

híradástechnika

1945 VOLUME LXXI. 2016

hírközlés ■ informatika

2



HTE Infokom 2016

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület folyóirata

Tartalom / Contents

Szabó Csaba Attila

HTE INFOKOM 2016 – ELŐSZÓ / FOREWORD

1

Bartolits István

Jól láttunk-e a jövőbe? – A HTE Infokom konferenciák története
Could we see the future? – History of HTE Infokom conferences

3

Adám Zsolt

Optikai hozzáférési hálózatok technológiai evolúciója
Technology evolution of optical access networks

13

Tomka Péter, Gáspár Ernő

A fogyasztói tudatosság növelésére, a szélessávú hírközlési szolgáltatások elterjedésének elősegítésére indított mérőprogram első évének tapasztalatai
One-year-old experience of the measurement program for increasing consumer awareness and propagation enhancement of telecommunication services

18

Benyó Balázs

Informatikai technológiák az intenzív ápolásban
Application of information and communication technology in medicine

23

Papp Ildikó, Zichar Marianna

Háromdimenziós technológiák a fogorvoslásban
Three-dimensional technologies in dentistry

30

Mikó Gyula, Szegedi György

Földalatti rádiókommunikáció fejlesztési kihívásai és megvalósításai
Answering the challenges of radio communications for underground areas

37

Sik Dávid

Diagnosztikai adatok kinyerése és hasznosítása okosautós környezetben
Extracting and utilization of diagnostics data in smart car environment

44

Stadler Gellért

Adataalapú gondolkodás a modern vállalati környezetben
Building a data driven enterprise

51

Bartolits István

70 éves a Híradástechnika folyóirat
70 years of „Híradástechnika”

57

20. Projektmenedzsment Fórum

Tájékoztató és részvételi felhívás
20th Project Management Forum – Call for Participation

60

A konferencia támogatói:

Arany szponzor



Ezüst szponzor



Bronz szponzor



Együttműködő partner



Média partner



Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület • www.hte.hu

Elnök: Magyar Gábor

H-1051 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 12., 5. em./502. • Tel.: 353-1027 • e-mail: info@hte.hu

Az Egyesületet a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács támogatja

Elnök: Vágújhelyi Ferenc

Főszerkesztő

SZABÓ CSABA ATTILA (BME, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék)

A HTE Infokom 2016 Programbizottság elnöke

SALLAI GYULA (BME, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék)

Felelős kiadó: NAGY PÉTER

HU ISSN 0018-2028

Layout: MATT DTP Bt. • Nyomda: FOM Media

www.hiradastechnika.hu

HTE Infokom 2016

Idén huszadik alkalommal került megrendezésre a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület szervezésében az *Infokommunikációs Hálózatok és Alkalmazások Konferencia és Kiállítás*; a HTE Infokom 2016. Az Infokom rendezvénysorozat széleskörűen foglalkozik az infokommunikáció (távközlés, informatika és média) aktuális műszaki, piaci és szabályozási kérdéseivel. A konferenciák célja, hogy lehetőséget teremtsen az infokommunikációs piac változásainak megismerésére, a legújabb műszaki megoldások, hálózat-, szolgáltatás- és alkalmazásfejlesztési elképzelések közzétételére, a tapasztalatok kicserélésére, az együttműködés elmélyítésére, a személyes és közvetlen kapcsolatok kialakítására.

Az idei konferencia két plenáris előadással indult, majd összesen 14 szekcióban hangzottak el az előadások. A programot négy kerekasztal-beszélgetés tette változatossá. A rendezvény ideje alatt a hazai infokommunikáció területén működő vállalatok és szervezetek kiállítóként is bemutatkoztak.

Jelen számunk cikkeit az Infokom 2016 legérdekesebb előadásából válogattuk össze. Nem volt könnyű ki-

választani a sok érdekes és jó előadás közül azokat, amelyek szerzői meghívást kaptak cikk írására a Híradástechnikába. Törekedtünk arra, hogy minden fontos témakör reprezentálva legyen, és ha egy-két érdekes téma nem került be, annak oka elsősorban az, hogy a szerzők nem tudták elkészíteni a cikket a kért rövid határidőre. A cikkek sorrendje követi a konferencia szekcióinak sorrendjét. Ezúton is szeretném megköszönni a szekcióvezetőknek, hogy javaslatokat tettek a szekcióik legérdekesebbeknek ítélt előadásaira.

Bartolits István „Jól láttunk-e a jövőbe? – A HTE Infokom konferenciák története” című írása, amely a szerző plenáris előadása alapján készült, a HTE Infokom konferenciák történetét mutatja be az 1978-as első rendezvénytől a HTE Infokom 2016 konferenciáig, ami a huszadik rendezvény volt a kétévenként megszervezett sorozatban. A cikk átfogó visszatekintést ad a korábbi konferenciákról, miközben arra is keresi a választ, hogy jól láttuk-e a távközlés, az infokommunikáció jövőjét a korábbi konferenciák előadásainak a tükrében.

Adámy Zsolt (Nokia) „Optikai hozzáférési hálózatok technológiai evolúciója” című cikke a „Korszerű hálózatos technológiák” szekcióban elhangzott előadása alapján készült, és arra keres választ, hogyan tudnak a szolgáltatók az optikai hozzáférési hálózatokban elegendő sávszélességet biztosítani az előfizetőknek. Ezt a megfelelő hozzáférési technológia kiválasztásával és a hálózat fejlesztésével lehet elérni. Az írás összefoglalja az NG-PON technológiákat (NG-PON1, XGS-PON, TWDM-PON), a vonatkozó szabványokat, a hálózatfejlesztés, a migráció lehetséges lépéseit, valamint bemutatja a Nokia access portfolióját.



HTE INFOKOM 2016

20. HTE Infokommunikációs Hálózatok és Alkalmazások
Konferencia és Kiállítás

2016. október 12-14. | Hunguest Hotel Pelion, Tapolca

Tomka Péter, Gáspár Ernő (NMHH) „A fogyasztói tudatosság növelésére, a szélessávú hírközlési szolgáltatások elterjedésének elősegítésére indított mérőprogram első évének tapasztalatai” című cikke rövid bemutatást ad a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság által 2015. augusztus 19-én üzembe helyezett közcélú szélessáv mérő és publikációs rendszer működéséről. Statisztikai adatok mentén feltárja az egy éves működés tapasztalatait, betekintést ad a mérési eredményekbe és következtetéseket von le. Elemzi a rendszer használatával kapcsolatos szakmai és felhasználói észrevételeket és fejlesztési lehetőségeket.

Az „Orvoslás infokommal” szekcióból két érdekes előadás szerzőit hívtuk meg. Az első, *Benyó Balázs* (BME) munkája az „Informatikai technológiák az intenzív ápolásban” címet viseli. A modell alapú megközelítés lehetőséget teremt az orvosi diagnosztikai és terápiás feladatok informatikai támogatására és ez által azok hatékony végrehajtására, mely az egészségügy számára létkérdés az ellátás színvonalának megtartása érdekében. A cikk egy konkrét orvosi terápiás módszeren, az úgynevezett szoros vércukor szabályozást célzó STAR protokoll megvalósításán, mint példán keresztül mutatja be a modell alapú orvosi módszerek kidolgozásának, alkalmazásának lépéseit, ismertetve a megközelítés tipikus problémáit és alkalmazásának jellemző módszertanát.

A második előadást „Háromdimenziós technológiák a fogorvoslásban” címmel *Papp Ildikó és Zichar Marianna* (Debreceni Egyetem) tartották. A 3D-eszközök, szoftverek már a fogorvoslásban is elérhetőek, de egyelőre még nem terjedtek el széleskörűen. A szerzők bemutatják a jelenleg elérhető 3D technológiákat, a háttérben meghúzódó elveket, kitérve a gyakorlati alkalmazásra is.

Mikó Gyula és Szegedi György (Bonn Hungary Electronics) „Földalatti rádiókommunikáció fejlesztési kihívásai és megvalósításai” című cikke a „Rádióhullámok – föld alatt, földön, vízben, levegőben” szekcióban elhangzott előadás alapján készült. A rádiós szempontból elzárt vagy árnyékolt helyek egy speciális esete a földalatti területek RF lefedettségének biztosítása. A cikk bemutatja a vészhelyzeti kommunikáció területén használt zártláncú vagy tömegtájékoztatásra alkalmas rádiós hálózatok kiépítésének kihívásait és ismerteti a jellegzetes problémák lehetséges megoldásait.

Az Infokom 2016-on is volt sikeres diákszekció, amelyből *Sik Dávid, Ekler Péter és Lengyel László* (BME) közös cikke került be jelen számunkba, „Diagnosztikai adatok kinyerése és hasznosítása okosautós környezetben” címmel. A járművek napjainkban már nemcsak közlekedési vagy szállítási funkciókat szolgálnak, hanem ugyanolyan szenzorrendszerek, adatgyűjtő egységek, mint például

az okostelefonok. Megfelelő eszközökkel és okostelefonunkkal kinyerhetjük ezen adatokat és máris bekapcsolhatjuk járművünket az Internet of Things (IoT) világába. A szerzők a SensorHUB keretrendszerrel felhasználva, a kinyert adatokra alapozottan közösségi és elemző mobil alkalmazást dolgoztak ki.

Az Infokom 2016 cikkeinek sorát a „Big Data: Nagyobb, de mitől több?” szekcióbeli előadása alapján *Stadler Gellért* (Oracle Hungary) „Adat alapú gondolkodás a modern vállalati környezetben” című cikke zárja. Az élet egyre több területére betörő digitalizáció és az adattárolási költségek tartós csökkenése miatt folyamatosan növekszik a digitális formában eltárolt adatok mennyisége. Ezzel együtt megjelent a tárolt adatok hatékony elemzésének igénye is. Az új típusú adatok új gondolkodásmódot és új elemzési módszereket igényelnek. A szerző röviden áttekinti a módszerek változását, megvizsgálja a változások hatását a vállalati környezetre, és választ keres arra, hogy milyen sikertényezők vannak az adat-alapú gondolkodás megteremtésének egy szervezeten belül.

Végül *Bartolits István* emlékezik meg arról, hogy folyóiratunk immár 70 éves, hiszen először 1946-ban jelent meg, akkor még a Magyar Technika újság mellékleteként, később pedig Magyar Híradástechnika néven.

Szabó Csaba Attila főszerkesztő



Jól láttunk-e a jövőbe? A HTE Infokom konferenciák története

BARTOLITS ISTVÁN

*Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület
Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság
bartolits@nmhh.hu*

Kulcsszavak: Energiaipari Távközlési Szeminárium, HTE Infokom konferencia, konferenciátörténet

A cikk a HTE Infokom konferenciák történetét mutatja be az 1978-as első rendezvénytől a HTE Infokom 2016 konferenciáig, ami a 20-ik rendezvény volt a kétévenként megszervezett sorozatban. A cikk átfogó visszatekintést ad a korábbi konferenciákról és közben arra is keresi a választ, hogy jól láttuk-e a távközlés, az infokommunikáció jövőjét a korábbi konferenciák előadásainak a tükrében.

