyam egymás utáni csomagjainak az átviteli késleltetési ideje ingadozást mutat.

Az IP feletti átvitel során a csomagvesztés az útvonalválasztókban fordulhat elő, többnyire torlódás esetén. Az útvonalválasztók, illetve a csomagkapcsolt átvitel által okozott másik hibajelenség a csomagrend-változás. Mivel mind a csomagvesztés, mind a csomagrend-változás kezelése a csomag sorszámozásával áll kapcsolatban, ezért ezt a két jelenséget együtt tárgyaljuk.

## 3. Az RTP protokoll

Egy TV hálózat feladata a műsort tartalmazó csomagok továbbítása, és ez a feladat teljesen független a forráskódolástól. Ennek érdekében az IPTV fejállomás a kódolt videó és hangcsatornákat multiplex adatfolyamba csomagolja, legjellemzőbb és legelterjedtebb megoldás a videó- és hangcsatornák átvitelére az MPEG-2 szállítási adatfolyamba (Transport Stream, TS) ágyazás.

A hagyományos digitális médiaátviteli rendszerekben az átvitel lényegében fix késleltetési idővel rendelkezik,

és a csomagvesztés vagy csomaghiba is jellemzően oly alacsony értékű, hogy ezekkel a vevőkészülékeknek külön nem kell foglalkozniuk. Ezzel szemben az IP hálózatokon mind a késleltetési idő ingadozása, mind pedig a csomagvesztés és csomagsorrend változása olyan mértékű, hogy azok kezelése nélkül a vett adatfolyamot elvezethetetlen minőségben lehetne csak lejátszani.

A videó-forráskódolás esetén ismert, hogy a csomagvesztés esetén az elvesztett csomaghoz tartozó kép tartalma jelentős mértékben leromlik és mivel a videó-forráskódolás többnyire képek közötti becslést is alkalmaz, ezért a hibás képből becsült további képek is hibásak lehetnek.

A késleltetési idő ingadozása, valamint a csomagvesztés és csomagsorrendezés kezelése érdekében az IPTV hálózaton még egy további protokollt kell alkalmazni, amely jellemzően az RTP protokoll. Az RTP (Real Time Transport Protocol) [6,7] egyaránt használható szolgáltatásminőséget (QoS) garantáló és azt nem garantáló „best-effort” hálózatban is. Az RTP nevével ellentétben nem foglalkozik szállítással (transzporttal), feladata csupán a valós idejű átvitel segítése, a szinkronizációs információk előállításának és kezelése, valamint a kapcsolat minőségének felügyelete. A szállítást és hibakezelést az alatta levő rétegekre bízta.

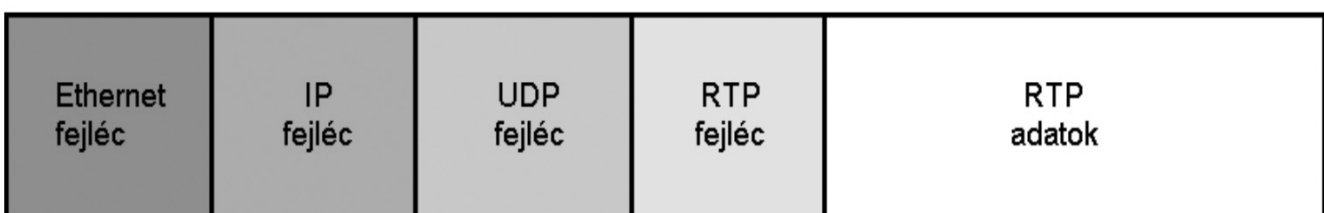
Az RTP-hez tartozik egy társprotokoll, az RTCP (Real Time Control Protocol – valós idejű vezérlő protokoll) [6]. Az RTCP felügyeleti üzeneteket hordoz és minden RTP kapcsolat mellé külön-külön kiépül egy RTCP kapcsolat is.

Visszatérve a napjainkban alkalmazott IPTV megoldásokhoz, a videó- és audióadatokat tartalmazó MPEG-2 TS csomagok RTP csomagokba kerülnek úgy, hogy egy RTP csomag több MPEG-2 TS csomagot is tartalmazhat. Az RTP csomag egy RTP fejlécből és a beágyazott hasznos tartalomból áll, ahol a beágyazás szabályait a fontosabb média formátumokra a megfelelő RFC-k pontosan tartalmazzák, például az alábbiak:

- RFC 2250, RTP Payload Format for MPEG1/MPEG2 Video.
- RFC 3984, RTP Payload Format for H.264 Video.
- RFC 3640, RTP Payload Format for Transport of MPEG-4 Elementary Streams.
- RFC 3016, RTP Payload Format for MPEG-4 Audio/Visual Streams.

Egy Ethernet alapú IPTV megoldásban ezután az RTP csomagok UDP csomagokba, azok IP csomagokba, majd Ethernet csomagokba ágyazódnak, előállítva a hálózatra kész csomagokat. Egy ilyen csomag felépítését láthatjuk a 2. ábrán.

2. ábra Az RTP csomag beágyazódása UDP, IP és Ethernet csomagokba



## 4. Az RTP forgalom mérésének elvi módszerei

### 4.1. A késleltetési idő ingadozásának mérése (jitter)

Amennyiben az adatfolyamot az átviteli hálózat csak változó késleltetéssel képes szolgáltatni, a folyamatos késleltetés-változás felborítja a harmóniát a csomagok beérkezési ideje között. Ez változóvá teszi a csomagok követési és beérkezési idejét, sőt akár bekövetkezhet az is, hogy az egyik csomag lemarad a nála korábban küldött csomagot, azaz csomagsorrend-változás történik.

Jelölje az  $i$ . csomag küldési idejét  $\tau_i$ ,  $T_i$  a beérkezési idejét és  $\beta_i$  a hálózati késleltetési idejét. Ekkor a késleltetési idő:

$$\beta_i = T_i - \tau_i \quad (1)$$

A csomagok időbélyeggel vannak ellátva, melyek a küldési időt tartalmazzák a küldő órája szerint, azonban a beérkezési időt a vevő órája alapján kapjuk meg. Ennek a problémának a megoldása az, hogy a vevő oldalon kell mérni az egymás utáni csomagok beérkezési időközzeit, és ezt kell összehasonlítani az időbélyegek szerinti beérkezési időközökkel. Ehhez a vevőnek nyilván kell tartania, hogy a csomagokat mikor kapta meg. Ha ingadozik az átviteli késleltetés, úgy a csomagok beérkezési ideje nem fog megfelelni az RTP-csomagokban szereplő időbélyegek szerinti időkülönbségeknek.

Ha a médiafolyam jittert okozó hálózaton halad át, a csomagok beérkezési ideje lényegesen eltérhet az időbélyegek alapján feltételezhető beérkezési időtől. Ez nehézkessé teheti a lejátszási órajel regenerálását, ami a dekódolóban levő puffer alul- vagy túlcordulásához is vezethet. A  $J$  jitter értéke a késleltetési idő maximumának és minimumának a különbsége, vagyis

$$J = \beta_{max} - \beta_{min} \quad (2)$$

ahol  $\beta_{max}$  és  $\beta_{min}$  a késleltetési idő legnagyobb és legkisebb értéke.

Egy  $B$  állandó bitsebességű adatfolyamban a jitter kiegyenlíthető egy legalább  $B \cdot J$  méretű puffert alkalmazó *leaky bucket* algoritmussal, de amennyiben  $B$  is ingadozik, a puffer méretét legalább  $B_{max} \cdot J$  méretűre kell beállítani. [5]

A hálózatba belépéskor a csomagokba elhelyezett időbélyeg egyrészt segít a hálózat kimenetén a jitter el-távolításában, másrészt pedig segít a csomagokat újból sorba rendezni. A hálózathoz való kilépéskor tehát vissza-állítjuk az eredeti médiafolyamot és elvégezzük a jittermentesítést. [5]

A késleltetési idő ingadozásának mérése az alábbi autoregresszív algoritmussal [10] valósítható meg:

1) Legyen a jitter pillanatnyi becslése  $J_{becsült}$   
 2) Amennyiben a  $t$ . időpillanatban a  $t$ . és  $(t-1)$ . csomag is rendelkezésre áll, úgy  $\beta_t$  és  $\beta_{t-1}$  is ismert, ezért a jitter pillanatnyi értéke csupán e két késleltetési idő alapján (1) és (2) felhasználásával:

$$J_{t, pillanatnyi} = \beta_{max} - \beta_{min} = \max\{T_t - \tau_t, T_{t-1} - \tau_{t-1}\} - \min\{T_t - \tau_t, T_{t-1} - \tau_{t-1}\} = |(T_t - \tau_t) - (T_{t-1} - \tau_{t-1})| \quad (3)$$

vagy az egymás utáni értékek különbségeként használatos  $\Delta$  operátorral

$$J_{t, pillanatnyi} = |\Delta T_t - \Delta \tau_t| \quad (4)$$

3) A pillanatnyi jitter alapján a jitter becsülhető egy egyszerű autoregresszív algoritmussal:

$$J_{becsült} = J_{becsült} + \delta \cdot (J_{t-1,t} - J_{becsült}) \quad (5)$$

ahol  $\delta$  értéke a gyakorlatban tipikusan 0,05...0,1 közötti.

Az algoritmus egy jó elsőrendű közelítést ad a jitter értékére, folyamatosan közelítve azt és kiszűrve az ingadozásokat.

#### 4.2. A csomagvesztési arány mérése

Vezetékes hálózaton az UDP csomagok elvesztésének oka többnyire a routerekben fellépő csomagtorlódás, illetve az ezzel összefüggően túl nagyra nőtt késleltetési idő. UDP átvitel során előfordulhat, hogy egyes csomagok nem érkeznek meg, mások duplikálódás miatt többször is megérkeznek, vagy a csomagok sorrendje megváltozik. Ezen okok miatt vezették be az RTP protokollban a csomagsorszámot. A csomagsorszám ismeretében az alábbi hibák detektálása lehetséges:

- *Csomagvesztés detektálása:*  
az adott sorszámú csomag egy bizonyos ideig nem érkezik meg, miközben már kisebb és nagyobb sorszámú csomagok is megérkeztek.
- *Csomagsorrend-változás detektálása:*  
a később beérkező csomag sorszáma szerint nem követi, hanem megelőzi a korábbi csomagot.
- *Csomagduplikálás detektálása:*  
azonos sorszámúval érkezik meg két csomag.

A csomagvesztési arány meghatározásához az RTP fejlécben lévő csomagsorszám szükséges, vagy hosszútávon erre az RTCP-SR üzenetében lévő csomagszám-láló és bájt számláló is alkalmas.

#### 4.3. A körbefordulási idő mérése

Az interaktív rendszerekben a körbefordulási idő is fontos paraméter, mert ez az idő behatárolja a szerverhez küldött kérés kiszolgálási idejét. RTP protokoll használata esetén a körbefordulási idő mérésehez a vevőnek az adó által küldött RTCP-SR (Sender Report) csomagra kell válaszolnia egy RTCP-RR (Receiver Report) csomaggal és az üzenetváltás eredményeképpen számítható a körbefordulási idő.

Ha a vevő képes lenne azonnal válaszolni, akkor a körbefordulási idő az adóoldalon egyszerűen mérhető lenne a kiküldött RTCP-SR üzenet időpontja és a rá be-

érkezett RTCP-RR csomag között eltelt idő alapján. Tehát ideális esetben a körbefordulási idő

$$T_{körbefordulási} = T_{RR\_vétele} - T_{SR\_küldése} \quad (6)$$

ahol  $T_{SR\_küldése}$  az RTCP-SR üzenet küldésének időpontja az adóban,  $T_{RR\_vétele}$  pedig az RTCP-RR vételi időpontja szintén az adóban.

Mivel azonban a vevő nem képes azonnal válaszolni, így a válasz vevőoldali késleltetését le kell vonni az előbb említett különbségből. A vevőoldali késleltetési időt ( $T_{vevő\_késli}$ ) a vevőnek figyelnie kell és továbbítania azt az RTCP-RR válaszcsoomagban, így azt az adó képes a körbefordulási idő számításánál figyelembe venni. Ez alapján a (4) kiegészíthető a vevőoldali feldolgozási késleltetéssel az alábbiak szerint:

$$T_{körbefordulási} = T_{RR\_vétele} - T_{SR\_küldése} - T_{vevő\_késli} \quad (7)$$

## 5. A paraméterek mérésének gyakorlati megvalósítása

A körbefordulási idő gyakorlatban történő mérésére a korábban tárgyalt elvi módszerek használhatók, a csomagvesztési arány és a jitter méréséhez azonban általában más módszer szükséges.

### 5.1. Csomagvesztési arány mérése a gyakorlatban

A csomagvesztési arányhoz szükség van annak az ismeretére, hogy összesen mennyi csomagot kellett volna megkapni. Ez az adat a csomagsorszámok figyélésével meghatározható, de az RTCP-SR üzenetek is tartalmazzák ezt. A valós alkalmazásokban azonban nem minden esetben alkalmazzák az RTCP-SR üzeneteket olyan sűrűséggel, ahogy azt a mérés igényelné. Emiatt a csomagvesztési arány mérésére az RTCP-től független megoldást szoktak alkalmazni, mely képes ezeket az értékeket közvetlenül az RTP adatfolyamból megállapítani.

A csomagvesztési arány kiszámításához egy számlálóra van szükség, mely számlálja a hozzá beérkező csomagokat. A mérés célja pedig az, hogy mérési periódusonként határozza meg a csomagvesztési arányt. Jelölje  $s_e$  és  $s_u$  a mérési periódus elején beérkező legelső, illetve legutolsó csomag sorszámát. Mivel minden csomagban a csomagsorszám egyel nő, így egy periódus végén e két adatból megkapjuk az  $n_{elvárt}$  elvárt csomagmennyiséget:

$$n_{elvárt} = 1 + s_u - s_e \quad (8)$$

A csomagvesztési arányhoz már csak a mérési periódus során beérkezett csomagok számát kell meghatározni ( $n_{megkapott}$ ). Ha eltekintünk a csomagduplikációtól, akkor  $n_{megkapott}$  egy számlálóval meghatározható, ellenkező esetben egy megfelelően nagy méretű, bittérkép-ként megvalósított tagsági táblázat felvételével lehet meghatározni. A csomagvesztési arány így

$$\frac{\text{Elvesztett csomagok száma}}{n_{elvárt}} = \frac{n_{elvárt} - n_{megkapott}}{n_{elvárt}} = \frac{1 + s_u - s_e - n_{megkapott}}{1 + s_u - s_e} \quad (9)$$

## 5.2. A jitter mérése

A jitter pillanatnyi értéke (4) alapján meghatározható lenne, azonban egy külső (nem RTP) alkalmazás számára problémát jelenthet, hogy nem ismert az RTP folyamatban használt időalap, ami függ az átvitt média formátumától. Audió esetén például ez kódolótól függően 8 kHz vagy 16 kHz és általában megfelel az audió mintavételi frekvenciájának, videó esetén az IETF által ajánlott órajel a 90 kHz [7,11]. A videó esetében az időbélyeg órajelének frekvenciáját pont azért választják nagyra, hogy a hálózati jitter érték megfelelő pontossággal meghatározható legyen. Az órajelek ilyen megválasztása azonban csak irányadó, a gyártók ettől eltérő értéket is választhatnak, ráadásul az órajelet akár az adás közben is megváltoztathatják – erről persze az adónak a vevőt valamilyen módon értesítenie kell. Ezekből kifolyólag van szükség az órajel folyamatos meghatározására.