1. Bevezetés

A HTE egyik kiemelkedő rendezvénysorozata, legutóbbi nevén a HTE Infokom konferenciák a 20. rendezvényéhez érkezett. Jelen cikk ennek sorozatnak a megszületését és történetét mutatja be egészen a HTE Infokom 2016 konferenciáig. Közben azonban arra is keresi a választ, hogy azokon az aktuális kérdéseken kívül, melyek körül egy ilyen rendezvény programja formálódik, mennyire voltak jövőt alakító vagy jövőbe látó előadások az egyes szemináriumokon. Nem könnyű persze egy harminc-negyven évvel ezelőtti előadásról a mai fejünkkel eldönteni, hogy az elhangzásakor előrejelző volt-e, hiszen a korabeli témák ma már mind réginek vagy legalábbis ismertnek tűnnek. Éppen ezért a cikket néhány mini korrajz szakítja meg a nyolcvanas-kilencvenes évekre vonatkozóan, hogy az Olvasó legalább érzékelje, hol is tartott akkoriban a hírközlés, mik voltak az újdonságok.

A bevezető utáni második szakasz a konferenciasorozat megszületésének az előzményeit mutatja be. A harmadik szakasz a rendszerváltásig ismerteti a szemináriumok történetét, majd a negyedik rész a rendszerváltástól a HTE Infokom konferenciák létrejöttéig mutatja be a rendezvénysorozat fejlődését. Az ötödik szakasz az átalakult, mai világunkhoz formált, de a korábbi értékeket megtartó Infokom konferenciákat mutatja be röviden. Végezetül egy összefoglaló próbál egyfajta szubjektív összegzést adni a teljes sorozatról és a jövőbelátás sikeréről avagy kudarcáról.

2. A konferenciasorozat megszületése

A konferenciasorozatok a legritkább esetben születnek úgy, hogy valaki elhatározza, hogy sorozatot indít, a legtöbb esetben csak az első rendezvény sikere után kezd körvonalazódni, hogy érdemes sorozatként folytatni a témát. Így történt ez az Infokom konferenciák sorozatával is, de ahhoz hogy megértsük, mitől jött lét-

re az első rendezvény, amit még szemináriumnak hívtak, vissza kell mennünk kicsit időben, egészen a hetvenes évek elejére.

Ebben az időszakban még kőkemény monopólium uralkodott a távközlés terén és semmi jele nem volt annak, hogy ez megváltozna. Mégis volt egy kör, amelyek a Magyar Postától függetlenül távközléssel foglalkoztak, ezek pedig a zártcélú hálózatokat üzemeltető társaságok voltak. Ezek a vállalatok előszeretettel nevezték ezt a tevékenységet technológiai távközlésnek is, megkülönböztetve magukat a nyilvánosság számára szolgáltatásokat nyújtó Magyar Postától.

Ebbe a körbe tartoztak a villamosenergia-ipari cégek, amelyek számára az erőművek, távvezeték-hálózatok és a nagyelosztók jelentették azokat az ipari objektumokat, amit fenn kellett tartani, üzemeltetni és ehhez ezen a nyomvonalon telepített távközlő hálózatra volt szükség. Ugyancsak ide tartozott a kőolaj- és gázipar, akik a szállítóvezetékek mentén, a kitermelési helyszínek és a feldolgozási helyszínek kiszolgálására üzemeltettek elkülönült zártcélú hálózatot. Ide tartozott a Magyar Államvasutak is, hiszen a vasútüzem fenntartásához már történelmi időktől kezdve hozzátartozott a vasútpálya mellett kiépített távíró-összeköttetés, majd a vasútbiztosítási rendszerek és ezzel szinte párhuzamosan a vasútüzemi távközlés kiépítése, hiszen az egyes vasútállomások közötti kommunikációhoz is ez volt a legjobb hálózati topológia.

Mai fejjel már egészen logikus, hogy ezeknek a cégeknek hasonló problémákkal kellett megküzdeniük a zártcélú hálózataik létesítése, fejlesztése és üzemeltetése során, így érdemes közösen gondolkodniuk, azonban ez az együttműködés jó ideig nem került előtérbe. A szeparált cégek (MVMT, OKGT, MÁV) nem keresték a kapcsolatot ebben a témában, nem a távközlés, hanem a fő ipari profil volt az elsődleges a számukra. Távközlési szakembereik a civil szakmai szervezetekben sem találtak egymásra, mert a villamosipari szakemberek a Magyar Elektrotechnikai Egyesületben (MEE) és az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületben

(ETE) tömörültek, a kőolaj- és gázipar szakemberei pedig az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületben (OMBKE), a Magyar Geofizikai Egyesületben (MGE), a Magyar Kémikusok Egyesületében (MKE) valamint a már említett ETE-ben voltak tagok. A MÁV szakemberei a Közlekedéstudományi Egyesületben (KTE) voltak érdekeltek. Szerencsére néhányan közülük egyéni tagjai voltak a HTE-nek is, ahol megszületett a gondolat, hogy érdemes lenne egy önálló szakosztályt létesíteniük a HTE-n belül, ahová a többi, távközléssel foglalkozó szakemberük is bevonható. Így 1972. május 4-én megalakult az Energiaipari Távközlési Szakosztály, elsősorban villamosenergiiai szakemberek részvételével. Tevékenységük inspirálóan hatott a többi iparág távközlési szakembereire is, 1975. szeptember 9-én az addig más szakmai szervezetekben tevékenykedő kőolaj- és gázipari távközlési szakemberek is csatlakoztak a szakosztályhoz. A síófoki székhelyű Kőolajvezeték Vállalat 1974. február elsején kettéválásával megalakult a síófoki Gáz- és Olajszállító Vállalat (GOV), akik 1977. március 15-én létrehozták a HTE Síófoki helyi csoportját. A 60 fős csoport elnöke Szakonyi Géza, titkára Buday Rezső lett és a csoport a vidéki szakemberek intenzív bevonását tűzte ki elsőleges célként.

A síófoki csoport és az Energiaipari Távközlési Szakosztály szoros együttműködése alapozta meg egy Energiaipari Távközlési Szeminárium megszervezésének az ötletét, melynek a fő szervezője Halász Miklós (OKGT) lett, de sokan mások (többek között Jutasi István, Bély András, Buday Rezső, majd később Rurik Péter) segítették a szervezést.

3. Az első szeminárium és eredményei

A sorozatot elindító Energiaipari Távközlési Szeminárium 1978. október 12-14. között Balatonkenesén került megrendezésre. A „szeminárium” elnevezést kapta, mert ekkor még félig-meddig oktatási célja (is) volt a rendezvénynek – meg persze azt sem lehetett tudni, hogy ez sorozattá válik. A szemináriumon végül 140 résztvevő volt jelen, akik az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) 26, a Magyar Villamosművek Tröszt (MVMT) 24 vállalatát képviselték, de emellett jelen voltak a hazai híradástechnikai berendezéseket gyártó vállalatok, a Magyar Posta és a felügyeleti szervek illetve hatóságok érdeklődő szakemberei is.

A szemináriumot dr. Gál József, a HTE klub – a mai Távközlési Klub elődje – titkára nyitotta meg és Susánszky László, a HTE elnökhelyettese vezette. A szeminárium zárszavát dr. Almássy György kandidátus, a HTE főtitkára tartotta, ebben foglalta össze a három nap eredményeit. A szemináriumról egy hét pontból álló záróközleményt is kiadtak [1], melynek 2. pontja a következőképpen szólt:

„A tapasztalatcsere rendszeressé tétele érdekében az energiaipari távközlés szakemberei számára megfelelő fórumot kell biztosítani, melynek egyik formája a

szeminárium 2 évenkénti összehívása. Állandó kapcsolat fenntartása szükséges a külföldi energiaipari távközlő rendszerek szakembereivel, illetve szervezeteivel.”

Valójában ezzel a záróközleménnyel lett megalapozva a konferenciasorozat, melyre mind a mai napig a 2. pont szellemében két évente – immár 20. alkalommal – sor kerül.

3.1. A hetvenes évek vége – történelmi és szakmai korrajz

Mai ismereteinkkel nehéz megítélni, hogy az 1978-as konferencia mennyiben volt előremutató a témáit illetően. Ehhez meg kell próbálni kicsit visszaélni magunkat a közel negyven évvel ezelőtti valóságba. Felvillantunk néhány közéleti majd néhány hírközlési eseményt 1978-ból, ami segít az idő kerekének a visszaforgatásában.

1978-ban kötötték meg a Camp David-i egyezményt a közel-keleti békéről, ennek főszereplői az egyiptomi Anvar Szadat és az izraeli Menáhém Begin voltak, közvetítőként pedig az akkori amerikai elnök, Jimmy Carter vett részt a csúcstalálkozó tárgyalásain. Európában Aldo Moro, Olaszország leghosszabb ideig hivatalban lévő kormányfőjének az elrablása, majd megölése kellett döbbenetet. A Vörös Brigádok által kivégzett politikusról az állami megemlékezést VI. Pál pápa tartotta, aki szintén abban az évben hunyt el és adta át helyét I. János Pál pápának, akit 33 nap múlva II. János Pál követett a szentszékekben. 1978-ban futball VB is volt, még hozzá a magyar nemzeti válogatott részvételével, mely 1966 után újra kiharcolta a részvételt. Az Argentínában megrendezett VB-n először lett világbajnok az argentin csapat. Mai füllel az is meglepő hír talán, hogy ebben az évben született meg a magyar-osztrák egyezmény a vízumkényszer eltörléséről. Moammer Kadhafi líbiai államfő is ebben az évben érkezett négy napos látogatásra Budapestre. S hogy egy kicsit a könnyűzene vonalán is adjunk kapaszkodót: 1978-ban alakult meg az Edda Művek és a Hobo Blues Band.

Szakmai téren legalább ennyire sokkoló a visszatekintés. 1978-ban állt pályára a NAVSTAR GPS első műholdja, miközben ma már el sem tudjuk képzelni az életet a műholdas navigáció nélkül. Június 8-án jelentette be az Intel a 29 ezer tranzisztort tartalmazó, 16 bites 8086 mikroprocesszorát, mely már 5 MHz-es órajellel működött. Az internet is gyerekcipőben járt, az IPv4 protokoll első IEN (Internet Experiment Note) dokumentumai ebben az évben jelentek meg, az ARPANET hálózat akkor még az 1971-ben bevezetett NCP protokollt használta.

Az itthoni hírközlési események közül kiemelkedett a taliándörögdi úrtávközlési földi állomás üzembe helyezése (ami azóta már nyugdíjba is vonult), s Újpesten ebben az évben avatták fel a 9 ezer vonalas crossbar központot, szó sem volt még digitális kapcsolásról itthon. A mérnöktársadalom hírközléssel foglalkozó csoportja ebben az évben vehette kezébe a Műszaki Kiadó gondozásában megjelent bibliát, Lajkó Sándor és Lajtha György: PCM a távközlésben című alapművét. Ami

pedig a hazai szolgáltatói monopolhelyzetet illeti, a Magyar Posta volt az egyetlen szolgáltató, a szabályozási háttér pedig a postáról és a távközlésről szóló 1964. évi II. törvény adta.

3.2. Az első szemináriumok szakmai témái

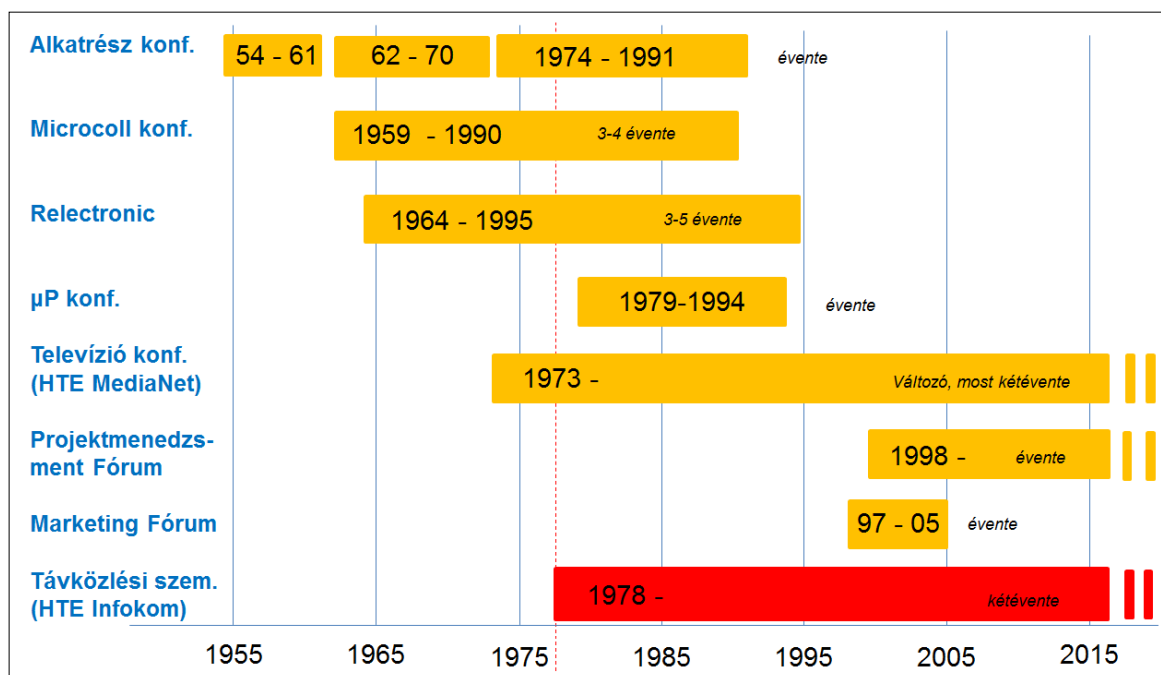
Az első szeminárium szakmai témái erőteljesen kötődtek az energiaipar speciális igényeihez. A sajátos jellegű műszaki követelmények, az ezzel kapcsolatos biztonsági előírások és mindenekelőtt a magas fokú megbízhatóság állt a középpontban. Ekkor kezdték el technológiai távközlésnek nevezni az általuk művelt területet, mely azonban magában foglalta a hagyományos hírközlést, benne a távbeszélőt, a távírót és a rádiótelefoniat. Emellett azonban megjelent az adatátvitel, a távjelzés, a mérés és a vezérlés területe is az előadásokban. Az első szeminárium programját még egy színes film vetítése is gazdagította, mely a kőolaj- és gázipari kábelek építéséről, szereléséről és ki-egyenlítéséről szólt. A regisztrált résztvevők száma 120 volt, de összesen 140-en vettek részt a szemináriumon.

A második rendezvényre a záróközleménynek megfelelően két év múlva, 1980. szeptember 25-27. között került sor, a helyszín viszont változott, Siófokon rendezték meg az összefoglaló II. Energiaipari Távközlési Szeminárium címmel. A program itt már tartalmazta a számítógépes irányítás távközlési alkalmazhatóságát és felügyelet nélküli távközlési üzemvitel kérdéskörét is, ami 1980-ban előremutató kezdeményezésnek számított. A külföldi előadások mellett a Siemens bemutatót is rendezett, valamint ismét szerepelt két szakmai film a programban. Az egyik az előregyártás szerepét mutatta be a kábelhálózat építésénél, míg a másik a távkábelépítés, szerelés és mérés folyamatát ismertette. A regisztrált résztvevők száma kicsit emelkedett, 135-en voltak.

A III. Energiaipari Távközlési Szemináriumot 1982. szeptember 29. és október 1. között rendezte meg a HTE szakosztálya, most már 150 fő részvételével [2]. Ezen a rendezvényen már a Magyar Posta szakemberei is tartottak négy előadást, a hazai ipar pedig öt előadással képviseltette magát. A rendezvény fókuszában főként a rádióhírközlési és a PCM szakterületek álltak, ennek keretében a posta rádiófrekvenciás zavarmérő szolgálata már mérőkocsi bemutatót is tartott az előadás mellé.

3.3. A negyedik szeminárium – kilépés a keretek közül

A HTE óramű pontosságával tartotta az 1978-ban meghirdetett két évenkénti megszervezést, így a IV. Energiaipari Távközlési Szemináriumot 1984. szeptember 19-21. között rendezte meg a jól bevált – és áraiban is kedvező – siófoki helyszínen [3]. Az előző három szeminárium szakmai sikerei már rangot adtak a rendezvénynek, az érdeklődés szélesebb körű lett. A szervezők elérték, hogy a szeminárium fővédnöke dr. Kápoli László ipari miniszter, védnökei pedig Schiller János, az MVM és Zsengellér Zolt, az OKGT vezérigazgatói legyenek. Tovább emelkedett a létszám is, itt már 63 szervezet 170 regisztrált résztvevője vett részt és a 13 hazai mellett 7 külföldi előadás is elhangzott. A meghívott vendégekkel együtt a létszám elérte a 200 főt, tehát nem csak rangjában, hanem méreteiben is előrelépett a rendezvény. Most első alkalommal a szeminárium megszervezését az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, a Közlekedéstudományi Egyesület, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület, a Méréstechnikai és Automatizálási Egyesület és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület is támogatta. A megnyitó előadást dr. Budinszky József, az OMFB főosztályvezetője tartotta, témája az anyag, az energia és az információ kapcsolata és ezen keresztül a műszaki fejlesztés fő irányainak a bemutatása volt. A szakmai



A HTE konferencia-sorozatai

előadások jellege is megváltozott, az előadásokat szinte kivétel nélkül az energiaiparon kívüli cégek tartották, erre korábban nem volt példa. A hazai gyártók közül a TERTA, a BHG, a BRG és az MKM, a kutatóhelyek közül a TKI, a BME-EI és a PKI valamint a Magyar Posta Központja, a Soproni Postaigazgatóság és a MÁV képviselői tartották a hazai előadásokat. A külföldi előadók skálája is szélesebb lett, a Siemens mellett már megjelent a Hewlett-Packard, az Autophon és a Wandel & Goltermann előadója is. Külön fénypontja volt az eseménynek, hogy a Siemens kiállította PC 16-os személyi számítógépes konfigurációját, a Magyar Posta bemutatót tartott a személyhívó és szelektív rádiós kapcsoló rendszeréről, az Autophon pedig a rádiótelefon készüléksaladját állította ki. A GOV a gázfődiszpécser központjának a megtekintésére szervezett fakultatív programot, ami sok szakembert vonzott. Ezen a szemináriumon is vetítésre került két videofilm. Az egyik az első hazai optikai kábelépítést mutatta be, a másik pedig a kőolaj- és gázipari távközlő rendszer üzemvitelét mutatta be.

A szakmai témák köre is megváltozott a külső előadók dominanciája következtében. Előtérbe került az optikai távközlés, mely a technológiai távközlési terület számára is izgalmas témának ígérkezett. Erősödött a rádiótelefonia témaköre, itt az új szolgáltatások és a digitális technika lépett az előtérbe. Ugyancsak kiemelkedő téma volt a rendszer mérés-technika, valamint az erősáramú hálózatok távközlési célú igénybevétele és a zavaró hatások elleni védelmek.

3.4. A nyolcvanas évek – szakmai korrajz

Ahhoz, hogy meg tudjuk ítélni, mennyire voltak előremutatóak a HTE nyolcvanas éveiben tartott szemináriumainak a témái, ismét egy kis korrajzot adunk – most már csak a szakmai eseményekből.

A nyolcvanas évek elején 1981-ben véglegesítette az Internet Engineering Task Force a TCP/IP protokollt, az internet ma is működő protokollját, ekkor jelent meg az RFC 791, 792 és 793 dokumentum. Ugyancsak 1981-ben, szeptember elsején elindult a világon első NMT 450-es mobil rádiótelefon rendszer Szaud-Arábiában, majd egy hónappal később Svédországban és Norvégiában. Az első generációs mobil rendszerek korszaka tehát ekkor köszöntött be. Itthon pedig a NE-DIX típusú TPV távíró és adathálózati központ üzembe helyezése folyt ugyanebben az évben.

1982 augusztusában megjelent az ABBA együttes „The Visitors” című nyolcadik albuma. A korrajzban ez azért érdekes, mert ez volt az első olyan album, amelyik már nem bakeliten, hanem CD-n jelent meg. A Philips Hannover melletti, langenhagen-i gyára ezzel indította el a CD-gyártás korszakát, mely felett ma már a vészharangot kongatják néhányan.

1984-ben az IEEE International Electron Devices Meetingen Dr. Fujio Masuoka bejelentette a flash memória feltalálását, ettől kezdve indult meg a flash memóriák gyártása, elterjedése. 1985. október 17-én jelentette be az Intel, hogy elkészült a 16 MHz-es órajel-

vel működő, 275 ezer tranzisztort tartalmazó Intel 386 DX processzor. Ezzel beléptünk a 386-os PC-k világába. Itthon is nevezetes volt 1985, egyrészt ebben az évben kezdett el működni az első fényvezető kábel a Belváros és a József központ között, másrészt ebben az évben kapcsolták le a Várban azt a 7A-1-es rotary központot, ami aztán pár évvel később a Telefónia Múzeum létrehozását is megalapozta. A ma is működőképes, bekapcsolható 7A-1-es központ az egyetlen olyan rotary központ a világon, mely az eredeti helyén megmaradt. Az 1928-ban elindított központ 12 év múlva már 100 éves születésnapját fogja ünnepelni, a teljes szakma nagyon reméli, hogy mindezt a jelenlegi helyén sikerül megélnie.

1986-ban már 480 csatornás PCM rendszert telepít a Magyar Posta a Belváros és József központ közötti optikai kapcsolatra. 1987 szeptemberében 13 szolgáltató és igazgatási szervezet aláírja a GSM MoU-t, melynek értelmében 1991. július elsején el kell indulniuk az új, GSM rendszerű mobil rádiótelefon rendszerrel.

1988-ban két szakember, Joseph Lechleider, a Bellcore kutatója és John Cioffi, az Amati mérnöki iroda alapítója matematikai úton bebizonyítja, hogy a réz érpárok beszédsáv feletti frekvenciatartományának a kihasználása digitális átvitel céljaira messzesemenően lehetséges. Ezzel megteremtik az alapot a DSL rendszerek megszületéséhez. Ugyancsak 1988-ban, december 15-én elkészül a TAT-8, az első optikai szálás összeköttetés Európa és Amerika között.

1989. február 27-e a hazai távközlés egyik kiemelkedő dátuma: ekkor lett átadva a forgalomnak a szombathelyi ADS, az első hazai digitális TPV telefonközpont. Ezzel megindult a hazai telefonhálózat digitalizációja, melynek az utolsó elemeit – legalábbis ami a kapcsolástechnikát illeti – éppen ezekben a hónapokban búcsúztathatjuk el a mai Magyar Telekom hálózatában.