Ez a probléma úgy oldható meg, hogy meg kell határozni az RTP csomagban szereplő ismeretlen időalapú időbélyegeket és a mérőegység órája közötti kapcsolatot. A két időalap közötti letérés általában egy  $\alpha$  meredekségben és egy  $\delta$  eltolásban jelentkezik az eltérés. Ezáltal az  $i$ . csomagnál a mérő alkalmazás órája szerinti  $\tau_i$  küldési idő és az RTP fejlécben szereplő  $TS_i$  időbélyeg között az alábbi kapcsolat áll fenn:

$$\tau_i \approx \alpha \cdot TS_i + \delta \quad (10)$$

A pillanatnyi jitter értéke így (4) és (10) felhasználásával az alábbiak szerint alakul, ha (10) esetében egyenlőséget feltételezünk:

$$J_{t, pillanatnyi} = |\Delta T_t - \Delta \tau_t| = |\Delta T_t - \alpha \cdot \Delta TS_t| \quad (11)$$

továbbá a (10) összefüggésre alkalmazva az egymás utáni értékek különbségeként használatos  $\Delta$  operátort, az alábbi összefüggés adódik ki

$$\Delta \tau_i \approx \alpha \cdot \Delta TS_i \quad (11)$$

A (10) és (11) azt mutatja, hogy a  $\Delta$  operátornak köszönhetően a  $\delta$  eltolás már nem kap szerepet, ezért a mérés során csak az  $\alpha$  meredekség meghatározása a feladat.

A (11) majd az (1) összefüggések alapján azt kapjuk, hogy

$$\alpha \approx \frac{\Delta \tau_i}{\Delta TS_i} = \frac{\Delta T_i - \Delta \beta_i}{\Delta TS_i} = \frac{\Delta T_i}{\Delta TS_i} - \frac{\Delta \beta_i}{\Delta TS_i} \quad (12)$$

A (12) alapján jobban látszik a körülbelüli egyenlőség lényege, ami abban áll, hogy ha  $\alpha$  értékét két különböző időpontban értékelnénk ki az addigi adatok alapján, akkor két nagyon közeli vagy gyakorlatilag egyenlő számot kapnánk, amelyek azonban elvileg nem azonosak.

Ez a (12) összefüggésben úgy jelenik meg, hogy a  $\frac{\Delta T_i}{\Delta TS_i}$  tag tartalmazza az ideális  $\alpha$  értéket, amelyet akkor tudnánk azonnal kimérni, ha a hálózaton nem lenne késleltetésingadozás, azaz a második tag értéke 0 lenne. Az ideális  $\alpha$  érték meghatározható például abban az esetben, ha feltételezzük, hogy a hálózaton  $\Delta \beta$ , azaz a késleltetésingadozás várható értéke 0, ami gyakorlatilag teljesül. Ezzel a feltétellel tehát

$$\alpha_{ideális} = E \left\{ \frac{\Delta T}{\Delta TS} \right\} \quad (13)$$

A (13) meghatározható úgy, hogy elegendően sok egymás utáni  $\frac{\Delta T_i}{\Delta TS_i}$  mintát véve kiszámítjuk az  $\alpha$  tényező empirikus várható értékét, azaz

$$\alpha_{ideális} \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\Delta T_i}{\Delta TS_i} \quad (14)$$

A gyakorlatban problémát jelenthet az N darab előző minta tárolása, ekkor a várható érték autoregresszív módon is számítható, azaz:

$$\alpha_{i, becsült} = \alpha_{i-1, becsült} + \eta \left( \frac{\Delta T_i}{\Delta TS_i} - \alpha_{i-1, becsült} \right) \quad (15)$$

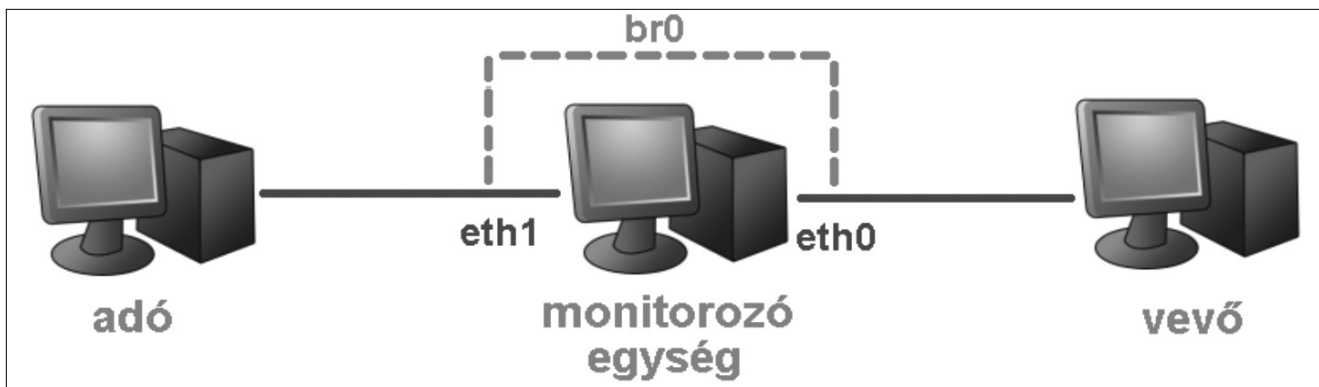
ahol  $\eta$  egy jellemzően 0.01 érték körüli konstans és  $\alpha_{i, becsült}$  jelöli az  $i$ -ik lépésben érvényes becslését az  $\alpha$  tényezőnek.

A (15) összefüggés alapján már számítható a (11) összefüggésben szereplő  $\Delta \tau_i$ , és ezután (4) és (5) képletekkel megkapható a jitter pillanatnyi becsült értéke.

## 6. Kísérleti eredmények, tapasztalatok

A késleltetésingadozás mérésére közölt algoritmus vizsgálatát valós laboratóriumi környezetben is elvégeztük. A mérési elrendezést vázlatosan a 3. ábra mutatja be.

3. ábra A méréshez használt elrendezés



A forgalmi adatokat monitorozó egység egy két há-  
lózati kártyával rendelkező számítógép volt, melyen De-  
bian Linux alatt futott a jitter mérését végző mérőeszköz.  
A monitorozó egység bridge-ként (az ábrán *br0* névvel  
jelölve) működött, ahol az egyik interfészről a másikra (az  
ábrán ez az adó→vevő irányú forgalomnál *eth1*, illetve  
*eth0*) átmásolt csomagokat elemzés céljából megkapta  
a monitorozást végző processz is. A tesztelés során a  
program a mért adatokat egy, a monitorozó egységen fu-  
tó adatbázisban tárolta.

A mérés során az RTP adatfolyamot az adóban a Vi-  
deoLAN lejátszó [13] állította elő, melynek a nyálabolási  
formátuma MPEG-2 Transport Stream volt, a videó-forrás-  
kódolás MPEG-2 videó, az audióé pedig „MPEG-1 Audio  
Layer III. A vevőn a dekódolás vagy lejátszás szintén a  
VideoLAN lejátszóval történt. A kidolgozott mérőmodul  
tartalmazta a jitter, a csomagvesztés és a sáv szélesség  
mérését, ezen módszerek közül a jitter mérését végző  
egység működése csak az érdekes.

### 6.1. A valós idejű jitter-mérő és az off-line kiértékelés eredményeinek összehasonlítása

Az összehasonlítás párhuzamos mérésen alapult, va-  
gyis egyetlen 1600 kbit/sec-os bitsebességű RTP forgalmat  
mértünk, melyet a monitorozó egység és a vevő párhuzamosan  
figyelt. A monitorozó egységen a jitter értékét a mérőmodul  
mérte és a mért értékeket adatbázisba írta. A jitter mérésé-  
hez az (5) képletnél  $\delta$  értékére 0.06, a (15) képletnél  $\eta$   
esetén pedig 0.008 értékeket használtunk.

A vevőoldalon a jitter értékét úgy határoztuk meg, hogy  
csomagonként rögzítettük az RTP folyamat a vételi idő-  
vel együtt, ezután off-line kiszámoltuk az átlagos késlel-  
tetést és kiértékeljük az ingadozását úgy, hogy az off-line  
módszernél ismertük a 90 kHz-es referencia órajel értékét.

A 4. ábra megmutatja, hogy a (15) összefüggés alap-  
ján működő algoritmus milyen pontossággal volt képes  
az órajel értékek becslésére. Látható, hogy ugyan a leg-

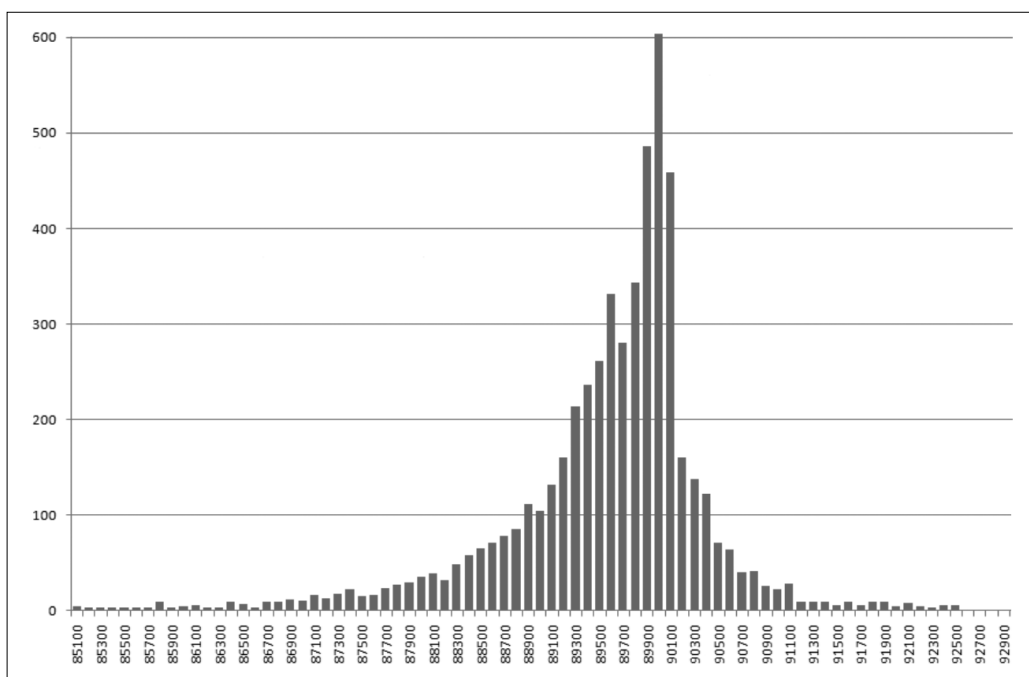
magasabb értéket a 90 kHz mutatja, de jelentős szám-  
ban fordultak elő a 89 kHz és 91 kHz közötti értékek is.  
Ennek a mérésnek ott van jelentősége, hogy ennek alap-  
ján lehet csak a (11) képletet alkalmazni, ami emiatt a becslés  
miatt már csak közelítőleges pontosságot ad, és az on-line  
jitter mérésnél alkalmazott (4) és (5) összefüggé-  
sekben ezt a közelítő értéket tudjuk figyelembe venni.

Az off-line mérések során kapott jitter értékeket az 5.  
ábra, a bemutatott módszeren alapuló valós idejű mérés  
eredményeit 1 másodperces mérési periódus mellett pe-  
dig a 6. ábra mutatja be.

A két ábra összehasonlításából látszik, hogy a valós  
idejű jitter mérés lényegében jól adja vissza az optimális  
off-line kiértékelés algoritmus eredményeit. A két mód-  
szer által kimutatott időbeli változás lényegében meg-  
egyező, a különbség ebből a szempontból csak az idő-  
alap finomsága és az off-line algoritmus kezdeti értéke-  
nek (0-ik másodperc) bizonytalansága. A mért értékek  
nagyságának tekintetében pedig az figyelhető meg, hogy  
a valós idejű algoritmus az autoregresszív becslés miatt  
kissé kisimítja az értékeket, ami mind a lokális átlag fe-  
letti értékeknél, mind pedig a lokális átlag alatti értékek-  
nél az átlag felé módosítja azokat, vagyis a kiugróan ma-  
gas értékek kevésbé magasak, és az átlagtól kisebb ér-  
tékek is kevésbé lesznek kisebbek.

## 7. Összefoglalás

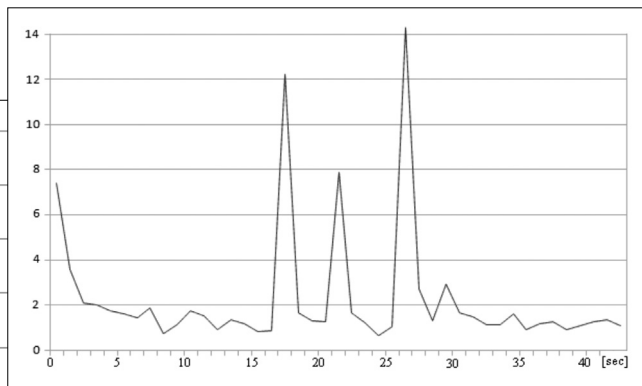
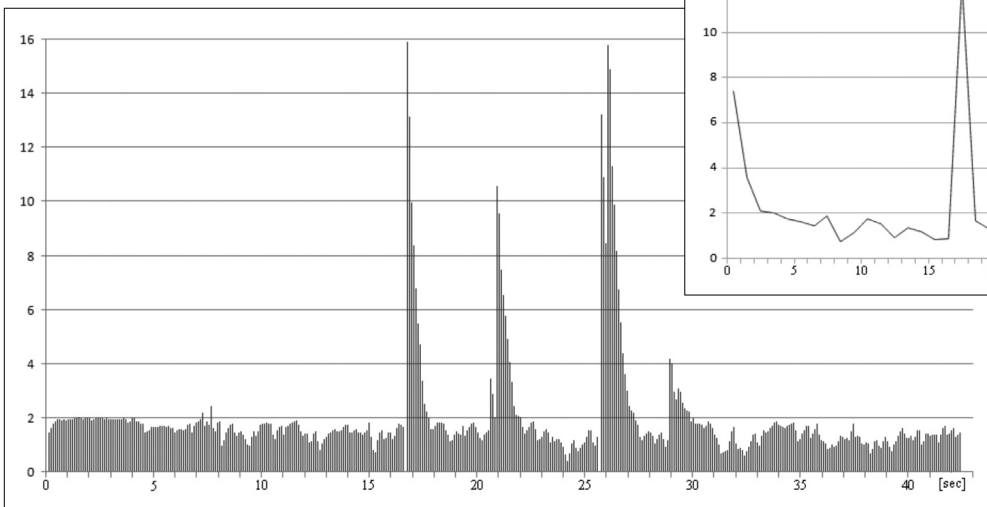
Az IP hálózat bizonyos működési paraméterei jelentő-  
sen befolyásolhatják az IPTV szolgáltatás minőségét.  
Ezen paraméterek mérése ezért mind a médiaátviteli al-  
kalmazások számára, mind pedig a hálózat tervezése és  
üzemeltetése szempontjából fontosak. A cikkben bemu-  
tattuk a videó-adatfolyam átvitele szempontjából kritikus  
IP hálózati paramétereket, ismertettük azok alapvető mé-  
rési módszereit, valamint a két legfontosabb paraméter,



4. ábra  
A megfigyelt RTP  
időbélyegek alapján  
a becsült órajel értékek  
hisztogramja  
100 Hz pontossággal

## 5. ábra

Az off-line mérés alapján kapott jitter értékek [msec] az idő függvényében



6. ábra  
Valós idejű mérés alapján kapott jitter értékek [msec]

a csomagvesztési arány és a jitter mérésére mutattunk be egy-egy egyszerű gyakorlati módszert.

A jitter mérésének gyakorlati megvalósításához egy olyan módszert ismertettünk, amely több részadatot egyszerű becsléssel határoz meg a pontos, de lényegesen komplexebb megoldással szemben. A módszer alapján kifejlesztett mérőeszköz folyamatosan, valós időben képes a jitter értékek meghatározására lényeges tárkapacitás igény nélkül, miközben az off-line módszer csak a rögzített forgalmon képes meghatározni a jitter értéket és több menetben határozza meg a paramétert, ami memóriagényes és valós mérésként nem használható.

### A szerzőkről



**LOIS LÁSZLÓ** 1971-ben született Tatabányán. 1995-ben okleveles mérnök-informatikus diplomát szerzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, majd 2005-ben ugyanitt szerezte meg a PhD fokozatát. 1998 óta a BME Híradástechnikai Tanszékén dolgozik, jelenlegi beosztása egyetemi adjunktus. Fő kutatási területe többek között a videó- és hangjelek forráskódolása és átvitele másorterjesztő és adatátviteli hálózatokon.