3.5. Bővülés a kiállítással

Az 1984-es szemináriumon megjelent cégek bemutatói arra ösztönözték a szervezőket, hogy a rendezvényt intézményesen is kiállítással kiegészítve hirdessék meg. Az 1986-os összejövetel így az V. Energiaipari Távközlési Szeminárium és Kiállítás nevet kapta, s még mindig Siófok volt a helyszíne [4]. Itt már 29 előadás hangzott el és ennek a megoszlása is egyedülálló: 14 hazai előadó mellett 15 külföldi előadás hangzott el. A fővédnök ismét dr. Kapolyi László ipari miniszter volt és az OKGT és az MVMT vezérigazgatói ismét vállalták a védnökséget. A 179 regisztrált résztvevővel büszkélkedő rendezvényt Czipper Gyula ipari miniszterhelyettes nyitotta meg, s beszédében kiemelte az energiaipari távközlés fontosságát, valamint az energia biztonságos előállítását és szállítását, melyben az energiaipar automatizált irányítási és adatfeldolgozó rendszereinek döntő szerepe van.

A szeminárium első napján az előadók a szál-optikai átvittel és azok eszközeivel, építési módszereivel és mérés-technikai aspektusaival foglalkoztak. Az este pe-

dig – kötetlen körülmények között – elmélyült vitába torkollt, melyben a hazai rendszerek létesítése és mielőbbi elterjesztése állt a középpontban. A második napon az ISDN rendszer, az URH és mikrohullámú átvitel, az automata rádiótelefon-hálózatok és a digitális rádiózás alapelvei kerültek a középpontba. Az első két nap tehát már olyan általános témákról szólt, melyek az ország távközlésének az egészére is kihatottak. A harmadik napon jöttek elő a speciális, energiaipari távközléssel kapcsolatos kérdések: az adathálózatok irányítása, a telemechanikai fejlesztések és a KGST országok prágai villamosenergia koordináló szervezetének a technikai bemutatása.

Az igazi újdonság a szeminárium köré szervezett kiállítás volt, ahol a Felten & Guillaume, a Marconi, a Rohde & Schwarz, a Wandel & Goltermann, a Hewlett-Packard, az Autophon és az Ipari Informatikai Központ mutatta be a legújabb termékeit. A kiállítás sikerét két tényező hozta meg: egyrészt az előadások mellett megtekinthetők voltak tényleges eszközök, berendezések is, amikről a helyszínen információt is lehetett kapni (ne feledjük, akkor jóval nehezebb volt korrekt műszaki információkhoz jutni, mint manapság), másrészt olyan cégek képviseltették magukat, akik a legújabb fejlesztéseiket mutatták be, ami ráadásul a hazai viszonyok között inkább a jövőt reprezentálta. A sikerből aztán hagyomány lett, azóta is része a kiállítás a megrendezett konferenciáknak.

Az 1988-as rendezvény szervezésekor felmerült, hogy más helyszínen legyen, mint a korábbiak, így Hajdúszoboszlóra esett a választás. A VI. Energiaipari Távközlési Szemináriumon és Kiállításon 18 hazai és 8 külföldi előadás mellett két video előadás és 2 műszerbemutató is szerepelt [5]. A rendezvényen 82 szervezettől összesen 210 regisztrált szakember vett részt. A Posta Kísérleti Intézettől hat előadás is elhangzott, ami jól mutatja, hogy a szeminárium kilépett a korábbi keretei közül. Az MVMT és az OKGT mellett már más zárt-célú hálózatok szakemberei is tevékenyen bekapcsolódtak. A kiállításon 11 külföldi kiállító mellett már 8 hazai cég jelent meg (Bajai Híradástechnikai Kisszövetkezet, Novofer, Omega, Posta Kísérleti Intézet, Széchenyi István Közlekedési és Távközlési Főiskola, TKI, Telmes Műszeripari Kisszövetkezet, Triton Kisszövetkezet).

4. A kilencvenes évek – rendszerváltás és liberalizáció

Mindenképpen határvonalat jelentett a szemináriumok történetében a rendszerváltás, de még inkább a piaci liberalizáció. A rendszerváltás következtében teljesen átalakultak a szakmai szervezetek, egyesületek lehetőségei, új finanszírozási formákra és más, a piaci körülményekhez jobban hasonlító működésmódra kellett áttérni. Ugyanezzel kellett szembenézni a konferenciák szervezésénél is: még fontosabbá vált a valóban aktuális témák előtérbe hozása, a hírközlés egész palet-

tájának a felvállalása annak érdekében, hogy a rendezvények piaci körülmények között is fenn tudják tartani magukat. A piaci liberalizáció viszont a szakmai tartalomra, a témák jellegére volt alapvető hatással, hiszen jelentősen kinyíltak a lehetőségek a hazai szolgáltatók előtt, ugyanakkor megjelentek azok a külföldi cégek a piacon, akik számára korábban nem voltunk elérhető piac vagy éppen a COCOM tilalom miatt hiába is letünk volna elérhetőek. Így utólag természetes tehát, hogy a rendezvénysorozat palettája is kinyílt és fokozatosan a szélesebb szakmai közönség felé fordult.

4.1. A kilencvenes évek első fele – szakmai korrajz

A kilencvenes évek első fele nem csak a politikai életben, hanem a hírközlés szabályozásában is változásokat hozott. 1990. január elsején létrejött a Postai és Távközlési Felügyelet (PTF) és a Frekvenciagazdálkodási Intézet (FGI), mint önálló szabályozási szerv. Még abban az évben megtörtént a Magyar Posta, a Magyar Műsorszóró Vállalat és a Magyar Távközlési Vállalat különválása is. 1990. október 15-én megindult a hazai mobil rádiótelefon szolgáltatás, a Westel Rádiótelefon kft. három bázisállomással és egy kapcsolóközponttal elindította az NMT 450-es rendszerét. Nem egészen egy évre rá, 1991. július elsején elindult a világ első GSM szolgáltatása, a finn Radiolinja cég volt az egyetlen, aki a korábban aláírt GSM MoU szerint kitűzött határidőt teljesíteni tudta. Míg a világ a GSM megjelenésétől volt hangos, addig itthon kalandos úton, de sikerült Magyarországnak is csatlakoznia az internetre. Az első hazai domainnév (sztaki.hu) bejegyzése 1991. október 7-én történt meg.

1992–1993 ismét a szabályozási lépések időszaka volt. 1992. január elsején alakult a Matáv részvénytársasággá, majd hosszú szakmai és távközléspolitikai viták után 1992. november 22-én a Parlament megszavazta az 1992. évi LXXII. törvényt a távközlésről. 1993. november elsején létrejött a Hírközlési Főfelügyelet, 1993 decemberében pedig végbement a Matáv Rt. privatizálásának az első fázisa.

1994 februárjában a liberalizáció első kézzelfogható jeleként kihirdették a területi koncessziós pályázat eredményét, mely a mai napig is kihatással van a hazai hírközlési piac viszonyaira. 1994 márciusában a Pannon GSM, majd öt nappal később a Westel 900 elindította a hazai GSM szolgáltatását. 1995. május 21-én a No. 7-es jelzésrendszer debütálását jelentette hazánkban, a Zuglói és Kelenföldi központok között indult meg a jelzésrendszeri kapcsolat elsőként. 1995 végén megtörtént a Matáv Rt. privatizálásának a második fázisa is.

4.2. Szemináriumok a piacnyitás időszakában

Az 1990-es VII. Energiaipari Távközlési Szeminárium és Kiállítást a HTE Hívízre szervezte október 28-31. közötti időszakra. Október 28-ra nem tervezett a HTE szakmai programot, mert ez egy vasárnapi érkezési nap volt, inkább a fürdőprogramok kerültek aznap előtérbe a tervek szerint. A valóságban viszont maga a

rendezvény lebonyolítása is bizonytalanná vált az október 25-én megkezdődött taxisblokádnak miatt. A blokádnak ugyan október 28-án véget ért, de ezt két nappal előtte még nem lehetett látni. Mindezek ellenére a hévízi konferencia újabb részvételi csúcst hozott, 280 regisztrált résztvevő jelentkezett a rendezvényre és némi nehézségek árán szinte mindenki el is tudott jönni a konferenciára.

A szervezés az összes hazai különhálózat üzemeltetőjére kiterjedt, a három nap alatt 17 hazai és 17 külföldi szakember tartott előadást. A témák közül kiemelkedett az intelligens hálózat, a Frame Relay adatátvitel, a digitális hálózatok, az irányítástechnika és a mérés-technika témaköre. Kiemelkedő volt a kiállításra jelentkezők száma, összesen 34 cég jelentkezett, felerészben olyan külföldi cégek, akik végre itthon is bemutathatták a korábban COCOM tilalom alá eső berendezéseiket. Nem is kétséges, hogy ezt a konferenciát már a rendszerváltás szele erősen áthatotta. A külföldi – elsősorban a nyugat-európai – távközlési berendezésgyártók nagy lehetőségeket láttak a megnyílni készülő kelet-európai piacon és ez felpozícionálta a hazai szakma életét is.

Ebben a pezsgésben a szakemberek mellett részt vettek azok az önkormányzatok is, amelyek gyorsan szeretnék volna felzárkóztatni a távközlési infrastruktúrával ellátatlan területüket és ennek érdekében intenzív kapcsolatba kerültek az alternatív megoldásszolgáltatókkal. Ebben a légkörben jött el a sorban nyolcadik rendezvény ideje, melyet 1992. október 7-9. között rendezett meg a HTE Balatonaligán. A cím egy kissé bővült, a VIII. Energiaipari (külön hálózatok) Távközlési Szeminárium és Kiállítás már utalt arra, hogy a rendezvény messze túllép az energiaipar határain [6].

Az előjelek nem voltak túl biztatóak, kiderült, hogy 1992 őszén egymást érik a távközlési rendezvények. Az ITU rendezésében október 13-tól Budapesten tartották meg az Európa Telekom '92 rendezvényt, de ősszel volt a 92-es Compfair kiállítás valamint az önkormányzatok távközlési problémáira koncentráció egri „Fel-támadó vidék konferencia” is. Félő volt, hogy a sok irányban informálódni kívánó szakma nem tud ennyi rendezvényen részt venni és visszaesik a résztvevők száma. Szerencsére nem így történt, a résztvevők száma alig csökkent, 248-an regisztráltak a rendezvényre, viszont az előadási kedv tovább nőtt, 41 előadás hangzott el a rendezvényen, ebből 15 volt külföldi. A kiállításon 29 cég igyekezett felkelteni az érdeklődést termékei, megoldásai iránt.

Ami a szakmai tartalmat illeti, több olyan jövőbe mutató téma is előadásra került, melyről akkor még kevés ismerettel rendelkeztek a résztvevők. A szeminárium előadásai egy 340 oldalas kötetben kerültek kiadásra, melyet már a rendezvényen kézhez kaptak a résztvevők. Ebben tallózva a jövőt villantotta fel Bérci Márton „Nyilvános csomagkapcsolt adatátviteli szolgáltatás” című előadása, mely ugyan a Matáv Rt. előző évben elindított adatátviteli szolgáltatását mutatta be elsősorban, de már előre vetítette a csomagkapcsolás,

mint alapelv előnyeit és lehetőségeit a jövő hálózataiban. Ugyancsak egy korszak nyitányát jelentette Jamrik Péter „Magán rádiótelefon-hálózatok csapdái” című előadása, mely aztán a későbbiekben a TETRA rendszer bevezetésére tett erőfeszítések irányában fejlődött tovább. Mai szemmel alapvető és erősen a jövőt meg-alapozó előadás volt Ipolyi István „Részvezetőjű kábelek digitális felhasználásra” című előadása, ami akkor talán nem is keltett akkora érdeklődést, de most visszatekintve láthatjuk, hogy az xDSL piac felfutásának a műszaki alapját jelentette.

4.3. Elszakadás a kezdetektől – az első címváltozások

Az 1994-es rendezvényt az előző két szeminárium tapasztalatai alapján már módosított néven jelentették be, hiszen egyre inkább nyilvánvaló volt, hogy kinőtte az energiaipar kereteit. A sorszámozás is szakított a korábbi római számozással, így 1994. szeptember 28-30. között a 9. Távközlő Magánhálózatok Szeminárium és Kiállítás került megrendezésre [7]. A résztvevők jelentkezése alapján azonban nyilvánvalóvá vált, hogy a koncessziós szolgáltatók érdeklődése igen erős lett a konferencia iránt, így felmerült, hogy újabb névváltoztatásra lesz szükség. Ezt teljes mértékben alátámasztotta a szeminárium hangulata és az éjszakába nyúló viták, beszélgetések is. A résztvevők száma még nagyobb lett, 355 regisztrált szakember vett részt és hallgatta meg a 45 előadást.

A nyitóelőadásban Schmideg Iván (OMFB) az egységes hálózat vagy versengő hálózatok kérdéséről járt körül, ami rögtön megadta az alaphangot a vitákhoz. Új színfoltot jelentett – és nagyon hiányzott is a korábbiakban – Kiss Ferenc (FKC) előadása, melyben a magánhálózati szolgáltatások árképzését mutatta be. Ennek az előadásnak a jelentőségét az adta, hogy be-csempészte azokat a közgazdasági alapokat a rendezvényre, melyekre egyre nagyobb szükség volt a versenykörnyezet erősödése nyomán. Eisler Péter (Hungarocom Kft.) „Virtuális magánhálózatok és az IN technológia felhasználása magánhálózatok kialakításához” címmel tartott előadása olyan alapelveket mutatott be, amiket a mai hálózati átalakulásban – persze fejlettebb változatban – természetes módon felhasználnak a szolgáltatók. Czákó Ferenc (Optotrans kft.) az „Intelligens integrált hálózatok – Wireless Data System Proceeding and New Ways and Standards” című előadása, amely a vezeték nélküli adatrendszerek alapjait mutatta be szinte tutorialszerűen.

Az igen sikeres és jó hangulatú 1994-es soproni szeminárium után már nem lehetett tovább folytatni a sorozatot úgy, hogy a magánhálózatok vannak a közép-pontban, annyira kiszélesedett a paletta, hogy az 1996. október 2-4. között megtartott síófoki rendezvény már a 10. Távközlő Hálózatok Szeminárium és Kiállítás nevet kapta [8]. Ezzel már nevében is felvállalta a szervező bizottság, hogy a sorozat általában a távközléssel foglalkozik, de nem kizárólagosan a különféle hálózatokkal, hanem a teljes kérdéskörrel. Ezt tükrözte a 330 résztvevőt megmozgató rendezvény bevezetője is,

ahol Csapodi Csaba (KHVM) az új távközlési szolgáltatók piacra lépési lehetőségeiről, Sallai Gyula (HIF) a távközlésfejlesztés és szabályozás európai trendjeiről tartott áttekintő előadást. Mindkét témát nagy érdeklődés kísérte, hiszen ezek alapozták meg a következő évtized kiteljesedő versenypiacának a kialakulását. A három nap témakörei a távközléspolitikai, a fejlesztési trendek piaci stratégiák és az alternatív szolgáltatók belépése mellett a szélessávú, nagysebességű, integrált és virtuális hálózati struktúrákkal, a vezetékek nélküli rendszerekkel és a minőségbiztosítás, hálózatok mérés technikájával és felügyeletével foglalkoztak. A 39 előadásból a már említett két bevezető előadás mellett Fiala Károly (Westel kft.) már a TETRA rendszerről tartott prezentációt A megvalósulás küszöbén címmel, erőteljesen rámutatva a mihamarabbi bevezetés fontosságára. Két külföldi előadás pedig a jövő technológiába nyújtott kiváló bevezetést. Az egyik a „The Evolution Towards Optical Fibre Infrastructure in the Access Networks” címmel már akkor az optikai szálak hozzáférési hálózatbeli jelentőségét hangsúlyozta és francia, német, olasz és angol példákkal illusztrálta a jövő lehetőségeit P. Hale (Pirelli) előadásában. A másik előadás (A. Kysenius, Nokia) pedig szintén a TETRA rendszerről szólt „Emerging Global Standards for Digital Trunked Radio” címmel.

4.4. A konvergencia hatása – belép az informatika és a multimédia

A HTE 1998-ban változtatta meg a nevét a korábbi Híradástechnikai Tudományos Egyesületről Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesületre. A névváltoztatást a hírközlés és az informatika fokozatos összeolvadása, a konvergencia jelensége indokolta. Mivel ez a folyamat a hírközlés egészére kihatással volt, így logikusan adódott, hogy a rendezvényt is lesznek informatikai hálózatokkal kapcsolatos témái. Ezért az 1998-as rendezvényt, mely Keszthelyen került megrendezésre 1998. október 7-9. között, már 11. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás néven hirdette meg a HTE. A palettára felkerült az informatika és távközlés szabályozás, a multimédia kérdésköre, a beszéd- és adatintegráció, a mobil rendszerek (GSM és TETRA) és a térinformatika alkalmazása is. Az előadások száma is megnőtt, már 49 előadás hangzott el, amit 380 regisztrált résztvevő hallgathatott meg és 18 kiállító jelent meg a helyszínen (Comtech, Consultronics, Diamond, DSR, Elsinco, Ericsson, Nokia, Paracomtel, Polynet, Raychem, Robert Bosch, SCI-Modem, Siemens-Telefongyár, Synergon Informatika, Telmo, Wandel & Goltermann és médiapartnerként a Budapest Business Journal).

A kibővített palettának megfelelően megjelentek az új témák is. Erényi István (KHVM) az informatika szabályozása az EU csatlakozás tükrében címmel, Czákó Ferenc (Synergon) a távközlés és az informatika konvergenciája címmel tartott előadásai bemutatták a közel jövő várható tendenciáit. Szőke Albert (Synergon) a KTV a jövő informatikai előfizetői hálózata című előad-

sával vetítette előre mindazt, amit ma előfizetőként már a mindennapokban élünk meg. Már akkor felmerült a mai közműnyilvántartások problémaköre, erről Paulovics Zoltán (Geometria) a korszerű hálózat-nyilvántartási rendszer alkalmazása az üzemeltetés és a szolgáltatás minőségének javítása érdekében című előadásában értekezett, akkor talán nem is tulajdonítottak a hallgatók akkora jelentőséget a témának, mint ahogy ma már látjuk, hogy milyen fontos kérdésről is van szó. Nagy Tibor (Cisco) a szórt spektrumú hálózati eszközökről tartott alapozó előadást. Jamrik Péter (Novofor Rt.) pedig a külön célú mobil rádióhálózatok jelene mellett a várható jövőt vázolta fel, természetesen a TETRA rendszert is belefoglalva az előadásba.

Az eddigi legmagasabb részvételű rendezvényre 2000. október 4-6. között került sor Sopronban. A 12. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás 435 regisztrált résztvevőt vonzott, bizony kemény munka volt egymás után lefoglalni a hoteleket Sopronban és megoldani a helyszínre jutást, de boldogan dolgoztak rajta a szervezők, mert élmény volt ekkora konferenciát rendezni. A Szieszta szállóban 23 kiállító is bemutatta eszközeit, termékeit. Az összesen 50 előadást nagy figyelem kísérte, s az aktualitások mellett ismét sikerült néhány jövőbe mutató előadást is meghallgatni. Ligety László (Synergon) az IP alapú hálózatok szerepét mutatta be a távközlés és az informatika konvergenciájában. Zömbik László (Ericsson Magyarország kft.) az IP alapú vállalati távközlő rendszerek biztonsági kérdéseivel foglalkozott, Paksy Géza (Matáv PKI) pedig már a WDM rendszerek nagyvárosi hálózati alkalmazását ismertette. Előtérbe léptek az új mobil rendszerek mérési és vizsgálati elemei is, ebben Ralf Karbstein (Tektronix) a „Testing GPRS – the path to the 3rd Generation Mobile Systems” című előadása és Pelikán László (ELSINCO Budapest) a „GSM és DCS 1800-as bázisállomás antenna rendszerek mérés technikája” című előadásával mutatott irányt a közeljövő felé.

A csúcscrésztvételt a következő időszakban egy enyhe hullámvölgy követte, a 2002-ben Siófokon megrendezett 13. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás részvételi adatai nem is állnak rendelkezésünkre, de kb. 250 fő lehetett a résztvevők száma. A program pedig akkor is erős volt, ismét 50 előadás hangzott el és a paletta is szélesedett. Földházi Csaba (Robert Bosch kft.) előadásában már megjelentek a VoIP alkalmazások, ezek helyét a vállalati alkalmazásokban mutatta be. Németh László (Novotron) a KTV hálózaton keresztüli távbeszélés gyakorlati megoldásaival foglalkozott. Jeszenői Péter (Matáv-PKI) már a DWDM rendszerek alkalmazhatóságát ismertette meglévő optikai kábelhálózaton, míg Molnár Róbert (SCI-Network Rt.) az OFDM technológián alapuló vezetékek nélküli hozzáférési megoldások témakörébe vezetett be a hallgatókat. Több szabályozási előadás is elhangzott, ezek közül nagy érdeklődés kísérte Hidasi István (HIF) előadását, melyben a hálózati összekapcsolási díj hatását elemezte a távközlés liberalizáció-

jára vonatkozóan. Az akkor még újdonságot jelentő összekapcsolási referenciaajánlatok szempontjából ennek nagy jelentősége volt. Az erősen kinyílt paletta ellenére sem maradtak el persze az energiaipar képviselői. Agárdi Ferenc (MVM Rt.) és Zarándy István (Kapsch kft.) az MVM Rt. távközlési fejlesztési projektjét mutatta be – ennek eredményei ma is meghatározóak.

2004-ben Hajdúszoboszló adott otthont a 14. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szemináriumnak és Kiállításnak. A rendezvény programját részben befolyásolta a 2004-es Európai Unió csatlakozásunk, ennek megfelelően több előadás is ennek az égiszében született meg. Erényi István (IHM) és Kelemen Csaba (BCE) II. éves Ph.D. hallgató (!) közös előadása „Magyarország az Európai Unió tagja – kihívások és lehetőségek a magyar informatika és kommunikációs szektor számára” címmel adta meg a szélesebb kereteket a témához, majd Gargya Balázs (Európai Bizottság Verseny Főigazgatósága) tartott áttekintést az elektronikus hírközlés és a verseny: az Európai Bizottság szerepe címmel. Érdekes volt Valló Ferenc (PanTel Rt.) „Az EU csatlakozás hatása az összekapcsolási piacra – egy alternatív távközlési vállalkozás szemével” című előadása is. A szakmai trendeket Simonyi Ernő (NHIT elnök) és Boda Miklós (NKTH) egy-egy előadása alapozta meg. A szeminárium további szakmai előadásait már az optikai hálózatok, az UMTS mobil rendszerek és – talán legfőbbképpen – az IP alapú rendszerek és alkalmazásuk uralta. A konferencia regisztrált résztvevőinek száma 236 fő volt, akik 82 szervezetet képviseltek.