### Irodalom

- [1] BSF – Broadband Services Forum, IPTV Explained – Part 1 in a BSF Series. <http://www.broadbandservicesforum.com/images/Pages/IPTV%20Explained.pdf>
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV>
- [3] Breznick, A. (2008), A Switch in Time: The Role of Switched Digital Video in Easing the Looming Bandwidth Crisis in Cable. IEEE Communications Magazine, 46 (7), pp.96–102.
- [4] SYSTIQUE. IPTV, <http://wiki.hsc.com/IPTV>
- [5] Lois L., Sebestyén Á., „Hibajavító kódolás IPTV hálózaton”. Kutatási jelentés, BME Híradástechnikai Tanszék, 2008. szeptember.
- [6] Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R., Jacobson, V., „RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications”, RFC 3550, July 2003.
- [7] Schulzrinne, H., Casner, S., „RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control”, RFC 3551, July 2003.
- [8] Palotás, G. (2006/1). Multimédia szolgáltatások IP hálózatokon: Triple Play. Híradástechnika. LXI (2), pp.6–11.
- [9] Lois L. (2007/9) Videós szolgáltatások megvalósítása adatátviteli hálózatokon. Híradástechnika, LXII (5), pp.35–48.
- [10] [http://en.wikipedia.org/wiki/Autoregressive\\_moving\\_average\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Autoregressive_moving_average_model)
- [11] Real-time Transport Protocol (RTP) Parameters. Clock rates. <http://www.iana.org/assignments/rtp-parameters>
- [12] <http://en.wikipedia.org/wiki/Multicast>
- [13] VLC media player website. <http://www.videolan.org/vlc/>

# Meteorológiai radarok WiFi zavartatása

HORVÁTH ZOLTÁN<sup>1</sup>, VARGA DÁVID<sup>1</sup>, LUKOVSZKI CSABA<sup>2</sup>, MICSKEI TIBOR<sup>3</sup>

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,*

*<sup>1</sup>Híradástechnikai Tanszék, <sup>2</sup>Távközlési és Médiainformaticai Tanszék,*

*<sup>3</sup>Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék*

*horvathz@hit.bme.hu, varga.david@duvinet.hu, lukovszki@tmit.bme.hu, micskei@gmail.com*

*Kulcsszavak: meteorológiai radar, 802.11a, WiFi, WLAN, RLAN, zavartatás, interferencia, DFS, szabályozás*

**Milyen problémákat okoz a WiFi-hálózatok terjedése a meteorológiai megfigyelésben? Zavarhatják-e a radarok a WiFi-hálózatunk forgalmát? Napjainkban az európai időjárás-előrejelző rendszer részeként három meteorológiai radar működik Magyarországon az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) felügyelete alatt. Az egyre terjedő WiFi (Wireless Fidelity) hálózatoknak következtében a meteorológiai állomások egyre gyakrabban szembesülnek az 5 GHz-en működő IEEE 802.11a szabványú WiFi adók zavaró hatásával. Ezen interferenciák jelentősége korántsem jelentéktelen, hiszen nemcsak a sok esetben kritikus, rövid távú meteorológiai előrejelzés hatékonyságát rontják egyre jelentősebb mértékben, de a jövőben is beláthatatlan lehet a következményük. Erre a jelenségre hozták létre a DFS (Dynamic Frequency Selection) megoldást, mely napjainkban a legelterjedtebb módja a meteorológiai radarok és WiFi adók közti interferencia problémák kiküszöbölésének. Habár széles körben alkalmazzák, nem jelent általános megoldást a gyakorlatban. A cikkünkben összefoglaljuk a probléma jelentőségét, valamint felvázoljuk a jelen és a jövő megoldási lehetőségeit.**

## 1. Bevezetés

Történetünk kezdete sok évvel ezelőttre nyúlik vissza. A korszerű meteorológiai radarok megjelenése forradalmasította a pontos rövid távú meteorológiai előrejelzést. Azzal viszont kevesen számoltak, hogy a vezeték nélküli hálózatok (továbbiakban: WiFi – Wireless Fidelity), WLAN (Wireless Local Area Network) vagy RLAN (Radio Local Area Network) [2] robbanásszerű elterjedése bizonyos esetekben ezen rendszereket hátrányosan befolyásolja, zavarja – nemcsak hazánkban, de az egész világon.

Cikkünk következő szakaszában bemutatjuk, hogy ez a zavaró hatás hogyan jelentkezik a meteorológiai radarok képernyőjén és ennek milyen súlyos következményei lehetnek, valamint a probléma könnyebb megértéséhez ismertetjük a radarok működését. Ezt követően utánajárunk, hogy pontosan milyen okokra vezethető vissza a zavartatás. Mindezeket a szakirodalomban megtalálható, az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) és a Nemzeti Hírközlési Hatóság (NHH) által rendelkezésre bocsátott adatok, valamint saját méréseink alapján mutatjuk be. Végül ismertetjük a problémára jelenleg nem teljes körűen alkalmazható DFS megoldást, valamint annak hátrányait és nemzetközi javítási törekvéseket. Rámutatunk továbbá, hogy ezen javításokkal csak hosszú távon érhetünk el eredményeket és még akkor sem garantálható a zavartatás megszűnése. Ezért ezeket segítő további lépéseket javasolunk, melyek a folyamatot felgyorsítják, valamint hosszú távon teljes megoldást adnak. A probléma jellege miatt azonban rövid távon – átmenetileg – is hatékony eszközökre van szükség, így ilyen műszaki megoldásokra is javaslatot teszünk – melyek részletesebb kifejtését az NHH-nak készített terjedelmes ta-

nulmányunk („A WiFi DFS megoldás hatékonyságának elemzése és a radarzavartatás elhárításának lehetőségei” – kivonat: [1]) tartalmazza.

## 2. A meteorológiai radar zavartatásának problémája

### 2.1. A jelenség és jelentősége

Magyarországon az európai időjárásjelző rendszer részeként az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) jelenleg három meteorológiai radart üzemeltet – Budapesten, Napkoron illetve Pogányvárnál (lásd 4. ábra). E radarok az ország és környezete légterében található légköri csapadékszint mérésére szolgálnak, melyek a rövid távú meteorológiai előrejelzésekben nélkülözhetetlenek. Sajnálatos módon ezen megfigyelések által előállított meteorológiai előrejelzéseket a széles körben elterjedt vezeték nélküli eszközök egy része jelentős mértékben zavarhatja.

Az OMSZ által rendelkezésünkre bocsátott 1. ábrán látható radiális sávok, szektorok a zavaró adók által sugárzott jelek következtében jelennek meg. Ezek jelentős mennyiségű csapadéknak felelnek meg, így hatásuk meglehetősen zavaró. Az is veszélyes, amikor a valódi felhőkből származó értékek szuperponálódnak a zavarból származókkal (az ábra bal alsó része), mivel így hamis konklúziót vonhatunk le a várható csapadék mértékét illetően.

A probléma jelentőségét az adja, hogy akár egyetlen WiFi-eszköz okozta zavartatás is megakadályozhatja heves viharok előrejelzését, melyekkel az elmúlt években is gyakran előforduló katasztrófák előzhetők meg. Ennél még súlyosabb lehet a helyzet, ha ugyanez a légiközle-



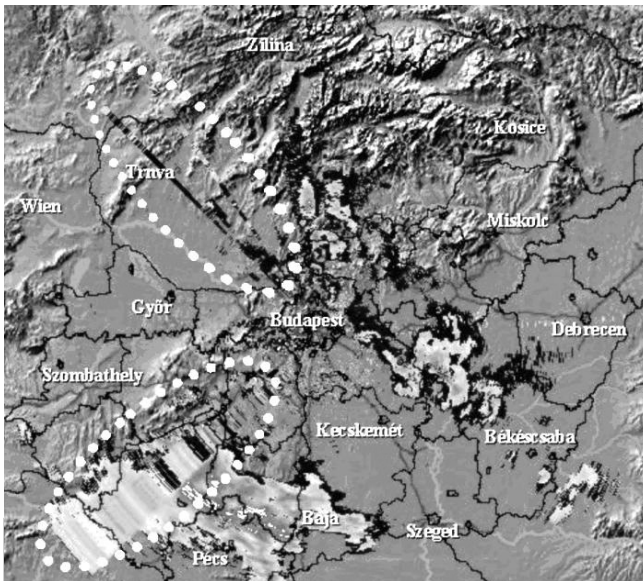
kedésben jelenik meg – ugyanis a légi irányítás is ezen radarmérésekből származó információt használja. A helyzet azonban a gyakorlatban még rosszabb, ugyanis általában nem csak egy, hanem gyakran akár 5-8 zavaró sáv is jelen van a radarképen, ami a 360°-os észlelési tartományból összesen akár 30°-90°-ot is kitakarhat.

A radarok egyenként maximum 240 km sugarú körben képesek méréseket végezni. A három magyarországi radar képéből egy az országot lefedő úgynevezett kompozit csapadékkintenzitás-térkép készül. Ezen kompozit képek az OMSZ honlapján [18] 15 percenként kerülnek frissítésre.

**2.2. A meteorológiai radarok működése**

A zavartatás okának jobb megismeréséhez röviden tekintsük át a meteorológiai radarok működését [14,16]. A radar működése során adott magassági szöget (eleváció) tartva fordul körbe, miközben nagyteljesítményű impulzusokat bocsát ki, illetve eközben veszi a vízcseppek és jégszemcsék (általában hidrometeorok) által visszaszórt jelet. A visszaérkezés időpontjából kiszámítha-

1. ábra RLAN zavar a meteorológiai radarképen  
A radarképen a felhőzetten kívül RLAN állomások által okozott interferenciazavarok is megjelennek a pontozott területen, melyek lehetetlenné teszik a csapadékeloszlás pontos megfigyelését.



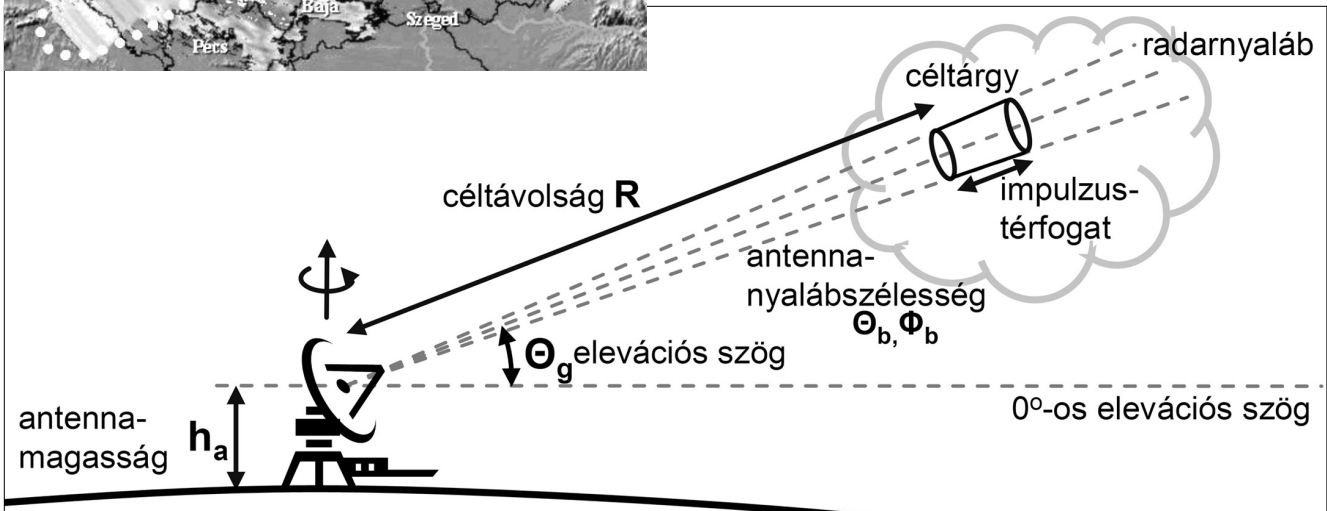
tó, hogy milyen messziről érkezik vissza a jel, az intenzitásból pedig a hidrometeorok méretére és sűrűségére lehet következtetni – természetesen a már ismert távolságnak megfelelő csillapítással kompenzálva az intenzitásértéket. A pásztázás során a radar egy kör megtétele után emeli az elevációs szöget 0-90°-ig.

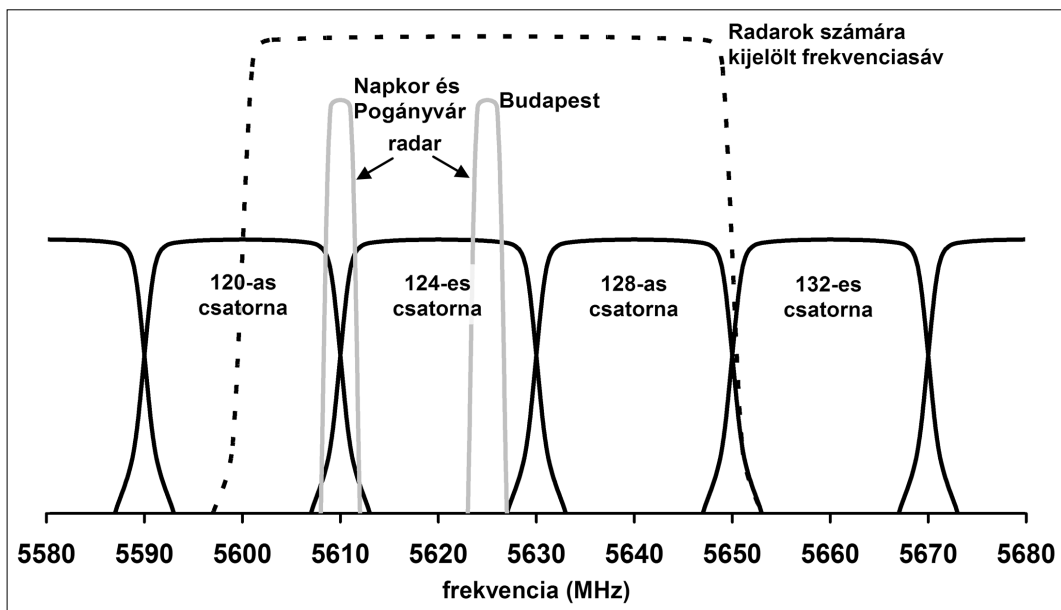
**2.3. A zavartatás tartalmazó radarkép kialakulásának magyarázata**

Amennyiben a radar frekvenciatartományában WiFi-eszköz is üzemel és éppen ad, amikor a radar a közel 1°-os nyílásszögű antennájával arra néz, akkor ez az additív jel is feldolgozásra kerül. Mivel ezek a WiFi-eszközök a földfelszín közelében helyezkednek el, a zavar tipikusan 0-1°-os elevációnál jelentkezik, melyhez a horizonton látszódnó légkör – körülbelül 240 km-es távolság – vizsgálata tartozik. A radarantenna főnyalábjának keskenysége (3 dB-re vonatkozó 1°-os irányélességi szöge) miatt többnyire csak 1-2° szélességben jelentkezik a zavar. Ennek megfelelően a radarképen egy keskeny, közel folytonos sáv, vagy nagyon vékony körcikk jelenik meg. A csapadéktól eltérően ennek intenzitása a radartól távolodva folyamatosan nő. Ennek az az oka, hogy a WiFi-eszköz közel állandó teljesítménnyel ad, de ezt szinte folytonosan teszi, így a radar szinte mindig veszi a jelet. Mivel a radar működéséből adódóan a beérkezési időhöz egy távolságot is rendel, ez okozza a radiális irányú cikket. A távolsággal együtt viszont az említett módon kompenzációt is végez, s így az időben később jövő – „távolibb” – ugyanolyan teljesítményű jelekhez nagyobb intenzitást rendel. A képen ez okozza a sugárirányú elszíneződést.

A keletkező rajzolat ezért jellemzően a WiFi jelének a radarnál vett teljesítményétől függően a radartól néhány 10 km-es távolságban kezdődik (itt van a kompenzációval együtt az érzékenységi szint) és 240 km-es távol-

2. ábra  
A meteorológiai radar működésének vázlatja  
A meteorológiai radarok folyamatos forgást végeznek, illetve emelik az elevációt és eközben a periódikusan kibocsátott rádióhullám-impulzusok visszaverődéséből határozzák meg a csapadékkintenzitást az adott távolságban.