Kisebb ünnepséget is hozott a 2006. október 11-13. között Egerben megrendezett 15. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás, ahol Sallai Gyula, a HTE elnöke és Zorkóczy Zoltán, a Programbizottság elnöke az esti vacsoránál emeletes tortával és tűzijáték-gyertyával köszöntötték a jubileumi 15. rendezvényt. Bár a rendezvényen 42 plenáris és 16 poszter előadás szerepelt és a témák is nagyon jók voltak, ezen a rendezvényen már csak 207 regisztrált résztvevő volt, ami utoljára 1986-ban, az egyenletes növekedés időszakában fordult elő. A HTE érzékelte, hogy a tendenciát meg kell fordítani, mert a szemináriumot egyébként a kifulladás fogja jellemezni. Ennek ellenére az egri rendezvény igen jó hangulatban és hasznos előadásokkal telt. A 3G jelenéről és jövőjéről Gilányi Attila és Novák Csaba (Ericsson) tartott igen informatív előadást, melyben már az LTE rendszer egyes elemei is bemutatásra kerültek. Gódor Balázs és Vancsó Péter (Magyar Telekom) a csomagkapcsolt, multimédiás szolgáltatások fejlődését mutatta be előadásában, míg Tétényi István (SZTAI) „Szélessávú közmű” címmel tartott igen elgondolkodtató és sok esti vitát, beszélgetést kiváltó előadást a szélessávú szolgáltatások szerepéről és helyéről. A korábbi szemináriumok visszatérő TETRA előadásainak a végére tett pontot Kozma Béla (Pro-M) az EDR hálózat kiépítése Magyarországon című előadásával, hiszen ezzel lezárulhatott a TETRA bevezetéséért folytatott évtizedes küzdelem.

A 16. Távközlési és Informatikai Hálózatok Szeminárium és Kiállítás 2008. október 15-17. között került megrendezésre Zalakaroson. A regisztráltak létszáma némileg emelkedett, 218 fő volt, de nagyszágrendi változás nem történt. Ez egyértelműen jelezte már, hogy valamit változtatni kell a rendezvény továbbélése érdekében. Ugyanakkor pozitív fejlemény volt, hogy a bevezető előadást megtartó Baja Ferenc, a Miniszterelnöki Hivatal államtitkára az infokommunikációra vonatkozó kormányzati tervek ismertetése mellett egy felkérést is címzett a HTE-nek. A felkérés lényege az volt, hogy az Unió összehasonlításban az infokommunikáció terén az EU alsó harmadában elhelyezkedő Magyarország felfelé történő elmozdítása érdekében megindult társadalmi egyeztetést a HTE támogassa meg egy, a hálózatfejlesztési dilemmákat eldöntő szakmai anyag elkészítésével. A HTE felvállalta a szakmai javaslat kialakítását, melynek jövőállóságát mutatja, hogy most, 2016-ban a Szupergyors Internet Projekt előkészítésében és lebonyolításában a 2009-ben elkészült dokumentum szerzői ezt a munkát is felhasználva és eredményét a gyakorlatba átültetve vettek és vesznek jelenleg is részt.

A 41 előadást magába foglaló konferencia bőven tartalmazott jövőbe mutató előadásokat. Kormányos Zsolt (Ericsson) „A mobil kommunikáció jövője” című előadásában a hozzáférési technológiák mellett kitért a hálózaton belüli technológiai változásokra is, valamint néhány új szolgáltatási lehetőséget is bemutatott. Meskó Árs (Magyar Telekom, PKI) az újgenerációs DWDM eszközök bevezetéséről tartott előadást, egyben bemutatta a Magyar Telekom transzport-hálózatában történő alkalmazásokat is. Putz József (T-Kábel Magyarország kft.) a digitális televíziózás új lehetőségeit járta körül. Ma már láthatjuk, milyen alapvető volt Láposi Levente (Alcatel-Lucent) carrier Ethernet szolgáltatások evolúciójáról szóló előadása. Igazi szellemi felüdülést hozott Gulyás András, Heszberger Zsolt és Bíró József (BME TMIT) „Nagy hálózatok evolúciója” című előadása, aminek a középpontjában az önszerveződő hálózatok kutatásával és eddig elért eredményeivel ismerkedhettek meg a hallgatók.

5. Szemináriumból konferencia – az Infokom sorozat gondolata

Bár a 2008-as zalakarosi szeminárium szakmai tartalmát tekintve nagyon jó volt, a HTE vezetése érezte, hogy a 2006-os és 2008-as részvételi létszám finom figyelmeztetés arra vonatkozóan, hogy új köntösben és korszerűbb módon kell folytatni a sorozatot. Megtartva a szakmai hitelességet, ami mindig megkülönböztette a HTE konferenciáit más hazai rendezvényektől, de új alapokra kellett helyezni a szervezést. Erősíteni kellett a marketing vonalat, a kommunikációt, de ettől el kellett választani a szakmai tartalom szervezését, hogy az értékek ne vesszenek el. Így született meg a HTE Infokom konferencia fogalma, amit a sorozat folytatása-

ként továbbra is páros években rendez meg a HTE. Az első konferencia sikere után pedig a korábbi televízió-technikai sorozat feltámasztására megszületett a HTE MediaNet konferencia is, amit páratlan években rendez meg az egyesület. Ezzel egy új, kommunikációjában összekapcsolt konstrukcióban sikerült mindkét konferenciasorozatot emelkedő pályára állítani.

5.1. A HTE Infokom konferenciák

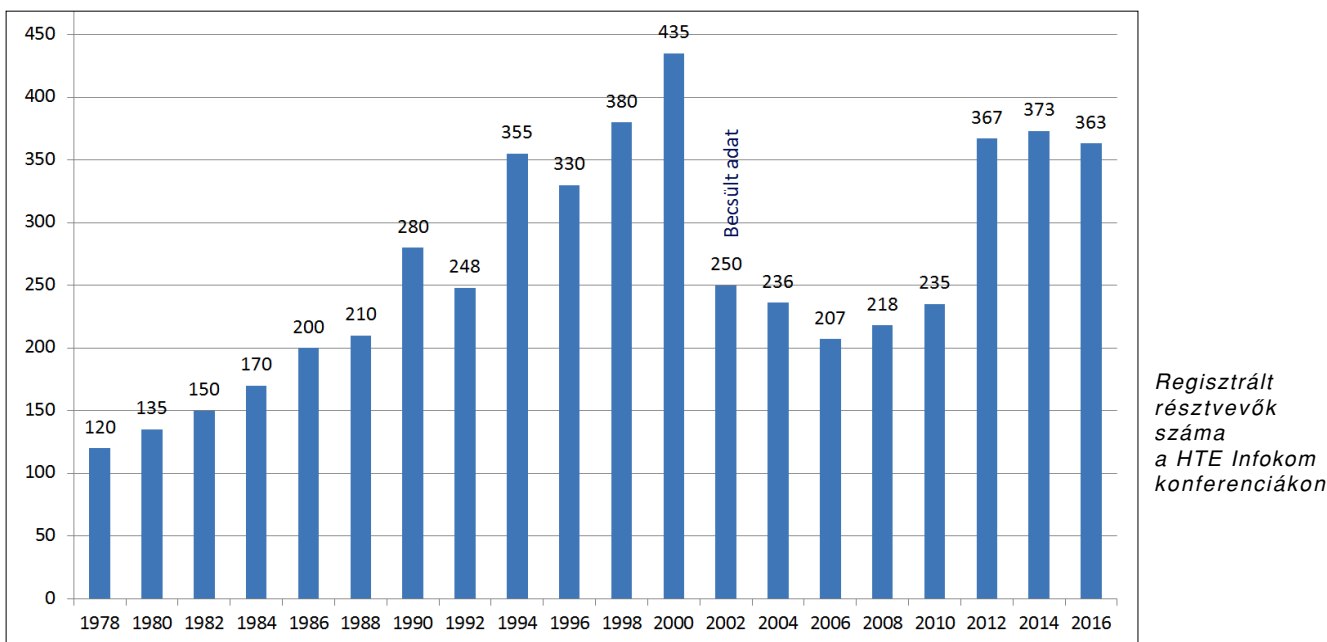
Az első konferenciára visszatérve, a HTE Infokom 2010 Siófokon, az Azúr hotelben került megrendezésre október 27-29. között. Mint látható, későbbre került az időpont a sorozat előéletéhez képest, de ennek több oka is volt. Egyrészt pozicionálni kellett a rendezvényt a többi őszi konferenciához képest, hogy ne legyen ütközés, másrészt viszont több idő is maradt a nyaralási időszak után a regisztrációs időszakra és a végső szervezési lépések megtételére. A siófoki rendezvényen még nem látszott jelentős részvételi növekedés, 235 regisztrált résztvevő jelent meg, de a későbbi konferenciák már egyértelmű növekedést mutattak.

Itt is több előadás foglalkozott a közel- és távoljövő témáival. Abos Imre (BME TMIT) az internet jövőjéről tartott összefoglalót, Michael Schel (Deutsche Telekom) előadása „Optical Access Seamless Evolution” címmel foglalta össze az optikai hálózatok jövőjét, Antók Péter (Antók Mérnöki Iroda) pedig az FTTx hálózatok tervezéséhez, létesítéséhez, üzemeltetéséhez szükséges új technológiákat mutatta be. Répászky Lipót (Nemzeti Audiovizuális Archívum) „A Broadcast-tól a Live Stream-ig” címmel az új televíziózási technológiákat és a médiafeldolgozás rejtelseit mutatta be. Bartolits István (NMHH) az újgenerációs hozzáférési hálózatok és a szabályozás című előadásában a hozzáférési hálózatok azon szabályozási modelljét ismertette és bocsátotta vitára, melyet mind a mai napig használ a Hatóság a piacelemzésben. Babits Emil, Meskó Árs (Magyar Telekom) és Viola Gábor (Huawei) pedig már a 40

Gbit/s-os és 100 Gbit/s-os átviteli technológiát és annak létjogosultságát mutatta be a WDM transzport-hálózatokban.

A sorozat 18. eleme a HTE Infokom 2012 konferencia volt, melyet Mátraházán rendezett meg a HTE csodálatos környezetben. Itt kellemes problémát jelentett, hogy jelentősen megnőtt a résztvevők száma, összesen 367-en regisztráltak, így a szállások egy részét Galyatetőn kellett megoldani és autóbuszos transzfert szervezni a két helyszín között. Ez ugyan jelentett némi kényelmetlenséget, de a jó hangulat és a kiváló szakmai program mindezt hamar feledtette. Ekkor vezette be a HTE a nyitónapon a kormányzati kerekasztal-beszélgetéseket, melyek informatívnak és sikeresnek bizonyultak. Ugyancsak megjelent a programban a diák-szekció, amit misszióként vállalt fel a HTE a fiatalok – elsősorban egyetemisták – bevonására. Megszűnt ugyanakkor az előadásokat leíró, előzetesen kiadott kötet, mert egyre nehezebben lehetett rávenni az előadókat a határidőre leadandó szöveges előadásformára. Az online világ erre sajnos rányomta a bélyegét, cserébe viszont a HTE honlapján már a konferencia előtt követhető a program alakulása és az előadások prezentációi is elérhetők a konferencia után. A Híradástechnika folyóirat pedig decemberben különszámban jelentet meg 8-10 előadást cikk formájában. Újdonság volt az is, hogy négy tutorial előadás és két workshop is szerepelt a programban. Megtartotta a HTE a kiállítást is a konferencia mellett, ami egy térben volt a konferenciával, így a kávészünetek kiváló alkalmat teremtettek a berendezések megismerésére és a kiállítókkal való konzultációra.