3. ábra  
A 802.11a csatornák és a meteorológiai radarok által használt sávok a frekvenciatartományban

Az ábrán a magyarországi radarok számára kijelölt 5600-5650 MHz-es tartomány és az azzal átlapolódó, 802.11a eszközök által használt 120-as, 124-es és 128-as csatornák láthatók, valamint a hazai három radarállomás által ténylegesen használt frekvenciasáv.

ságig folyamatosan erősödik. A rajzolat radiálisan eltérő – gyakran nem folytonos mintázatot mutat (lásd 1. ábra). Ennek magyarázata, hogy a WiFi-eszköz nem folytonosan ad, a csatornája időbeli kitöltési tényezője 100%-nál kisebb.

### 3. A zavarítás oka

Az 5600-5650 MHz-es frekvenciatartományban az IEEE 802.11a szabványú eszközök lehetnek többnyire zavaró hatással a radarokra. A vonatkozó szabvány [3] ugyan nem szól a kérdéses frekvencián való működésről, de nem is tiltja azt.

Ezért készültek, és Magyarországon is kaphatóak olyan 802.11a szabványú eszközök, amelyek működési frekvenciája erre a tartományra hangolható szoftveres vagy hardveres úton. A zavart fokozhatja az ilyen áthangolt eszközök esetén a megengedettnél nagyobb, vagy szögterületben erősebben koncentrált teljesítmény kibocsátása.

Tapasztalataink szerint nemcsak a 802.11a szabványban rögzített 36-161 sávok használhatóak a gyakorlatban, mivel a helyi szabályozások, – köztük a magyar is –, engedélyezheti a használatukat vezeték nélküli hozzáférési rendszerek – például a WiFi – számára. A magyarországi szabályozások [17] ténylegesen lehetővé teszik az 5470-5725 MHz közti frekvenciatartományban RLAN- és WMAN-eszközök használatát, azzal a feltétellel, hogy semmilyen módon nem zavarhatják a meteorológiai radarok működését. Az ajánlás szerint a radarok 30 km-es körzetében nem kívánatos a szélessávú eszközöket az adott – 5600-5650 MHz-es – 50 MHz széles sávban használni (3. ábra).

E sávval döntően összesen három – egymással nem átlapolódó – 20 MHz széles 802.11a csatorna van átfedésben: a 120-as, a 124-es és a 128-as csatorna, melyek rendre az 5590-5610 MHz, 5610-5630 MHz és 5630-5650 MHz közötti tartományt jelentik. A probléma fő okát tehát ez a egyes használatra szánt sáv okozza.

A sávokon belül a magyarországi szabályozás [17] ugyan megengedi WiFi-eszközök üzemeltetését, de azokra 1 W-os, illetve 500 mW-os maximális átlagos EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) korlátot ír elő – automatikus adóteljesítmény szabályozás mellett (TPC – Transmit Power Control), illetve nélkül.

A magyarországi radarokat azonban nem mind a három csatorna zavarja a jelenlegi radarbeállítások szerint, hiszen Pogányvárnál és Napkoron 5610 MHz-en, Budapesten 5625 MHz-en üzemelnek (lásd 3. és 4. ábra). Figyelembe véve, hogy a radarok által leggyakrabban használt 0,8  $\mu$ s-os impulzushossz esetén a radarjel – a -3 dB-re vonatkoztatott – sáv szélessége 1,25 MHz, így a zavar jelenleg csak a 120-as és 124-es csatornák esetén áll fenn. A WiFi és a radarok által használt spektrum átlapolódása miatt tehát amennyiben az eszközök nem rendelkeznek a dinamikus frekvenciaválasztás (DFS – Dynamic Frequency Selection) képességgel, vagy az nem megfelelően működik, akkor mindenképpen zavarni fogják a radarméréseket.

Természetesen az adott csatornákat használó radarhoz közeli WLAN-hálózatokban is problémát jelenthet a radar jele, az időszakosan csomagvesztést okozhat, vagy jól működő DFS esetén váratlan csatornaváltást és így a kapcsolat akár percig történő megszakadásához vezethet. Sok esetben megtörténhet tehát az, hogy a radar és a WiFi-eszköz kölcsönösen zavarja egymást úgy, hogy arról a jóhiszemű WiFi-felhasználó nem is értesül. Tovább rontja az a helyzetet, ha a felhasználó illegális módon a megengedettnél nagyobb teljesítménnyel sugároz, vagy szándékosan kikapcsolja a TPC illetve DFS mechanizmusokat – ezzel jelentős kárt okozva.

### 4. Megoldási javaslatok

A továbbiakban áttekintjük, milyen lehetőségek állnak rendelkezésre a probléma megoldására. Röviden bemutatjuk a már létező és alkalmazott DFS-t, ugyanakkor ennek korlátai miatt további általunk javasolt lehetősé-

geket vázolunk, melyek segíthetnek az interferencia megszüntetésében. A megelőzési, szabályozási, piacfelügyeleti lehetőségek mellett számba vesszük azon műszaki megoldásokat is, melyekkel a zavarás észlelhetővé, szűrhetővé válik, vagy éppen csatornafoglalás segítségével előzhető meg a kölcsönös zavartatás.

#### 4.1. A dinamikus frekvenciaválasztás (DFS)

A dinamikus frekvenciaválasztás (Dynamic Frequency Selection) a napjainkban leginkább elterjedt technológiai megoldás, amely a meteorológiai radarok és WLAN eszközök közötti interferenciát igyekszik feloldani. Működésének alapja, hogy amennyiben a DFS-képes WLAN-eszköz radarjeleket észlel, úgy egy másik csatorna használatára tér át. Több mérés, számítás és a tapasztalat azonban azt mutatja, hogy ez sok esetben nem történik meg [1,9-13]. Ennek megértéséhez át kell tekintenünk a két DFS-hez kapcsolódó szabványt; az IEEE 802.11h szabványt [4], illetve az ETSI EN 301893 direktívát [5-8].

Az IEEE 802.11h [4] az eredeti IEEE 802.11 [2], illetve ezen belül az IEEE 802.11a szabványt [3] egészíti ki a rádióspektrum és az adóteljesítmény menedzsmentjéhez szükséges funkciókkal. Ismerteti az implementálandó új eljárásokat, üzenettípusokat, használt keretformátumokat. Ugyan a szabvány létrehozásának elsődleges célja az európai radarrendszerekkel való együttműködés biztosítása volt, alkalmazásával lehetőség nyílik a rádióspektrum egyenletesebb kihasználására, illetve az adóteljesítmény változtatásával (TPC – Transmit Power Control) a hatótávolság vagy energiafogyasztás befolyásolására is.

A szabvány ismerteti az egyes rétegek közötti horizontális, azaz állomások közötti és vertikális, azaz az állomáson belüli kommunikáció folyamatát, nem szól viszont arról, hogy ezt a gyártók hogyan valósítsák meg. Nem határozza meg továbbá azon feltételeket sem, ame-

lyek teljesülése, esetünkben a radarjel érzékelése, elindítja a bővített funkciók működését az eszközökben. Ezekről a feltételekről az ETSI EN 301893 dokumentumok [5-8] tartalmaznak információkat.

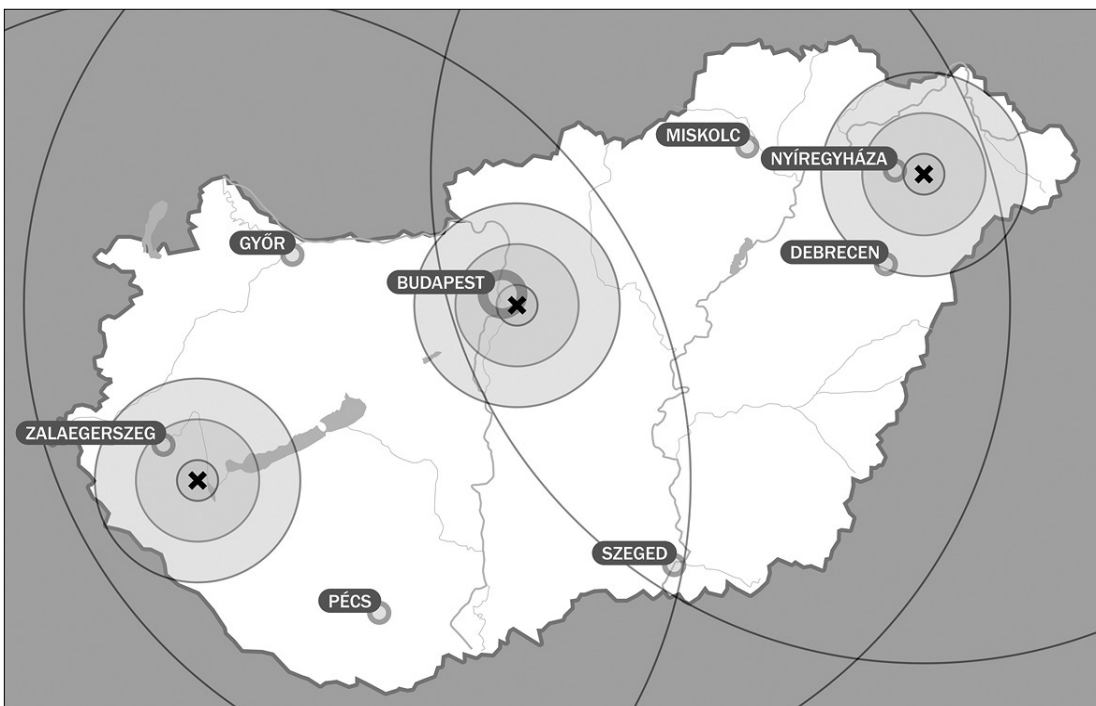
A szabványon túl az ETSI EN 301893 ajánlások azon gyakorlati követelményeket fogalmazzák meg, amelyeknek minden 5 GHz-en üzemelő eszköznek meg kell felelnie. A követelmények között szerepelnek az eszközök által kibocsátott jelek minőségére vonatkozó előírások csakúgy, mint például spektrummenedzsmentre vonatkozó követelmények, amely főként a DFS-t jelenti.

A gyakorlatban egy eszközt akkor nevezhetünk DFS-képesnek, ha az megfelel az érvényben levő ETSI EN 301893 szabvány DFS-re vonatkozó tesztheinek. Kérdéses azonban, hogy ez a DFS-képesség megfelelő védelmet jelent-e a meteorológiai radarok számára. A következőkben erre keresünk választ.

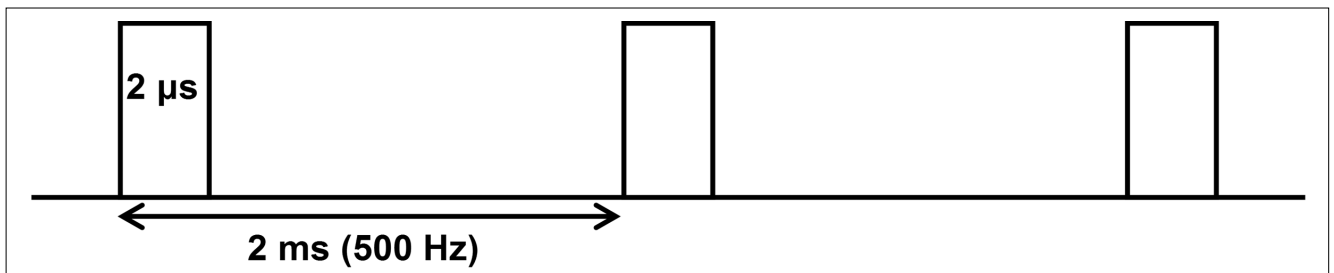
A válasz meglehetősen árnyalt, hiszen egy hatékonyan működő DFS-nek számos alkalmazási körülménnyel, radarműködéssel, valamint radarjel-típussal kell felvennie a harcot. A következőkben csak a hazai radarok működése alapján vonunk le következtetéseket.

A Magyarországon használt radarjelek specifikációját vizsgálva elmondható, hogy a valóságos radarimpulzusok rövidebbek, követési frekvenciájuk pedig kisebb, tehát minden valószínűség szerint bonyolultabb a detektálásuk, mint a szabványban [5-7] szereplő radarjeleknek. E tulajdonság miatt a DFS egy nem körültekintő implementációját vizsgálva akár jelentheti azt is, hogy az eszköz ugyan megfelel a vonatkozó ETSI szabványnak [5-8], ám a valóságban nem feltétlenül állja meg a helyét [1].

Fontos megemlítenünk azonban azt is, hogy a jelenlegi ETSI előírásokban szereplő, a WLAN eszközök DFS-bevizsgálására vonatkozó eljárások sem minden esetben megbízhatóak, így előfordulhat, hogy a bevizsgált



4. ábra  
A három magyarországi radarállomás elhelyezkedése  
Az ábra a Zalaegerszeg melletti Pogányvárnál, Budapesten és a Nyíregyháza melletti Napkoron található radarállomások helyét és az azokat övező 10, 30, 50 és 240 km sugarú köröket – a zavartatásban érintett, illetve a radarok által megfigyelhető területet mutatja.



5. ábra Egy DFS-képességet vizsgáló radarjelminta

Ilyen és ehhez hasonló radarműködést utánozó mintákkal kell tesztelni az eszközöket. Az ábra a 2 ms-onként ismétlődő 2  $\mu$ s hosszú impulzusokat mutatja.

és a szabványnak megfelelőnek minősített eszköz, nem-hogy a magyar, de még a tesztben szereplő radarjelminták észlelése esetén sem működik megfelelően.

Másik fontos hiányosság a rejtett bázisállomás problémája miatt is felléphet. A DFS szabványban a dinamikus frekvenciaválasztás képességét a Master eszközök (általában a hozzáférési pontok) valósítják meg, így elsődlegesen ők felelősek a radarjelek észleléséért is. Ugyanakkor bizonyos DFS Slave eszközök (általában a kliensek) is képesek lehetnek a radarjelek érzékelésére, ez azonban számukra nem kötelező.

A valóságban könnyen előfordulhat olyan helyzet, hogy a radarral a DFS Slave eszköz antennája „néz szembe”, míg a DFS Master eszköz antennájának pont a „háta mögött” van a radar, sőt ha az épp egy ház falára van felelősítve, akkor az is nagy mértékben csökkenti a radar jelszintjét a Master eszközben. Ilyen helyzetben a radart érzékelni képes Master eszköznél a radar jele akár 50-60 dB-lel is gyengébb lehet, mint a Slave-nél, vagy akár egyáltalán nem is érzékelhető. Ekkor a Slave eszköz jele a radaron megjelenhet zavaroként. Amennyiben a Slave eszköz nem képes a radarjelek érzékelésére, a Master pedig eleve nem is „hallja” azt, úgy abban az esetben a hálózat nem fog másik csatornát választani és a zavaró jel állandósul a radarnál.

Mindezek mellett további problémát jelent, hogy a DFS nem csak a radar-WiFi interferenciát hivatott megoldani, hanem a működés WiFi-WiFi zavarás esetére is kiterjed. Emiatt pedig egy igen dinamikus környezet is létrejöhet, melyben a radar frekvenciáján időszakosan hol megjelenő, hol eltűnő zavarforrások jelentkeznek, ami a radarjelek WiFi-oldali észlelését illetve a radaroldalon a WiFi zavarás tényének megbízható megállapítását is kedvezőtlenül befolyásolja.

A fentiek alapján mindenképpen a legnagyobb hangsúlyt a WiFi-eszközök bekapcsoláskor, illetve frekvenciaváltásakor elvégzendő radarészlelési tesztekre kell fordítani ahhoz, hogy egy radar jelenlétét minél biztosabban meg lehessen állapítani, s ezzel a zavaró sávhasználatot meg lehessen előzni. Ennek biztosításához javasoltuk, hogy a kezdeti észlelési időtartamot az ETSI EN 301 893 1.3.1-es [6] és 1.4.1-es [7] előírásokkal szemben legalább 10 percre szükséges megnövelni. Ez az 1.5.1-es [8] szabványba már beépítésre is került. Ugyanakkor szintén javasoltuk azt a módosítást, miszerint azon csatornák használatát, ahol a radarészlelés megtörtént, a továbbiakban (a WiFi-eszköz kikapcsolásáig) mellőzni kell –

hiszen a radarok valószínűleg továbbra is ugyanazt a frekvenciasávot fogják használni.

A szabványok mellett fontos megvizsgálnunk, hogy a piacon lévő eszközök ezeket milyen mértékben valósítják meg. Összesen mintegy 50 különféle, Magyarországon széles körben használt WiFi-eszközt – access pointokat és klienseket – vizsgáltunk meg 2008-ban, hogy milyen mértékben támogatják a DFS-t. Az adatokat elemezve megállapítottuk, hogy a mintából mindösszesen 2 eszköz felel meg legalább a 1.3.1-es szabványnak [6], amelyek alapján azok a korábbi szabványokhoz képest hatékonyabbnak mondhatók, nagyobb – még mindig közel sem megfelelő – valószínűséggel képesek a radarokat észlelni és így csatornát váltani. A megvásárolható eszközök döntő többsége jelenleg is egy elavult, 4-5 éves DFS-sel [5] kompatibilis.

A DFS-sel kapcsolatban összegzésül elmondható, hogy a jelenlegi szabványok [5-7] műszaki szempontból sem alkalmasak maradéktalanul a probléma megoldására, de jelenleg az eszközök még ezen előírásoknak sem felelnek meg [1].

#### 4.2. Szabályozás és megelőzés

Mivel a fentiek alapján a DFS nem küszöböli ki teljes mértékben az interferenciát, ezért alternatív illetve kiegészítő megoldásokra is szükség van. Mint az imént is láthattuk, különböző szabványokkal és szabályozással befolyásolható a kialakult helyzet. Ezek viszont csak hosszú távon lehetnek hatásosak, ugyanis például a DFS-nél tapasztalható jelenség máshol is igaz; a szabvány vagy szabályozás hatása csak évek alatt, igen lassan és fokozatosan fejti ki hatását – figyelembe véve a szabvány véglegesítési fázisát, az eszközök újratervezését, tesztelését, minősítését, gyártósorra vitelét és a terjesztést. Mivel a már meglévő eszközöket a felhasználók csak azok korszerűtlenné válása vagy meghibásodása után cserélik le, ezért a nem megfelelő eszközök egy része akár 8-10 évig is még problémát jelenthet.

Ettől függetlenül természetesen a jövőre való tekintettel e hosszú távú megoldásokat is lehetőség szerint alkalmazni kell. Ezek közé sorolhatók az alábbi lépések [1]:

- 1) A meteorológiai radarok által használt sávot azok kizárólagos használatába kell adni. Ezzel az interferencia elsődleges okát lehetne megszüntetni, míg a 802.11a-s eszközök számára a többi sáv megmaradna, így jelentős korlátozást nem jelentene.

- 2) A DFS hatékonyságát fokozó műszaki megoldásokat kell kidolgozni és ezeket a vonatkozó szabványokba beépíteni [5,11,12].
- 3) A nem megfelelő DFS-képességű eszközök forgalmazását piacfelügyeleti eszközökkel kell mérésékelni.
- 4) A jelenlegi szabályozások [17] értelmében is tilos a radarok zavarása, így a hatóságok – hazánkban a Nemzeti Hírközlési Hatóság (NHH) – még intenzívebb fellépése indokolt.
- 5) A felhasználók és szolgáltatók tájékoztatása a problémáról és bevonásuk annak megoldásába.

A tájékoztatásnak és az iránymutatásnak eleget téve az NHH már 2005-ben kiadott majd 2006-ban frissített „Szélessávú adatátvitel rádiós hozzáférési eszközökkel” [17] című tájékoztatója részletesen tárgyalja az 5,6 GHz-es sávban működő rádiós rendszerekre vonatkozó szabályokat. Ennek célja pontosan az, hogy szabályozás útján próbálja meg elkerülni a radarok és WLAN eszközök interferenciáját. A dokumentum kiemeli, hogy „A radarok zavarása szigorúan tilos!”. Ehhez azt ajánlja, hogy a radarok 30 kilométeres körzetében ne használjanak WLAN eszközt az 5600-5650 MHz-es sávban. Ezt a 30 km sugarú – sötétebb árnyalatú – kört ábrázolja a 4. ábra is. A számításaink és méréseink is azt igazolják, hogy ennél távolabbról is zavarhatják a WiFi-eszközök a radarokat, így javasolt a 30 km helyett az 50 km-es védőtávolság betartása. Ezt a tartományt az ábrán látható nagyobb – világosabb árnyalatú – kör mutatja. Előbbi Magyarország területének 9%-át, utóbbi 25%-át jelenti.

#### 4.3. Zavarok észlelése és szűrése

A korábbi megállapítások alapján a DFS jelenleg nem oldja meg a problémát és ezt a megfelelő szabályozástól [8,12,15] is csak hosszú távon várhatjuk. Éppen ezért szükség van olyan alternatívákra, melyek segítségével az interferencia káros hatásai rövid távon is mérsékelhetőek. Erre nyilvánvalóan csak a WLAN-eszközök működésének megváltoztatása nélkül van lehetőség, azaz a meglévő zavarokat szükséges a radaroldalon szűrni. Sokszor azonban már az is igen nagy segítség lenne, ha alkalmas szűrés hiányában automatikusan észlelni lehetne a WiFi-eszközök okozta zavart és a radarkép egyes képpontjaihoz hozzá lehetne rendelni azt az információt, hogy az meteorológiai szempontból értékes-e vagy az interferencia következménye.

A detektálásra és szűrésre a következő megoldásokat javasoljuk [1]:

1. Amennyiben a radarjel vételével egy időben nem csak annak frekvenciasávját, hanem egy sávszűrővel az azon kívüli, de a radarral átlapolódó csatorna frekvenciatartományán kívüli sávot is figyeljük, úgy ennek aktivitása valószínűleg interferáló WLAN-eszközre utal. Ezzel a detektálást megvalósítottuk. Korlátozottan szűrésre is lehetőség van, ha a radar sávjában érzékelt intenzitásból kivonjuk az azon kívül észlelt WLAN-jel intenzitását – amennyiben feltesszük, hogy az interferencia és a WLAN-ok általában tapasztalható spektrumképe megegyezik.

2. A nemkívánatos zavarokat időtartományban is detektálhatjuk, illetve szűrhetjük. Ezt úgy tehetjük meg, hogy a radarimpulzus után csak abban az időablakban vesszük figyelembe a visszaérkező jeleket, amikor azok hidrometeorok visszaszórásából létrejöhetnek. Az időablakot a felhők évszaktól függő jellemző minimális és maximális magasságából és a radar elevációs szögéből számíthatjuk ki.

3. Az interferenciát észlelhetjük, illetve szűrhetjük is, ha más forrásból származó képi információk is rendelkezésre állnak. Például műholdképek vagy földi kamerarendszer segítségével a felhőzetről a radarok által használt sávon kívüli – interferenciamentes – észlelést alkalmazva a különbözőzeti képen a zavar megjelenik, míg a képi információk alapján a radarkép hiányzó részei részlegesen pótolhatóak.

4. A zavardetektálásra és -szűrésre háromdimenziós képpalkotási eljárás is felhasználható. Megfelelően sűrű, átlapolódó radarhálózatot használva egy térrészt több radarral is megfigyelhetünk, így a felhőzetről a radarok által készített háromdimenziós adatokat összevetve az eltérések észlelhetők és különböző algoritmusok segítségével – vagy legalább 3 radar esetén – többségi szavazással meghatározhatók az adott térrészhez tartozó meteorológiai fontos jellemzők.

5. Az interferencia detektálására a zavarok és a meteorológiai jelenségek eltérő dinamikája is lehetőséget nyújt. Az interferencia hirtelen létrejövő és megszűnő jelenség, így két egymást követő radarképen ez nem egyezik meg. Ezzel ellentétben a meteorológiai jelenségek statikusnak mondhatók, 1-2 perces időtartomány-

### Jótanácsok

#### WiFi-felhasználóknak és -szolgáltatóknak

1. Ha nem használjuk a 802.11a-t (5 GHz), akkor tiltsuk le! A 802.11b/g (2,4 GHz) használjuk inkább!
2. Ne a 120-128-as számú csatornákat használjuk, amennyiben statikus csatornakiosztást alkalmazunk a 802.11a (5 GHz) esetén!
3. Engedélyezzük a DFS (Dynamic Frequency Selection, automatikus csatornaválasztás) opciót, amennyiben nem használhatunk rögzített csatornát!
4. Használjunk irányított antennát (pont-pont topológia esetén és pont-multipontban a végpontok esetén), de ügyelve arra, hogy az antennák főnyalábjába egyetlen radarállomásra se essen!
5. Csak a szükséges adóteljesítményt használjuk (általában a WiFi-eszköznél beállítható), figyelembe véve az irányított antenna nyereségét!
6. Engedélyezzük a TPC (Automatic Transmit Power Control) opciót, amennyiben az lehetséges!
7. Csak az ETSI EN 301 893 V1.3.1-nek vagy újabb előírásnak megfelelő eszközt használjunk!
8. Engedélyezzük az RTS/CTS használatát az eszközünkön!

ban a hirtelen csapadékintenzitás-változás nem jellemző, főleg akkor, ha a korábbi mérésekből a mozgási vektorokat kiszámolva megbecsüljük, milyen radarképet kellene kapnunk és ezzel hasonlítjuk össze az esetlegesen zavart is tartalmazó mért eredményt.

6. Lehetőség jelenthet a WiFi- és a radarjelek elkülönítésére, ha utóbbiak esetén megfelelő modulációt alkalmazunk, a visszaszórt jelet pedig alkalmas demodulátoron keresztül detektáljuk. Ezzel a módszerrel elérhető, hogy a zavaró WLAN-jel csupán megnövekedő zajszint formájában legyen észlelhető. Sajnálatos módon ehhez szükség lenne a radarjel aktív formálására, ami az úgynevezett magnetronos radarok estén – mint amilyenek általában a meteorológiai radarok – nincsen lehetőség, így ez csak a más elven működő – általában katonai célú és jóval költségesebb – radaroknál jelenthetne megoldást.

#### 4.4. Egyéb lehetőségek az interferencia megszüntetésére

A fenti módszerek – a korábbi megfontolások alapján – a radaroldalon próbálják meg a zavart megszüntetni. Ezzel szemben a következő újszerű lehetőséggel [1] mód nyílik a WLAN-eszközök működésének beavatkozásába, annak érdekében, hogy az interferenciát csökkentsük.

A megoldás lényege, hogy a WLAN-ok által támogatott RTS/CTS ütközésselkerülő és erőforrás-foglaló mechanizmust használjuk [2]. A radar – illetve az azzal összekapcsolt alkalmas WLAN-eszköz – a meteorológiai észlelés mellett CTS kereteket is sugározna, mellyel éppen a radarnyalámba eső terület WiFi-eszközeivel közli, hogy a csatornát adott időre lefoglalja. Az ezt vevő eszközöknek erre az általa kért időre az adásukat vissza kell tartaniuk.

A megoldás előnye, hogy egy már meglévő mechanizmust használunk a probléma megoldására, így ezzel nem csak a meteorológia észlelést óvjuk meg a WLAN-interferenciától, hanem kiküszöböljük a WLAN-ok radarok általi zavarását, elnyomását is. Sajnos hátrányként jelentkezik, hogy az RTS/CTS bár az eszközökön támogatott, mégis gyakran kikapcsolják ezt a lehetőséget a felhasználók, illetve a szolgáltatók – csökkentve ezzel a javasolt eljárás hatékonyságát. Hasonló csatornafoglalást lehet elérni néhány, a 802.11h szabványban definiált vezérlőkeret segítségével is [4].

Természetesen az eddig bemutatott hosszútávú és rövidtávú lehetőségek egyike sem képes azonnali és teljes körű megoldást nyújtani. Éppen ezért azokat az interferenciákat is kezelni kell, amelyeket az ismertetett módszerek alkalmazott csoportjával nem sikerült megszüntetni.

Ebben az esetben a klasszikus megoldás használható; a zavaró eszközt fel kell deríteni, majd annak üzemeltetőjénél kezdeményezni kell a zavarás megszüntetését. Ehhez a tradicionálisnak számító, úgynevezett háromszögletes technikán kívül olyan eszközeink is lehetnek, mint például a műholdképekkel segített „jelölt”-keresés vagy a megfelelő érzékelőkkel rendelkező robotrepülő (UAV – Unmanned Aerial Vehicle) [1].

## 5. Összefoglalás

Cikkünkben bemutattuk, milyen hatást gyakorolhatnak a 802.11a-s WLAN-eszközök a meteorológiai radarok mérési eredményeire, s hogy ennek a gyakorlatban milyen jelentősége van. A probléma feltárása közben megvizsgáltuk a meteorológiai radarok működését és hazai jellemzőit, végül áttekintettük milyen létező megoldások állnak rendelkezésre és milyen további alternatívákat javasoltunk az interferencia megszüntetésének érdekében.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk az Országos Meteorológiai Szolgálatnak (OMSZ), a Nemzeti Hírközlési Hatóságnak (NHH) – különösen Biczó Zoltánnak és Hernádi Györgynek –, valamint a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszékéről dr. Seller Rudolf nagymértékű segítségével, és a BME HSN Laboratóriumának a támogatásáért.

### A szerzőkről



**HORVÁTH ZOLTÁN** 2006-ban szerzett okleveles mérnök-informatikus diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán. Jelenleg a Híradástechnikai Tanszék Multimédia-hálózatok Laboratóriumában végzi doktoranduszi tanulmányait, vesz részt a kutatás-fejlesztési projekteknél és a Számítógéphálózatok tárgy oktatásában. Főbb kutatási területei közé tartozik városi kiterjedésű, vezeték nélküli – köztük közösségi – hálózatok tervezése és az ezekhez kapcsolódó technológiák (pl. WiMAX) tesztelése. A Nemzeti Hírközlési Hatóság felkérésére részt vett egyes ETSI-szabványok hazai alkalmazásának, EMC-vizsgálatok és eszköztesztelések kidolgozásában. Tagja az IEEE-nek és titkára a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület Projektmenedzsment Szakosztályának.



**LUKOVSZKI CSABA** jelenleg kutató a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Itt szerzte az M.Sc fokozatát is távközlési szakirányon, 1998-ban. Azóta számos kutatás-fejlesztési projekt résztvevője, 2004-től a MUSE integrált és a SCALOPES európai uniós projekt helyi koordinátora és nemzetközi munkacsoport-vezetője. Munkája során hozzáférési és nagyvárosi hálózatokban végzett kutató munkát az Ethernet alkalmazásával és az Ethernet IP, IPv6 együttműködési kérdéseivel kapcsolatban. Kutatási témái az IPv6 kapcsolástól és címzési rendszerektől az Ethernet eszközeivel megvalósított hozzáférési szolgáltatások, helyreállítás, biztonsági kapcsolás, szolgáltatás minőség biztosítás, traffic engineering, topológia felderítés, valós bridge-ek teljesítmény analíziséig terjednek. Az elmúlt években számos cégnek készített rövidebb-hosszabb kutatói tanulmányokat. Jelenleg is aktív tagja a HTE Távközlési Szakosztályának.



**VARGA DÁVID** 2007-ben végzett villamosmérnök-ként a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Eleinte WiMAX-tesztálózat kiépítésében és mérések elvégzésében vett részt. Később kifejlesztett egy kiegészítést a 802.11 szabványú WLAN-ok működésének módosítására, mellyel a vezeték nélküli állomások infrastruktúra módban is képesek közvetlen kommunikációra egymással. Tanulmányt készített az Országos Meteorológiai Szolgálatnál együttműködve a Nemzeti Hírközlési Hatóság számára ETSI szabványú eszköztesztelés-sel, EMC mérésekkel és interferencia vizsgálattal kapcsolatosan. Jelenleg egy WLAN alapú beltéri helymeghatározó rendszert fejleszt.