A HTE Infokom 2014 konferenciát a mátraházai tapasztalatokból okulva Kecskeméten rendezte meg a HTE, ahol sikerült a létszámot megtartani, 373 regisztrált résztvevője volt a rendezvénynek. Itt is három szállodára volt szükség, de ez legalább a városon belül volt megoldható, a közlekedést iránytaxikkal sike-



rült megszervezni. A program összeállításánál a programbizottság a legkorszerűbb témák szekcióba foglalására törekedett, aminek eredményeképpen már strukturáltan jelennek meg a jövőbe mutató témakörök. A Smart City, a Big Data, a Future Internet – hogy csak néhány példát mondjunk – mind olyan szekciók, amik már a jövőre gondolva kerülnek bele a konferencia programjába, de ugyanakkor a mai megoldások is helyet kapnak bennük.

5.2. A jubileumi huszadik

A mostani, 2016-os rendezvény helyszínéül sikerült olyan szállodát találni, amely befogadta a teljes konferenciát. Az október 12-14. között megrendezett HTE Infokom 2016-ot Tapolcán rendezte meg az egyesület, ahol a Hotel Pelion az összes ott éjszakázó résztvevőt fogadni tudta. Ennek persze az volt az ára, hogy távolabb volt a rendezvény Budapesttől, mint Mátraházán vagy Kecskeméten. Mégis 363 regisztrált résztvevő volt jelen a sorozat 20. jubileumi eseményén, ahol jelen előadás is elhangzott. A jövőbe tekintést itt már tudatosan tervezte meg a Programbizottság Sallai Gyula vezetésével. A pénteki szekcióban Imre Sándor (BME HIT) „Kvantum infokommunikáció, a titkosítás új lehetőségei” és Baranyi Péter (Széchenyi István Egyetem, BME TMIT) „Kognitív infokommunikáció, az ember és ICT kombó tudományterülete” című előadása igencsak távlatokba repítette a résztvevőket.

6. Összefoglalás

Közel negyven évet fog át a HTE Infokom konferenciák eddigi története, ami alatt hihetetlen fejlődésen ment keresztül a távközlés, majd az infokommunikáció. Mégis tartható maradt az 1978-ban kitűzött cél: két évente összegyűlik a szakma, régen az energiaipari szakemberek, ma már a hírközlési szakemberek és a három napos konferencia végén azzal az érzéssel távoznak, hogy kaptak egy áttekintő képet az infokommunikáció ma már igen sokféle területéről. Ezért egyrészt köszönet jár mindazoknak, akik 1978-ban elindították ezt a sorozatot, köszönet jár azoknak, akik nehéz pillanatokban sem hagyták, hogy elmaradjon a rendezvény és ma is folytatják a szervezést. Másrészt biztatjuk az ifjabb generációt a folytatásra. Ez a szakma, ami mára kitágult, több terület összefonódásával komplexebb lett, nagy jövő előtt áll, hiszen ez képezi a digitális korszak alapját. Érdemes tehát folytatni a HTE Infokom konferenciák sorozatát.

Már csak a címben megfogalmazott kérdés maradt megválaszolatlan: jól láttunk-e a jövőbe? Áttekintve a husz rendezvény hozzáférhető dokumentumait, a korabeli cikkeket, az előadás-gyűjteményeket és meghallgatva sokak véleményét, visszaemlékezését, megnyugtatóan adható válasz a kérdésre. Többnyire jól láttunk a jövőbe, a témák nagy többségében olyan előadások hangzottak el, olyan felvetések tértek vissza akár több konferencián is egymás után, melyeket ké-

sőbb visszaigazolt a fejlődés. Előfordult persze olyan is, hogy néhány ígéretesnek induló téma később fejlődési zsákutcának bizonyult. Jött helyette más, jobb – vagy éppen rosszabb, de piacképesebb – vagy túllépett rajta az élet éppen akkor, amikor kifarított volna. Ez azonban mit sem von le annak az értékéből, hogy a HTE Infokom konferenciák mindig hozzá tudtak tenni valamit a résztvevők tudásához, alakítani, formálni tudták a szakmai véleményeket és hiteles, megalapozott előadásokkal, jó hangulatú esti vitákkal járultak hozzá ahhoz, hogy valóban lássuk a jövőt.

A szerzőről



BARTOLITS ISTVÁN 1978-ban szerzett villamosmérnöki diplomát a BME Villamosmérnöki karán. 1980-ban híradástechnikai szakmérnöki diplomát, 1983-ban egyetemi doktori fokozatot szerzett ugyancsak a BME-n. Husz éven keresztül a BHG Fejlesztési Intézet fejlesztőmérnöke, fejlesztési osztályvezetője, majd projektmenedzsere volt a távközlés területén. Emellett 1993–1999 között a hírközlésért felelős miniszter tanácsadó testületének, a Távközlési Mérnöki Minősítő Bizottságnak alelnöke volt. 1998 óta dolgozik a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóságnál, illetve jogelődeinél. Jelenleg a Technológia-elemző Főosztály főosztályvezetője. A szabályozási munka támogatása mellett tevékenységi körébe tartozik az új technológiák, szolgáltatások megismerése, elemzése és az általuk felmerülő szabályozási kérdések azonosítása. Több nemzetközi szakmai szervezetben (ITU-T SG 13, ITU-T IoT GSI, Broadband Forum) az NMHH illetve Magyarország szakértő képviselője.

Oktatási tevékenységet a BME Villamosmérnöki karán és a Pécsi Tudományegyetem Állam és Jogtudományi Karának posztgraduális infokommunikációs szakjogász képzésén folytatott. 2006 óta a BME címzetes egyetemi docense.

A HTE-nek 1978 óta tagja, 1990 óta vesz részt különböző pozíciókban a HTE vezetésében, 2011 óta a HTE főtárgya. A Híradástechnika folyóirat szerkesztőbizottsági tagja volt 1990-től 2011-ig. A HTE Infokom konferenciák szervezésében programbizottsági tagként, szekcióvezetőként és előadóként is rendszeresen részt vett.

Irodalomjegyzék

- [1] Energiaipari Távközlési Szeminárium Balatonkenesén (Halász Miklós); Híradástechnika XXIX. évfolyam, 1978/12. szám, 374. oldal.
- [2] A III. Energiaipari Távközlési Szeminárium (Halász Miklós); Híradástechnika XXXIII. évfolyam, 1982/12. szám, 537. oldal.
- [3] Beszámoló a IV. Energiaipari Távközlési Szemináriumról (Halász Miklós); Híradástechnika XXXV. évfolyam, 1984/12. szám, 572. oldal.
- [4] Beszámoló az 1986. október 1-3. között megrendezett V. Energiaipari Távközlési Szemináriumról (Halász Miklós); Híradástechnika XXXVIII. évfolyam, 1987/6. szám, 537. oldal.
- [5] Speciális zárt célú hálózatok szolgáltatóinak tevékenysége az energiaipari távközlési szemináriumok tükrében (Halász Miklós); Híradástechnika XLI. évfolyam, 1990/11. szám, 276–278. oldal.
- [6] VIII. Energiaipari Távközlési Szeminárium és Kiállítás (Halász Miklós); Híradástechnika XLIII. évfolyam, 1992/12. szám, 39. oldal.
- [7] Sikeres szeminárium Sopronban (Bartolits István); Híradástechnika XLV. évfolyam, 1994/12. szám, 48. oldal.
- [8] 10. Távközlő Hálózatok Szeminárium és Kiállítás Siófokon (Halász Miklós); Híradástechnika XLVII. évfolyam, 1996/10-11. szám, 51. oldal.
- [9] A HTE 60 éve (szerk. dr. Bartolits István); HTE, 2009.

Optikai hozzáférési hálózatok technológiai evolúciója

ADÁMY ZSOLT

Nokia

zsolt.adamy@alcatel-lucent.com

Kulcsszavak: Fixed Access, FTTH, GPON, NGPON, XG-PON, XGS-PON, NG-PON2, TWDM PON

Az optikai hozzáférési hálózatokban a szolgáltatók célja, hogy megfelelő sávszélességet biztosítsanak előfizetőknek. Ezt megfelelő hozzáférési technológia kiválasztásával és hálózatfejlesztéssel lehet elérni. A cikk összefoglalja az NG-PON technológiákat, a vonatkozó szabványokat, a hálózatfejlesztés, a migráció lehetséges lépéseit, valamint bemutatja a Nokia access portfóliót.

1. Bevezetés

A nagy sávszélességű vezetékes internet-hozzáférés széleskörű elterjedése vitathatalanul hozzájárul mind egy adott terület gazdasági fejlődéséhez, mind pedig a szolgáltató versenyképességéhez. Ezt mutatják azok a beruházások is, melyek meglévő rézerű és koaxiális hálózatok fejlesztésére irányultak. Az utolsó rézerű szakasz rövidítésével, utcai konténerekbe telepített eszközökkel és optikai kábellel igyekezve mind közelebb jutni az előfizetőkhez (FTTC). Számos európai országban FTTH/FTTB beruházási projekteket is indítottak, részben a nagy távközlési szolgáltatók, részben pedig kisebb városi és ktv-szolgáltatók. A legfőbb ok az egyre nagyobb sávszélességet igénylő felhasználások; az otthoni szórakoztató tartalmak elérése, a videoalapú és az elektronikus alapú szolgáltatások az egészségügyben, oktatásban, kormányzati ügyintézésben. Ezek egyre inkább nem csak a letöltési irányban sávszélességigényesek, de szimmetrikus elérést igényelnek. Végeredményben az optikai hozzáférési hálózatokat az előfizetőig vagy legalább az épületig építik ki, fontos szempont nem csak a megfelelő sávszélesség, hanem az előreláthatóan hosszú távon használható technológia, skálázhatóság és a szabályozási környezetnek való megfelelés. A már kiépített FTTH GPON infrastruktúra továbbfejlesztése, migrációja is szükséges lesz úgy, hogy az a beruházás megtérülésével járjon.

A cikk célja, hogy bemutassuk a jelenleg már számos hálózatban kiépített optikai hozzáférési hálózatokat és az azokat felváltó új generációs architektúrákat, a technológiát meghatározó főbb új generációs PON szabványokat (XG-PON, XGS-PON, TWDM-PON vagy NGPON2), a lehetséges migrációs stratégiát és a Nokia kínálatában elérhető eszközöket.

2. FTTH hálózatok legelterjedtebb technológiai opciói

A ma már széleskörűen elterjedt FTTH (Fiber-To-The-Home) hálózatokban a topológia lehet pont-pont (P2P)

vagy pont-multipont (PMP). A P2P topológiában egy nagy elosztóból minden előfizetőhöz saját optikai szál építenek ki, a szolgáltatást Ethernet interfészen adják, a szokásos Fast Ethernet (100 Mbit/s), Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), kevés esetben 10 Gbit/s uplinkkel rendelkező előfizetői végberendezésen. A megoldás előnye a jól ismert és nagy tömegben gyártott Ethernet technológia, hátránya a központi berendezés és optikai kábelköteg nagy helyigénye és a magas fogyasztás. A PMP topológiában a kültéri hálózatban aktív Ethernet switchekkel megvalósított, az ismert LAN hálózati technológiával azonos módon építik ki a hálózatot. Hátránya a magas fenntartási költség, a kültéri hálózatban a tápellátásigény. A másik lehetőség a különböző PON technológiák (Passive Optical Network) alkalmazása, ahol a kültéri hálózatban nincs aktív eszköz, az előfizetői végpontokat passzív teljesítményosztókon keresztül csatlakoztatják a központhoz. Az osztási arány 1:32, 1:64, 1:128 lehet, a legelterjedtebb technológiák a BPON, EPON és a GPON. Ugyancsak FTTH hálózatnak tekinthetjük a HFC hálózatok fejlesztéseként az RfOG (Radio Frequency over Glass) megoldást, ahol a DOCSIS technológiát használva a koaxiális hálózatokkal azonos módon nyújtanak szolgáltatást, de az előfizetőhöz legközelebbi szakaszon is optikai kábelt használnak, ehhez csatlakozik az előfizetői végberendezés, az ONU és kábelmodem. Hátránya az optikai összeköttetés analóg módon való felhasználása, interferencia problémák és a sávszélesség növelésének korlátai.