MICSKEI TIBOR a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karának végzős hallgatója. Jelenleg a Szélessávú Hírközlés és Villamosság-tan Tanszék Mikro-hullámú Távérzékelés Laboratóriumában egy radar-teszter eszköz kialakításában vesz részt.

## Irodalom

- [1] Horváth, Z., Micskei, T., Varga, D., Lukovszki, Cs., "Interference on Meteorological Radar and WiFi in 5 GHz band", Budapest, 2008.  
[http://www.hit.bme.hu/~hotvathz/publication/radar\\_wifi\\_interference\\_summary\\_2008.pdf](http://www.hit.bme.hu/~hotvathz/publication/radar_wifi_interference_summary_2008.pdf)
- [2] „ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition (R2003) – Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications”, 2003.
- [3] „IEEE Std 802.11a-1999(R2003) – Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications – High-speed Physical Layer in the 5 GHz Band”, 2003.
- [4] „IEEE Std 802.11h-2003 – Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Am.5: Spectrum and Transmit Power Management Extensions in the 5 GHz band in Europe”, 2003.
- [5] „ETSI EN 301 893 V1.2.3: Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive”
- [6] „ETSI EN 301 893 V1.3.1: Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive”
- [7] „ETSI EN 301 893 V1.4.1: Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive”
- [8] „ETSI EN 301 893 V1.5.1: Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5 GHz high performance RLAN; Harmonized EN covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive”
- [9] ITU-R Radio Communication Study Groups, „Studies on the effect of wireless access systems including RLANs on terrestrial meteorological radars operating in the band 5600-5650 MHz (documents 8A/103-E and 8B/65-E)”, International Telecommunication Union (ITU), Geneva, Switzerland, 30 August 2004.
- [10] Brandao, A.L., Sydor, J., Brett, W., Scott, J., Joe, P., Hung, D., “5 GHz RLAN interference on active meteorological radars”, Vehicular Technology Conference (VTC), 2005. 30 May–1 June 2005, Vol.2, pp.1328–1332.
- [11] European Telecommunications Standards Institute, “DFS Update: European Weather Radars – Details & Overview”, BRAN#52, Sophia-Antipolis, October 8-11, 2007.  
[http://www.ieee802.org/18/Meeting\\_documents/2007\\_Sept/BRAN52d014\\_European\\_Weather\\_Radar\\_Signals\\_-\\_Details\\_\\_Overview.pdf](http://www.ieee802.org/18/Meeting_documents/2007_Sept/BRAN52d014_European_Weather_Radar_Signals_-_Details__Overview.pdf)
- [12] Wi-Fi Alliance, Spectrum & Regulatory Committee, “Spectrum Sharing in the 5 GHz Band – DFS Best Practices”, 10 October 2007.  
[http://www.ieee802.org/18/Meeting\\_documents/2007\\_Nov/WFA-DFS-Best%20Practices.pdf](http://www.ieee802.org/18/Meeting_documents/2007_Nov/WFA-DFS-Best%20Practices.pdf)
- [13] ITU – Radiocommunication Study Groups, „Theoretical analysis and testing results pertaining to the determination of relevant interference protection criteria of ground-based meteorological radars”, Draft new Report ITU-R M.2136, Working Party 5B, 3 December 2008.
- [14] ITU – Radiocommunication Study Groups, “Technical and operational aspects of ground-based meteorological radars”, Draft new Recommendation ITU-R M. [MET-RAD], Working Party 5B, 3 November 2008.
- [15] EUMETNET, “Recommendation on C-Band Meteorological radars design to ensure global and long-term coexistence with 5 GHz RLAN”, 35th EUMETNET Council, Reading, UK, 4 December 2008.
- [16] Collier, C. G., “Applications of Weather Radar Systems: A Guide to Uses of Radar Data in Meteorology and Hydrology”, John Wiley and Sons, New York, 1989., p.294.
- [17] Nemzeti Hírközlési Hatóság: Szélessávú adatátvitel rádiós hozzáférési eszközökkel 2. kiadás, Budapest, 2006. október 1.  
<http://www.nhh.hu/dokumentum.php?cid=9034>
- [18] Országos Meteorológiai Szolgálat: Radarfelvételek, Budapest 2007-2009., <http://www.met.hu>

# A jövőre koncentrálnak

## Interjú Dr. Pap Lászlóval, a Mobil Innovációs Központ elnökével

MAGYAR ATTILA

*mattbt@monornet.hu*

*A Mobil Innovációs Központ pontosan négy éve, 2005 júliusában kezdte meg szakmai tevékenységét, amely a legkorszerűbb mobil technológia fejlesztésével kapcsolatos projekteknek az összességéből áll.*

*Tulajdonképpen mi a különbség a MIK és egy hasonló, az NKTH által finanszírozott projekt között?*

Az, hogy ez egy olyan pályázat volt, amely során egy külön szervezeti egységet, egy kutatóközpontot kellett létrehozni. A hagyományos NKTH pályázatokban már meglévő intézmények pályáznak valamilyen témára és a téma végrehajtásával kapcsolatos támogatást kapják meg. Csak a regionális tudásközpontokra vagy hasonló szervezetekre irányuló pályázatok azok, amelyek nem egy konkrét fejlesztési feladat végrehajtására, hanem egy tevékenység megalapozására irányulnak. Mi viszont a regionális egyetemi tudásközpontokhoz, a RET-ekhez hasonlóan működünk, bár formálisan nem tartozunk ebbe a kategóriába. A Mobil Innovációs Központ nagy szervezet. Az NKTH pályázati kiírása nyomán az Egyetemen belül egy olyan szervezeti egységet kellett létrehoznunk, amelyhez a pályázatban résztvevő, tudományos kutatóhelyek, egyetemi tanszékek és karok csatlakoztak, azaz a MIK egy „kritikus tömegű” kutatói közösséget foglal magába. Ugyanakkor ebben a projektben a telekommunikációs piac nagyvállalatai, a hazai szolgáltatók, a multinacionális számítástechnikai gyártók, valamint a hazai kis- és középvállalatok is egyesítették tudásukat azon célkitűzés érdekében, hogy a régió ismét bekerüljön a szakterület nemzetközileg jegyzett K+F központjainak sorába.

*Ígéretesen hangzik...*

Bizony, amikor annak idején valaki megfogalmazta a Mobil Innovációs Központ gondolatát, akkor sokkal inkább magvető volt, mintsem arató, de a vetés mára már kalászba szökött... Ezt bizonyítják a MIK által elért és az évi jelentésekben dokumentált eredmények.

Ahol most ülünk, egy tanszéki szoba, de egy másik helyen, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 'Z' épületének 3. emeletén található egy 300 négyzetméternyi terület, ahol egy laboratóriumot építettünk ki, ugyanis a pályázat előírta egy jelentős infrastruktúra kiépítését és egy sok funkciót betölteni tudó tesztlaboratórium létrehozását. A cél nem egy konkrét gyártmány kialakítása és kifejlesztése volt, hanem – az anyagi és szellemi erőkoncentráció létrehozásával – egy szakterület kutatás-fejlesztésének az érdemi összefogása és koordinálása. A Központban közel 150 ember dolgozik. A szakmai palettánk igen csak színes: a rádiós fizikai rétegektől egészen a szolgáltatásfejlesztésekig, sőt a felhasználói viselkedés szociológiai kutatásaival bezárólag széles kört ölel át a kutatási tevékenységünk.

*Mennyire sikerült valóban teljeskörűen létrehozni ezt az összefogást?*

A hozzánk kapcsolódó cégek sok esetben versenytársai egymásnak. Hogy ez tényleg így van, ahhoz elég talán a Pannont és a T-Mobilt említenem, akik a piacon komolyan versenyeznek egymással. Nagyon kényes kérdés minden összefogásnál – és ez így van az EU-s pályázatok esetében is –, hogy a konkurens cégek milyen erővel kívánnak egy közös projektbe bekapcsolódni. Amikor az induláskor együttműködésekről beszélünk, nagyon hosszú egyeztetések-

re volt szükség a szellemi jogok kezelésével kapcsolatban, de végül abban állapodtunk meg, hogy tudatosan ügyelünk arra, hogy egy cég ugyanabban a részprojektben másik konkurens céggel ne ütközzön.

Az igazi teljeskörűség természetesen csak egy álmom... Nagyon sok olyan kis- és középvállalat van Magyarországon, akik ezen a területen dolgoznak. Ezek közül egy viszonylag nagy csoporttal sikerült kapcsolatot teremtenünk. Formálisan létrehoztuk, az úgynevezett „Érdeklődő Vállalatok Körét” is, amibe nagyon sok cég bekerült, de tényleges kutatás-fejlesztési együttműködést, – amelyben konkrét innovációs lépéseket is tettünk –, csak véges számú céggel tudtunk megteremteni. A legtöbb kis és közepes cégnek egyrészt nincs anyagi forrása erre, vagy el van kötelezve valakinek, így nem érdekelt abban, hogy egy ilyen jellegű kapcsolatban egy egyetemi körrel együttműködjön. Az üzleti élet bizonyult és érdekes terület, de ezzel azt hiszem, nem mondok újat...

*Azokra a cégekre, akik Önökhöz kapcsolódtak, anyagi terhet is rótt az együttműködés?*

A pályázat az egyetemektől és a kutatóhelyektől saját részt nem várt el, mert ott tipikusan nincsen ilyen típusú tőke, de mindazok az aktív cégek, akikkel konzorciális kapcsolatban vagyunk, konkrét anyagi hozzájárulást vállaltak, mégpedig úgy, hogy a teljes pályázati összegnek a fele értékéig úgynevezett saját részt biztosítottak. A saját részt háromféleképpen lehetett „elköltetni”. Az első – a legnagyobb prioritású –, hogy közösen dolgozzunk egy témán, úgy hogy a partnercég a saját munkatársainak munkarejét teszi be a közös kalapba, és a vállalt kötelezettségét



az NKTH-val egyénileg megkötött szerződés keretében teljesíti. A támogató iparvállalataink ugyanis velünk nem köthettek közvetlenül szerződést, hanem a támogatás összegéről és módjáról az NKTH-val állapodtak meg, így a támogatási szerződések az NKTH-ból csillag alakban jöttek létre az összes résztvevő partnerrel.

A saját rész elköltésének másik módja, hogy a partner cég megrendeléseket adott a Mobil Innovációs Központnak valamilyen téma megoldására, anélkül, hogy saját munkáját biztosított volna erre, így a megrendelés összegét ennek a tevékenységnek a keretére elszámolhatta. A harmadik mód pedig, hogy bizonyos eszközökkel támogatta a MIK infra-

struktúrájának a kiépítését. Mindhárom megoldással éltek a partnervállalatok és azt a bizonyos, körülbelül 1 milliárd forintot, amit saját részként a 2 milliárdos támogatás mellé kellett tennünk, a négy évben folyamatosan biztosították.

#### *Vannak kivételek is?*

Igen. Mindezekon kívül a Központ dolgozik olyan cégekkel is, amelyek nincsenek benne a Konzorciumban. Mivel annak taglétszáma már így is igen nagy és tizenegynéhány cég adminisztratív egyeztetése meglehetősen nehéz feladat, ezért a „kivételek” esetében, a Konzorciumon kívüli cégekkel „peer to peer” típusú kapcsolatokat hoztunk létre és számukra egyedi megrendeléssel, vagy kö-

zös munkával oldunk meg problémákat, amelyek eredményeit aztán ők viszik a piacra és reményeink szerint ebből majd bevételeik is lesznek. Ma is dolgozunk olyan feladaton, aminek formálisan semmi köze sincs az eredeti NKTH pályázathoz vagy támogatáshoz, de mégis a Mobil Innovációs Központ tevékenységéhez tartozik, hiszen a feladatunk egyik fontos eleme, hogy ipari kapcsolatot hozunk létre hazai kis-és középvállalatokkal, amelynek keretében közösen oldunk meg innovációs feladatokat.

#### *Mondana erre példákat is?*

Ez esetben konkrétan meg kellene neveznem cégeket, de nem tudom, hogy ők ezt szeretnék-e. Például, vannak kisvállalkozások, akik számára olyan eszközöket fejlesztettünk, melyeket majd csak a következő generációs telekommunikációs rendszerekkel kapcsolatos munkáiknál fognak tudni felhasználni. Ők eddig is megfeleltek a szigorú minőségi követelményeknek, de nyilvánvalóan piaci előnyhöz juthatnak majd a jövőben, amikor rövid idő alatt képesek lesznek teljesíteni a legújabb technológia által diktált követelményeket.

#### *A Központ meghatározó, fontos eleme egy teszt-infrastruktúra, amely jelentős beruházással jött létre. Mire képes ez a rendszer?*

Az általunk kiépített vezeték nélküli kommunikációs környezet méretezésénél és képességeinél fogva világszínvonalú tesztkörnyezetet biztosít az újgenerációs technológiák és alkalmazások kreatív fejlesztésére, illetve azok bevezetéséhez. A milliárdos nagyságrendű beruházás igazi megtérülését a közeljövő heterogén 3G/4G mobil- és vezeték nélküli hálózatai, valamint a személyre szabható és virtuális szolgáltatások, platformfüggetlen és nyílt forráskódú alkalmazások közvetíthetik majd valamennyiünk számára, ugyanakkor az általuk kézzelfogható megvalósításba kerülő technológiai-innovációs tevékenység intenzíven és ösztönzőleg hat majd a gazdasági-vállalkozói szférára, javítva ezzel hazánk és a régió versenyképességét.



Számtalan szakmai résztémában végeztek érdekes és sikeres kutatás-fejlesztést a munkatársaink ezen infrastruktúra segítségével, amelyeket évente egy-egy úgynevezett „MIK Workshop”-on mutattak be a Mobil Innovációs Központhoz tartozó szélesebb szakmai körnek. Tényleg csak néhány téma a sok közül: HSDPA szimulátor, VMTS, mVPN, Mobil-jegy, virtuális Post-it, helymeghatározás GSM és WLAN alapon, MobSensor, mobil TV, gesztus alapú vezérlés, SecMS, mobil távfelügyelet, adaptív antennarendszerek...

Ami pedig a rendszerünk naprakészségét illeti, még most is végzünk bizonyos fejlesztéseket, mert feltételezzük, hogy a működésünk első periódusát követő időszakban is tudunk olyan feladatokat vállalni, melyekhez nem árt a bővítés.

*Tehát már a holnapra készülnek...*

Hozzávetőlegesen egy évnyi működési költségtartalékunk van, ami a szervezet takarékos fenntartására szolgál. A jövőnk megalapozására terveket készítettünk, ennek alapján konkrét tárgyalásaink vannak különböző cégekkel, valamint van két-három futó projektünk, amelyeket már kisebb és közepes cégekkel együttműködésben folytatunk.

Kapcsolatban vagyunk az EU EIT (European Institute of Innovation and Technology)-nek a KIC (MobiEurope Knowledge and Innovation Community) rendszerével is. Maga az EIT egy adminisztratív szervezet, amely most indított el egy folyamatot, melynek nyomán egy nagy kutatói-innovációs hálózatot akarnak létrehozni Európában. Ez a hálózat egyetemekre és nagyvállalatokra épít, és egy kutatási-innovációs rendszert működtet az EU támogatásával, pontosan azért, hogy az európai innovációs kapacitás tovább erősödjön, hiszen – összehasonlítva Amerikával vagy a Távol-Kelettel – bizonyos hátrányokkal rendelkezünk. Ebbe a tevékenységbe próbálunk valamilyen módon bekapcsolódni magyarországi részegységként. Előrehaladott megbeszélések vannak, de a döntést még nem ismerjük.

Együttműködünk a BME-n belül egy másik tudásközponttal is, amely

elsősorban informatikával foglalkozik és még az is lehet, hogy együtt fogunk velük pályázni, hiszen a következő időszakban ez még tovább növelné a szakmai koncentrációt, mivel az informatika és a kommunikáció egyaránt alapvető fontosságú és szétválaszthatatlan, így ilyen típusú, közös témákban is gondolkodunk.

Maga, az úgynevezett inkubációs támogatás időszaka esetünkben július 1-jével lejárt és szeptember környékére várható, hogy ismét kiírnak olyan pályázatot, ami biztosíthat még az eredeti pályázathoz hasonló lehetőségeket az erősen szelektált, sikeresnek mondható tudásközpontoknak. Ez több helyen és több szinten – az NKTH vezetése és a kutatás-fejlesztésért felelős miniszter nyilatkozatából – is kiderült, ám várhatóan kicsit összetettebb lesz a helyzet, mivel bizonyos gazdasági problémák ezt a szektort is érinthetik. Nem közvetlenül érezzük ezt, csak hát a döntések nyilvánvalóan nehezebben születnek meg mostanában...

*A többéves tapasztalat birtokában mit csinálna másképpen az NKTH helyében?*

Nem igazán lehet okunk panaszra, hiszen az eltelt évek során korrektnak és támogatónak mondható a Hivatallal való kapcsolatunk. Ha valamiben mégis keserű szájízem van, az a kötelező közbeszerzési eljárás kiírásának szabályozási és lebonyolítási rendszere, amely megkerülhetetlen költségvetési anomáliákat eredményezett a mi működésünkben is. Ezt természetesen nem az NKTH-nak rovom fel, inkább csak ezúton is jelezném az igényt a változtatásra.

A korábban nehézkesnek mondható adminisztrációs feltételek az utóbbi időben határozottan javultak, de igazából nem is csodálkozom azon, ha valamiben fennakadás, vagy döntési bizonytalanság érződik, hiszen a közelmúltban a Hivatal is állandó változásban volt, elég, ha arra gondolunk, hogy három elnök is váltotta egymást egy politikai cikluson belül. Egy biztos: egy stabil vezetésű, hosszú távú stratégiával rendelkező és politikamentes NKTH mindenkinek a javára válna.

*Megmaradhat-e és milyen formában a jövőben a MIK?*

Amikor annak idején megfogalmaztuk a pályázati anyagot, arra kértek bennünket, hogy egy tízéves üzleti tervet készítsünk. Természetesen ez csak nagyon vázlatos terv lehetett, hiszen tíz évre előre nehéz komoly üzleti tervet készíteni, de megpróbáltunk bizonyos kereteket megfogalmazni. Próbáljuk tartani magunkat ezekhez, s mindenképpen tovább szeretnénk működtetni ezt a Központot. Egyrészt, mert szakmailag sok fontos és komoly feladat megoldására képesek vagyunk, másrészt pedig egy ekkora infrastrukturális beruházást kihasználatlanul hagyni tulajdonképpen bűn lenne, és ennek a fenntartásához mindenképpen élő feladatok kellene. Nem hagyhatjuk, hogy ezek az eszközök és berendezések valahol egy szobában porosodjanak, ennél sokkal értékesebbek és jövőállóbbak is, hiszen még jó néhány évig modernnek és korszerűnek lehet az egész rendszert tekinteni, különösen egy folyamatos továbbfejlesztéssel.

Úgy látjuk, – éppen a korábban említett, infokommunikációra vonatkozó, kiemelt uniós témák miatt is –, hogy ez a terület, – beleértve a mobilkommunikációt, de általában a kommunikációs technológiák és az informatika összekapcsolódását –, még jó néhány évtizedig a középpontban lesz, tehát nem lehet elhanyagolt és érdektelen Magyarországon sem. Amikor a KIC-ről és az uniós kérdésekről beszélünk és egyeztetünk, nagyon karakterisztikusan a tudomásunkra hozták, hogy Magyarországnak a kiemelt témákban egyetlen területen van esélye a csatlakozásra; ez pedig a telekommunikáció, illetve infokommunikáció területe. Talán szomorúan hangzik, de más területeken az EU-ban kevésbé tartanak versenyképesnek bennünket, így az erőforrásaink szétforgácsolódása helyett legalább abban a versenyszámban kötelességünk megragadni és kihasználni a lehetőségeinket, amiben valóban jó esélyünk van.

*Köszönjük a beszélgetést!*

# Kommunikáció-technológiai képzés a Miskolci Egyetemen

AJTONYI ISTVÁN, CZAP LÁSZLÓ

Miskolci Egyetem, Automatizálási Tanszék  
{ajtonyi, czap}@mzsola.iit.uni-miskolc.hu

**A távközléstechnikai és kommunikáció-technológiai képzés gesztora a Miskolci Egyetemen az Automatizálási Tanszék.**

## 1. Az Automatizálási Tanszék rövid története

Az Automatizálási Tanszék létrejöttét két fő ágon követhető nyomon. Az egyik ágon az irányítástechnikai és Méréstechnikai Tanszék 1970-től együtt alkotta a Miskolci Egyetem Vegyipari Automatizálási Főiskolai Karát Kazincbarcikán (VAFK). 1986-ban a Méréstechnikai Tanszék az Irányítástechnikai Tanszék része lett, a VAFK pedig beolvadt a Gépészmérnöki Karba. Az Irányítástechnikai Tanszék 1989-től a Gépészmérnöki Karon alakult Informatikai Intézet egyik tanszékeként működött 1995-ig. A másik ág a Kohómérnöki Karon 1964-ben alapított Automatikai Tanszékhez kapcsolódik. A Tanszék az Informatikai Intézet társtanszékeként 1992-ben került a Gépészmérnöki Karra. Az Automatizálási Tanszék az Irányítástechnikai Tanszék és az Automatikai Tanszék összevonásával 1995-ben jött létre.

Ugyanebben az évben alakult meg a Villamosmérnöki Intézet az Automatizálási, valamint Elektrotechnikai-Elektronikai Tanszékekre alapozottan.

## 2. Az Elektrotechnikai-elektronikai Tanszék

A tanszéket 1904-ben alapították Selmecebányán, majd 1958-ban egyesült a Miskolcon 1950-ben alapított Elektrotechnika tanszékkel. Oktatási és kutatási területe elsősorban a villamos energetika, villamos gépek és hajtások, teljesítményelektronika, elektronika, számítógépes elektronikai tervezés, számítógéppel támogatott mérés-technika, EMC területekre terjed ki. 10 laboratóriummal rendelkezik, a fő és mellékállású oktatók, kutatók, PhD hallgatók száma 23 fő. A Tanszék a National Instruments kiemelt oktatási partnere és a Cadence Academic Network (CAN) tagja. A távközléstechnika területén korábban a Híradástechnika tárgyat jegyezte, jelenleg pedig az EMC területén kapcsolódik hozzá. Az elektromágneses összeférhetőség területén elsősorban a vezetett és sugárzott alacsonyfrekvenciás zavarásokkal foglalkozik (valamint ezek elhárításával, szűréssel és árnyékolással), de a műszerpark alkalmas a 3

GHz-ig terjedő tartományban elővizsgálatokra. Egy 1 GHz-ig árnyékolt laboratórium áll rendelkezésre és az alacsonyfrekvenciás vezetett és sugárzott tartományban 14 mérőrendszer, a nagyfrekvenciás tartományban 3 mérőrendszer szolgálja az oktatást és elsősorban az ipari kutatást. Az EMC-t a mérnökinformatikus és a villamosmérnök hallgatóknak is oktatja a Tanszék.

## 3. A kommunikáció-technológiai képzés

A kommunikáció-technológiai képzés beindítását az alábbi tényezők indokolták:

- 1990 után a hazai távközlés fejlődése,
- az Informatikai Intézetben beindult műszaki informatikus képzés,
- 1996-ban megindult a főiskolai szintű villamosmérnök képzés,
- az ipari kommunikáció fejlődése és térhódítása.

Ezen előzmények után 1998-ban megkezdődött a Telekommunikációs szakirány a főiskolai szintű villamosmérnök képzésen belül, majd 2000-től bevezetésre került a Telekommunikációs szakirány az egyetemi szintű műszaki informatikus képzés keretében a Távközlési és az Infokommunikációs blokkon belül más-más tantárgyakkal. Ezen a képzésen évenként 26-30 fő végzett. Köszönettel tartozunk azon támogató cégeknek – elsősorban a MATÁV-nak – amelyek anyagilag is támogatták a képzés laboratóriumi feltételeinek létrejöttét.

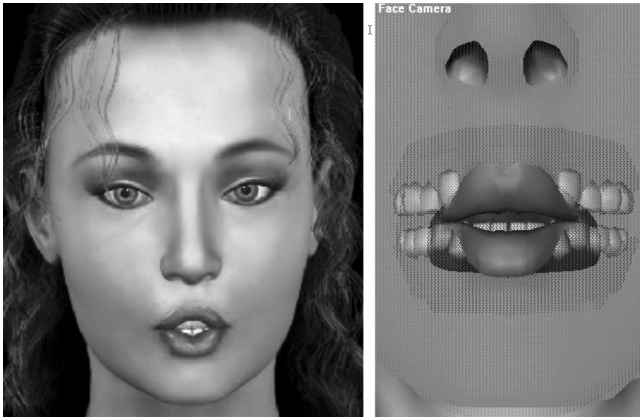
*A Miskolci Egyetemen folyó kommunikáció-technológiai orientációjú képzés három témakörre fókuszál:*

- a) kép- és beszédfeldolgozás, médiainformatika,
- b) ipari kommunikációs rendszerek,
- c) digitális televíziózás.

### 3.1. Képfeldolgozás, beszédfeldolgozás, médiainformatika

A Miskolci Egyetem Automatizálási Tanszéke az audiovizuális beszédfeldolgozás első hazai kutatóhelye. A beszédfelismerés területén a sajtóról olvasást próbáljuk képfeldolgozással utánozni. Az így kapott információval kiegészítve az akusztikus jelekből nyert adatokat, javítható a gépi beszédfelismerés hatékonysága.

A vizuális beszéd-szintézis a természetes vagy gépi hangot az artikulációt utánzó háromdimenziós fejmodell fotorealisztikus képével kíséri. A fonetikailag korrekt artikulációt a modell arcát átlátszóvá téve a természetes be-



szélőnél jobban meg lehet mutatni (lásd a fenti ábrán). Siketek beszélni tanításához készülő alkalmazásunkban a nyelvmozgás bemutatására kiválóan alkalmas. (A virtuális bemondót két korábbi cikkünkben is bemutattuk.)

A témához kapcsolódó projekt: számos diplomamunka és szakdolgozat mellett a BME Távközlési és Média-informatikai Tanszékével és az AITIA Rt-vel közösen dolgoztuk ki az ITEM 345 *Távoktatási és intelligens dialógusokat létesítő kép és beszédinformációs rendszerek fejlesztése IP hálózaton* című pályázatot.

Az oktatásban a multimédia területe a Képfeldolgozás és a Multimédia rendszerek BSc, illetve MSc. tárgyakban jelenik meg, gyakorlataikat a Multimédia laboratóriumban tartjuk.

### 3.2. Ipari kommunikációs rendszerek

Napjainkban az ipari kommunikáció átalakítja az ipari termelést az automatizálás, a logisztika, a mechatronika, a gyártás területén. Példaként említjük, hogy közismertté váltak az olyan elnevezések, mint RS-485, PROFIBUS, ipari Ethernet, MODBUS, RFID, WLAN, szenzor hálózatok, IRDA stb. Kijelenthetjük, hogy a műszaki tudományok ma már nehezen képzelhetők el a kommunikáció-technológia alkalmazása nélkül. Ezen igények kielégítésére kezdeményeztük a BSc villamosmérnöki szakon belül az *Ipari automatizálás és kommunikáció* című szakirány beindítását a következő tárgyakkal: Mikrovezérlők, WEB szolgáltatások és technológiák, Ipari kommunikációs és SCADA rendszerek I-II., Terepi műszerezés, Irányítástechnikai programrendszerek, Komplex tervezés, Biztonsági irányítások, Ipari technológiák.

Az ipari kommunikációs rendszerek témakör és laboratórium fejlesztésének jelentős támogatást jelentett 2005-2008 között a Miskolci Egyetem által elnyert mechatronikai és logisztikai projekt, amelyet az MLR-RET Iroda irányított. Ez a projekt mind a tantárgyfejlesztést, mind a laborfejlesztést, mind pedig az ipari kutatást támogatta.

#### *Ipari kommunikáció tárgyú projektek:*

ABB-2006.

A terepi kommunikációs rendszerek analízise és mérési eredményeinek elemzése alapján az ABB System 800XA vezérlő új kommunikációs rendszerének és új terepi irányítási algoritmusainak kifejlesztése, a DCS szolgáltatások növelése céljából.

AES-2008.

Új tudásanyagot eredményező kutatás lefolytatása a real-time alapú és a vezeték nélküli műszerezés erőműves alkalmazás lehetőségének vizsgálata és megbízhatósági kérdéseinek elemzése.

HOLCIM-2007-2008.

A csomagolóüzem, a szénüzem, valamint a cement-és nyersmalmok folyamatirányítási rendszere korszerűsítésének és fejlesztésének kutatása a gazdaságosság és a biztonság növelése céljából.

#### *A projektek főbb eredményei:*

- Ipari kommunikációs rendszerek I-II. tantárgy,
- Ipari kommunikációs laboratórium (lásd a fotón) az alábbi rendszerekkel:
  - PROFIBUS DP
  - Foundation Fieldbus
  - ASI
  - CAN
  - PROFINET
  - Safety Bus.

#### *A projekthez kapcsolódó publikációk:*

- Ajtonyi I., Gyuricza I.: Programozható irányító berendezések, hálózatok és rendszerek. Műszaki Könyvkiadó, 2002, ISBN: 963 16 1897 8;
- Ajtonyi I.: Automatizálási és kommunikációs rendszerek. Miskolci Egyetemi Kiadó, 2003, ISBN: 963 661 546 2
- Ipari kommunikációs rendszerek c. könyvsorozat (lásd [www.aut-info.hu](http://www.aut-info.hu));
- PLC és SCADA-HMI rendszerek c. könyvsorozat;
- 9 db előadás és publikáció (ebből 3 külföldi);
- 3 db készülő PhD értekezés.

A felsorolt eredményekre hivatkozva kijelenthetjük, hogy a Miskolci Egyetem a hazai ipari kommunikációs technológiák oktatásának és kutatásának legjelentősebb bázisává vált. Ebben az Automatizálási Tanszék mellett jelentős szerepe van a ME Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézetének is. A rendelkezésre álló oktatási és laboratóriumi feltételekre alapozottan kezdeményeztük egy PLC-SCADA és ipari kommunikációs szakmérnöki képzés beindítását, melynek akkreditációja folyamatban van. A képzés indítását 2010-re tervezzük.

### 3.3. Digitális televíziózás

#### *Oktatási feladatok*

A távközlés és multimédia területéhez kapcsolódóan az Automatizálási Tanszék olyan villamosmérnök és mérnök-informatikus hallgatókat oktat, akik a tanszék szakirányait választják.

BSc szintű mérnök-informatikus szakos hallgatóknak infokommunikációs rendszerek és telekommunikációs rendszerek szakirányban a következő tárgyak oktatása történik: Távközlési hálózatok, Multimédia rendszerek, Távközléstechnika, Mobil távközlés, Jelprocesszorok.

Az MSc szintű mérnök-informatikus, kommunikáció technológiák szakirányos hallgatók részére két blokk-

ban (infokommunikációs technológiák és médiainformatikai technológiák blokk) oktatjuk a Kommunikáció elmélet, Mobil távközlés, Jelek és rendszerek elmélete, Szélessávú és IP alapú távközlés, Multimédiás rendszerek, Digitális televíziózás és rádiózás elmélete, Jelprocesszorok a kommunikációs rendszerekben tárgyakat.

A BSc szintű villamosmérnök szakos távközlés és multimédia szakirányú hallgatók két szakmai blokkot választhatnak, attól függően, hogy távközléstechnika vagy multimédia irányban kívánják specializálni. A közös tárgyak után (Digitális jel- és beszédfeldolgozás, Jelprocesszorok) további tantárgyak segítenek a szakmai specializációban. A távközléstechnikai blokkban Távközléstechnika, Telekommunikációs rendszerek, Mobil távközlés, Távközlési hálózatok, a multimédia blokkban pedig Képfeldolgozás és Multimédia rendszerek.

#### *Infokommunikáció tárgyú kutatási témák*

A tanszék legfontosabb infokommunikációs kutatási és fejlesztési területei a következők:

- Audiovizuális beszédfelismerés és beszédszintézis;
- Szubjektív és objektív módszerek kidolgozása digitális műsorszórás kép és hangminőségének kiértékelésére, infokommunikációs adatátviteli csatornák modellezése, szimulációja, vizsgálata, az IPTV új szolgáltatásai és lehetőségei, vezeték nélküli IPTV hálózatok vizsgálata, bitsebesség-csökkenés videókódolási eljárásokkal.

#### *Infokommunikáció tárgyú K+F projektek*

• IHM-OM-K+F/ITEM (2002): Távoktatási és intelligens dialógusokat létesítő kép- és beszédinformációs rendszerek fejlesztése IP hálózaton, a BME Távközlési és Telematikai Tanszék (TTT) koordinálásával, a Miskolci Egyetem Automatizálási Tanszéke és az AGENT-LAB Kft. közreműködésével.

• GVOP-3.1.1.-2004-05-0333/3.0: Digitális kábeltelevíziós funkcionális modulok és mérési eljárások fejlesztése, az Automatizálási Tanszék önálló projektjeként.

• Magyar–Ukrán Kormányközi TÉT Együttműködés 2009-2010: Digitális TV műsorszóró rendszerekhez kapcsolódó szubjektív és objektív képminőség-mérési eljárások és technikák fejlesztése. Résztvevők: Nemzeti Műszaki Egyetem – Ukrajna, KPI – Kijev, Miskolci Egyetem – Automatizálási Tanszék.

#### *Laboratóriumi háttér*

A telekommunikációs szakirányú oktatást a következő laboratóriumok támogatják:

- Telekommunikációs laboratórium, a távközléstechnikával kapcsolatos alpmérések lebonyolításához, BSc szintű villamosmérnök, valamint BSc és MSc szintű mérnök informatikus képzéshez, DSP starter kitekkel, mintaprogramokkal a digitális jelfeldolgozás alapjainak oktatásához,
- Infokommunikációs laboratórium a kép és hangfeldolgozás tárgyainak oktatásához,
- Digitális kábeltelevíziós laboratórium a digitális video- és audióműsorszórással kapcsolatos oktatási, kutatási és fejlesztési tevékenységek támogatására, CableWorld CW-4000 típusú digitális TV fejállomással, fejlesztő eszközökkel, mérővevővel.

Végül érdemes néhány szót ejteni a Tanszék elnevezéséről. Bizonyára minden olvasóban felvetődik a kérdés: miért nem önálló tanszék műveli e tudományterületet, hiszen jelenleg a kommunikációs projektek elbírálásánál ez hátrányt jelent? Erre kézenfekvő a magyarázat. Egyrészt a kommunikáció-technológiai témakör felfutása fokozatosan ment végbe, másrészt ez a tématerület mostanra szélesedett és mélyült olyan méretűvé, hogy kezdeményezzük a Tanszék nevének megváltoztatását, illetve egy új tanszék létrehozását. Bízunk benne, hogy a megváltozott nevű Gépészmérnöki és Informatikai Kar új vezetése támogatni fogja az előterjesztést.



# A UbiSec&Sens és a WSN4CIP projektek

BUTTYÁN LEVENTE

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnikai Tanszék,  
Adat- és rendszerbiztonság laboratórium (CrySys)*

*buttyan@crysys.hu*

**Az elmúlt fél évtizedben jelentős mennyiségű kutatás-támogatás irányult a vezeték nélküli szenzorhálózatokkal kapcsolatos kutatások finanszírozására Európában és a tengerentúlon egyaránt. Ez az új technológia számos érdekes és hasznos alkalmazást tesz lehetővé a fizikai környezet paramétereinek (például hőmérséklet, nyomás, páratartalom, vibráció, fényerősség, akusztikai zaj stb.) folyamatos monitorozása, valamint a mért adatok automatikus begyűjtése és feldolgozása által.**

A potenciális alkalmazások köre többek között magában foglalja a mezőgazdasági folyamatok optimalizálását, az ökológiai megfigyeléseket nagy kiterjedésű vagy fizikailag nehéz megközelíthető területeken, a természeti katasztrófák előrejelzését, az ipari automatizálási folyamatok vezérlését, az épületek automatizálását, a közlekedési balesetek megelőzését, az idős emberek, illetve bizonyos krónikus betegségben szenvedők távoli megfigyelését és orvosi felügyeletét, valamint taktikai katonai alkalmazásokat.

Számos potenciális alkalmazás esetében felmerül az informatikai biztonság kérdése, ami magában foglalja egyrészt a vezeték nélküli kommunikáció védelmét, másrészt a szenzorhálózat működését biztosító algoritmusok és protokollok védelmét különböző rosszindulatú támadások ellen. Bár léteznek kipróbált biztonsági megoldások mind vezetékes mind vezeték nélküli hálózatokban, a szenzorhálózatok esetében új kihívásokkal és problémákkal kell szembenéznünk, melyeknek köszönhetően a hagyományos hálózatokban használt megoldások csak igen korlátozott mértékben vagy egyáltalán nem használhatóak.

Ilyen kihívás például az, hogy a hálózati csomópontok erőforrásai erősen korlátozottak: a csomópontok általában kis méretű, kis teljesítményű, csökkentett számítási és tárolási képességekkel rendelkező beágyazott számítógépek, melyek a tápellátást elemről kapják. Ezért olyan biztonsági algoritmusokra és protokollokra van szükség, melyek kis számítási igényűek, lehetőleg kis kódmérettel rendelkeznek és kis energiafogyasztással bírnak. A hagyományos hálózatokban használt biztonsági algoritmusok és protokollok többsége nem elégi ki ezeket a követelményeket.

Egy másik fontos probléma, hogy az alkalmazások jellegéből adódóan a hálózat csomópontjai sok esetben fizikailag megközelíthetőek és manipulálhatóak. Ez azt jelenti, hogy számolnunk kell azzal, hogy egy táma-

dó a csomópontok egy részét kompromittálhatja, azaz megszerezheti a csomópontban tárolt kriptográfiai kulcsokat és tetszőleges módon megváltoztathatja a csomópont működését. Hagyományos hálózatokban is előfordulhat, hogy egy támadó megszerzi az uralmat egy hálózati eszköz felett, de mivel hagyományos hálózatokban az eszközök általában fizikailag védett helyen találhatóak, ezért a támadó ott lényegében csak logikai támadásokkal próbálkozhat. A csomópontok kompromittálódásának problémája tehát a szenzorhálózatokban fokozottabb mértékben jelentkezik.

Mivel a fentiekben leírtak miatt a hagyományos hálózatokban használt biztonsági megoldások alkalmazása szenzorhálózatokban nem praktikus, ezért új, a szenzorhálózatok speciális tulajdonságait is figyelembe vevő megoldásokra van szükség. Ez az igény hozta létre a *UbiSec&Sens* (Ubiquitous Security and Sensing in the European Homeland) projektet, mely az EU támogatásával (szerződés száma: 026820), a 6. keretprogram keretében, 3 évig tartott.

A projekt célja egy, a szenzorhálózatokban jól használható biztonsági algoritmusokat és protokollokat tartalmazó toolbox létrehozása volt, valamint a toolbox használhatóságának demonstrálása három példaalkalmazás kifejlesztésén keresztül. A projekt a kitűzött célt elérte és sikeresen záródott 2008 decemberében.

A kifejlesztett toolbox a következő algoritmusokat és protokollokat tartalmazza:

- TinyRNG
  - kriptográfiai véletlenszám-generátor
- RoK
  - robusztus kulcs-szétosztó protokoll
- PRESENT
  - nagyon kevés erőforrást igénylő blokkrejtjelező algoritmus
- EC-EIGamal
  - EIGamal algoritmus megvalósítása elliptikus görbéken
- CDA
  - rejtjelezett adatok aggregálását végző algoritmus
- RANBAR és CORA
  - input támadásoknak ellenálló adataggregációs algoritmusok
- PANEL és SANE
  - biztonságos aggregátor csomópont választó algoritmusok

- TinyLUNAR és S-TinyLUNAR
  - címke alapú útvonalválasztó protokoll és annak biztonságos verziója
- DTSN
  - elosztott megbízható transzport protokoll
- TinyPEDS és DSM
  - elosztott, perzisztens és rejtjelezett adattárolási protokollok
- configKit
  - biztonsági konfigurációt segítő szoftvercsomag

A fenti algoritmusok és protokollok mindegyike implementálásra került TinyOS környezetben, NesC programozási nyelven. Ezen túlmenően, a projekt által készített demoalkalmazások ezen eszközök használatát mutatják be mezőgazdasági, közlekedésbiztonsági és területvédelmi célú alkalmazásokban.

A projektben résztvevő partnerek a következők voltak: Eurescom (D), RWTH Aachen (D), INRIA (F), IHP Microelectronics (D), INOV (P), BME (H), Ruhr University Bochum (D), NEC Europe (GB), Lulea TU (S).

Projektnevé: **UbiSec&Sens**

(Ubiquitous Security and Sensing in the European Homeland)

**Projektkeret:** EU 6. keretprogram  
**Időtartam:** 36 hónap (2006–2008)  
**Résztvevők száma:** 9  
**Magyar résztvevő:** BME  
 Híradástechnikai Tanszék,  
 CrySyS Laboratórium  
**Projekthonlap:**  
<http://www.ist-ubisecsens.org/>

A UbiSec&Sens projektben fejlesztett toolbox felhasználásra kerül és fontos részét képezi a *WSAN4CIP* (Wireless Sensor and Actuator Networks for Critical Infrastructure Protection) projektnek, mely 2009 januárjában indult, szintén az EU támogatásával (szerződés száma: 225186), de már a 7. keretprogramban. A projekt futamideje 3 év. A projekt célja annak vizsgálata, hogy hogyan alkalmazhatók a vezeték nélküli szenzorhálózatok a kritikus infrastruktúrák működtetésében és védelmében.

Konkréten két alkalmazásban szeretné a projekt bemutatni a szenzorhálózatok alkalmazhatóságát: ivóvízellátó rendszerekben és nagyfeszültségű távvezetékek monitorozásában. Mindkét esetben nagy fizikai kiterjedésű, kritikus infrastruktúráról van szó, ahol a szenzorhálózatok potenciálisan jól alkalmazhatóak skálázhatóságuk és a viszonylag egyszerű, kábelezést nélkülöző, telepítés miatt. Ugyanakkor, mivel kritikus infrastruktúrákról van szó, ezért nagyon fontos követelmény a biztonság és a megbízhatóság. A projekt ezeket a kérdéseket a hálózat minden szintjén igyekszik vizsgálni, ideértve a

csomópontok hardver architektúráját, illetve operációs rendszerét, a hálózati protokollokat és az azokra épülő szolgáltatásokat.

A projektben résztvevő partnerek a következők: Eurescom (D), INRIA (F), IHP Microelectronics (D), INOV (P), BME (H), NEC Europe (GB), Lulea TU (S), EDP (P), FWA (D), Tecnomat (E), Sirrix AG (D), Uni Malaga (E).

Projektnevé: **WSAN4CIP**

(Wireless Sensor and Actuator Networks for Critical Infrastructure Protection)

**Projektkeret:** EU 7. keretprogram  
**Időtartam:** 36 hónap (2009–2011)  
**Résztvevők száma:** 12  
**Magyar résztvevő:** BME  
 Híradástechnikai Tanszék,  
 CrySyS laboratórium  
**Projekthonlap:** <http://www.wsan4cip.eu/>

A fenti projekteken a Műegyetemet a Híradástechnikai tanszék CrySyS Adat- és rendszerbiztonsági laboratóriuma képviseli Dr. Buttyán Levente szakmai irányításával. A CrySyS laboratóriumban több éve folyik kutató munka vezeték nélküli beágyazott rendszerek biztonságával kapcsolatban. A szenzorhálózatok biztonsága és megbízhatósága mellett, a laboratórium munkatársai foglalkoznak vezeték nélküli mesh hálózatokkal biztonságával, gépjárművek közötti vezeték nélküli kommunikáció biztonságával, valamint RFID rendszerekben felmerülő adatvédelmi kérdésekkel.

A bemutatott projektekről és a CrySyS laboratórium munkájáról (valamint más projektjeiről) bővebb információ a laboratórium weboldalán érhető el a [www.crysys.hu](http://www.crysys.hu) címen.

## Pályázati lehetőségek

**Mint minden más szakterületen, a távközléshez kapcsolódó kutatási területeken tevékenykedő csoportok működésében is jelentős szerepe van a pályázatokon alapuló támogatásoknak. Rovatunkkal a pályázati lehetőségekről szeretnénk hírt adni.**

*Az alapkutatásokat támogató OTKA pályázatok idén még nem kerültek kiírásra. Az alapítvány a kiírást nyár közepére, a határidőt szeptember közepére ígéri.*

- folyamatos beadással, Franciaország, kutatói ösztöndíj, MÖB, <http://www.scholarship.hu/osztondij.php?id=10196>
- folyamatos beadással, Szlovákiai rövid konzultáció, konferencia-részvétel, MÖB, <http://www.scholarship.hu/osztondij.php?id=10048>
- folyamatos beadással, Humboldt Fellowship Program, info:MÖB <http://www.scholarship.hu/osztondij.php?id=334>
- 2009.07.15. Doktorandusz ösztöndíj, ProProgressio, <http://proprogressio.hu>
- 2009.07.15. Gazdaságban hasznosuló innovációt megalapozó alapkutatás támogatása, 2. kör, NKTH+OTKA, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/felhivasok/otka-a08/gazdasagban-hasznosulo-5026774>
- 2009.08.31., szakaszosan, KMOP-2009-1.1.4 – Vállalati innováció támogatása, NFÜ, <http://www.nfu.hu/content/2759>
- 2009.09.15. Nemzetközi együttműködésben végzett kutatások kiegészítő támogatása, OTKA, <http://www.otka.hu>
- 2009.09.15. Nemzetközi együttműködésben végzett alapkutatások támogatása, OTKA, <http://www.otka.hu>
- 2009.09.20. MOBILITÁS pályázat (HUMAN-MB08), 2. kör, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/felhivasok/mobilitas/mobilitas-palyazat-human>
- 2009.12.31. K+F munkaerő megőrzése és fejlesztése, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/kf-munkaero09/munkaero-megorzese>
- K+F eredmények és innovatív ötletek egyéni megvalósítása – 5LET 2008, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/otlet2008/eredmenyek-innovativ>
- 2010.02.10. MOBILITÁS pályázat, NKTH-OTKA-EU 7KP (Marie Curie), <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/felhivasok/mobilitas/mobilitas-elozetes>
- 2010.10.07. EUREKA magyar résztvevő támogatása, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/eureka/eureka-programban-valo>
- 2010.10.29. Nyeretlen EKT Starting Grant pályázatok támogatása, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/felhivasok/erc/europai-kutatasi-tanacs>
- 2010.12.31. Konzorciumépítő pályázat EU 7KP-hoz, (Déri Miksa Program), NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/felhivasok/eukonz07>
- 2010.12.31. Mecenatúra pályázat, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/mecenatura-080519>
- 2011.06.30. Innocsekk Plusz, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/felhivasok/innocsekk-plusz/innocsekk-plusz>
- 2013.11.30. EUROSTARS magyar résztvevő támogatása, NKTH, <http://www.nkth.gov.hu/palyazatok-eredmenyek/deri-miksa-program/palyazat-eurostars>

*A teljesség igénye nélkül néhány EU támogatású pályázati felhívás:*

- 25 September 2009, COST Open Call – 7th Call, <http://www.cost.esf.org/index.php?id=1528>
- 3 November 2009, ICT/Call 5, [http://www.singleimage.co.uk/index.php?Itemid=21&id=12&option=com\\_content&task=view](http://www.singleimage.co.uk/index.php?Itemid=21&id=12&option=com_content&task=view)
- 31 December 2010, (ICT)-FET Open – FP7-ICT-2007-C, [http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.FP7DetailsCallPage&call\\_id=189](http://cordis.europa.eu/fp7/dc/index.cfm?fuseaction=UserSite.FP7DetailsCallPage&call_id=189)

*Összeállította: Zsóka Zoltán*