A legelterjedtebb PMP architektúra a GPON (Gigabit Passive Optical network) technológián alapul, melyet a G.984 ajánlásokban szabványosítottak: ez a szabvány 1:128 osztásarányt, letöltési irányban 2,5 Gbit/s, feltöltési irányban 1,25 Gbit/s sebességet biztosít.

3. Hálózat evolúció az NGPON2-ig

Ebben a fejezetben a leginkább elterjedt PON hálózati technológia, a GPON továbbfejlesztési lehetőségeit részletezzük. Az új generációs PON (NG-PON) hálózatokra a növekvő sávszélességek és a szimmetrikus sáv-

szélességigény miatt rövidesen szükség lesz. A vezetékes hozzáférési hálózatokat üzemeltető szolgáltatók mérlegelik a migrációs lehetőségeiket, meg kell találniuk a leginkább költséghatékony módot a multi-gigabit szolgáltatások bevezetésére, egyensúlyt kell találniuk a rövidtávon jelentkező beruházási költség és a hosszútávra történő gondolkodás között. Célszerű olyan univerzális PON platformot választani, amely nem köti a beruházót egy adott technológiához és egy aktív hálózati infrastruktúra támogat minden NGPON technológiát akár egy passzív PON-on belül.

Meglévő GPON hálózat esetén jelenleg három fő NG-PON technológia érhető el:

NG-PON1 (XG-PON) ($x=10$ G=Gigabit PON). Ez volt az elsőként szabványosított és a piacon is elsőként elérhető új generációs PON technológia, letöltés 10 Gbit/s feltöltés 2.5 Gbit/s sávszélességgel lehetséges (10/2.5G), mindkét irányban egy-egy fix hullámhosszat használva. Ez a GPON-hoz képest letöltési irányban négyszeres, feltöltési irányban kétszeres sávszélességet biztosít. Hátránya a többi NG-PON technológiához képest az asszimétrikus sávszélesség és az, hogy az infrastruktúra megosztása szolgáltatók között ugyanúgy működhet csak, mint a GPON esetén. Az XG-PON-t kevés helyen vezették be, az XGS-PON hasonló költségek mellett több előnyt biztosít.

XGS-PON (X=10, G=Gigabit, S=symmetrical PON). Ez a szabvány jött ki legutoljára, mindkét irányban 10 Gbit/s sávszélességet biztosít de lehetővé teszi mindkét feltöltési sebesség (2,5 és 10 Gbit/s) egyidejű használatát, azaz 10/10G XGS-PON ONU és 10/2.5G XG-PON ONU végberendezések ugyanahhoz az OLT PON porthoz csatlakozhatnak: felfelé natív kettős TDMA-t (dual upstream rate Time Division Multiple Access), lefelé pedig közös TDM-t használva. Az XGS-PON költség közel azonos, mint az XG PON-é, de négyszeres feltöltési sebességet biztosít. Az XGS-PON a GPON-hoz képest letöltési irányban négyszeres, feltöltési irányban nyolcszoros sávszélességet ad. A szimmetrikus

sávszélesség kedvez az elektronikus alapú szolgáltatásoknak az egészségügyben, oktatásban, otthoni felügyeletben, videoalkalmazásokban. A potenciális bevételi lehetőség magasabb, de az infrastruktúra megosztás hátrányai ugyanúgy jelentkeznek.

NG-PON2 (TWDM-PON) (Time Wavelength Division Multiplexing). Ez a legfejlettebb és legkifinomultabb NG-PON technológia, 4-4 hullámhosszat használ felfelé és lefelé, a jövőben ez még több is lehet. Rugalmas bitsebesség-konfigurációt tesz lehetővé (2.5/2.5G, 10/2.5G és 10/10G), hangolható lézer adót és vevőt alkalmaz, ami lehetővé teszi azt, hogy az előfizetői hullámhosszakat dinamikusan változtassák. A TWDM-PON a GPON-hoz képest letöltési irányban 16-szoros, feltöltési irányban 32-szeres sávszélességet ad.

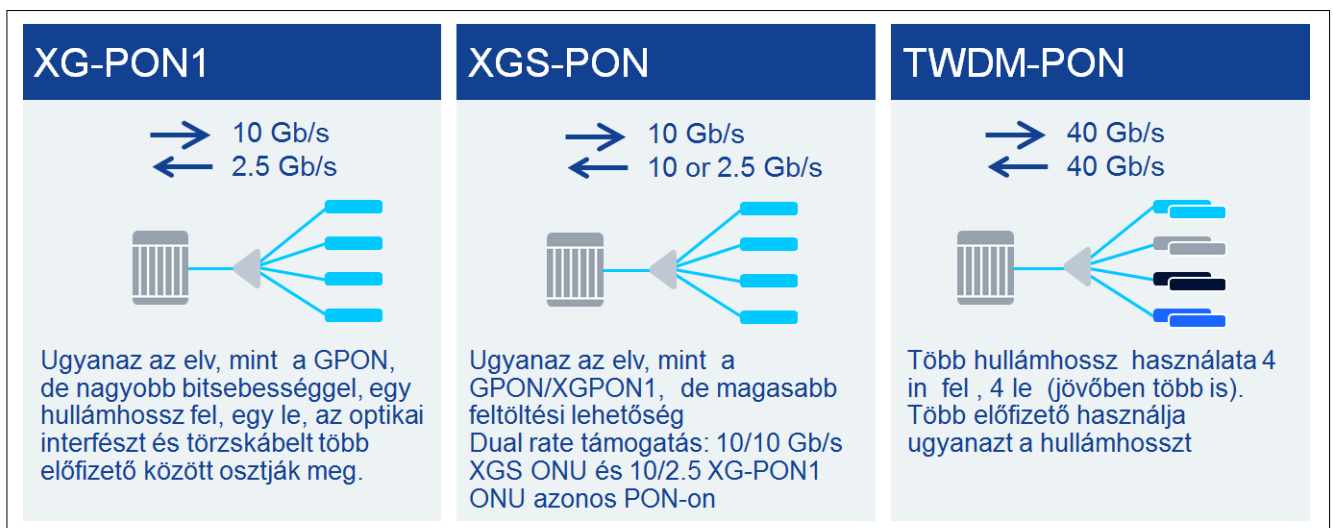
Az infrastruktúra megosztása a mobilszolgáltatóknál már megszokott (toronyok, antennák), a hozzáférési hálózatokban kevésbé, de több példát láthatunk erre is, elsősorban a magas költséggel létesíthető kültéri hálózat esetén. A GPON technológiáknál a megosztás bitstream alapon történhet, a TWDM PON azonban magasabb szintű függetlenséget adhat: mindegyik szolgáltatónak saját OLT-je lehet, amit csak magának létesít, üzemeltet és szolgáltató rajta: a megosztás fizikai szinten történik, a különböző szolgáltatók más-más hullámhosszakat használhatnak egy PON-on belül.

Az NG PON technológiákat az 1. ábrán mutatjuk be.

Mint minden új technológia esetében, a hangolható lézerek költsége még viszonylag magas, de a bevezetés során a technológia innovatív fejlődése és a nagyobb mennyiségben történő gyártás miatt a TWDM-PON költsége csökkenni fog a nagy tömegű bevezetés 2018-ra becsült időpontjára, majd azt követően.

A jövőbeni upgrade technológiák értékelésekor mérlegelni kell a megfelelő egyensúlyt a költségek és a teljesítmény között, olyan technológiát és aktív eszköz platformot kell választani, amely lehetővé teszi versenyképes szolgáltatások biztosítását jó költségmegtérülés mellett. Azt is figyelembe kell venni, hogy rövid-

1. ábra Az NG-PON technológiák áttekintése



távú beruházási előnyökért egy helyes hosszú távú koncepciót ne adjanak fel: egy hibás beruházási döntés megkötheti a szolgáltató kezét és egy későbbi, új technológiára való váltáshoz túl sok berendezést kell majd drágán kicserélni. A költségek összehasonlításához jó támpontot ad az, hogy az XGS PON és a XG-PON1 hasonló árban van, a GPON-hoz képest a teljes beruházási költségre vetítve kb 20%-kal drágább, de négyszeres sávszélességet adnak. A TWDM PON költsége egy fix hullámhosszon csak kevéssel van az XGS PON felett.

Az optikai hozzáférési hálózatokat a szakterületen mindig „végjátéknak” tartották, nem az volt a kérdés, hogy lesz-e, hanem az, hogy mikor. A GPON sok esetben hatékony megoldást nyújtott, viszonylag gyors megtérüléssel és ideális alapot ad a magas szintű előfizetői és egyéb szolgáltatásokhoz. Az NGPON2 további hozzáadott értéket biztosít: a szimmetrikus 10Gbit/s szolgáltatással lehetővé válik a kiscellás mobilfelhordó hálózatok kiszolgálása, üzleti B2B szolgáltatás, tömbházak hatékony bekötése egy PON-on belül.

A 10G TWDM-en túl vizsgálják a lehetőségét a sávszélesség további növelésének, a hosszú távú tervek a 100Gb/s-on is túlnyúlnak: 16x10Gbps TWDM, 8x25G-40G TWDM és 32x10G PtP WDM PON (az NG-PON2 opcionális része). A megoldás alapjait, a legnagyobb kihívásokat már megoldották a 10G TWDM kifejlesztésekor, a kiterjesztés plusz hullámhosszakot (4-8-16 lambda) és nagyobb bitsebességeket (10-25-40 Gbit/s) jelent.

4. Szabványosítás és hullámhosszkiosztás

- A GPON technológiát az ITU G.984 szabványban rögzítették 2004-ben.

- Az XGPON hullámhosszakait az ITU G.987 szabvány adja meg, ezt az FSAN már 2010-ben rögzítette. Ugyanezt a kiosztási tervet használja az XGS-PON az ITU G.9807.1 szabvány szerint, az utolsó kiadás dátuma 04/2016. A szabvány két üzemmódot tesz lehetővé:

- Dual Rate mode: 10G/10G + 10G/2.5G együttesen,
- PON zöldmezős eset: csak 10/10G XG-PON1 coexistence követelmény nélkül.

- Az NGPON2 hullámhosszakait az ITU G.989 szabványban találjuk. A TWDM fel-irányú tartomány az 1532-1540 nm. Megjegyezzük, hogy a Nokia implementációban a jelenleg elérhető ONU-k lézerei hangolhatóak és csak a tartomány első négy definiált hullámhosszát használják. A lefelé irányú hullámhossztartomány 1596-1603 nm. A szabvány dokumentumai és a kiadási dátumok a következők:

- G.989 Definition document: In-Force 10/2015.
- G.989.1 General Requirements: In-Force 03/2013 Ammendment1: In-Force 08/2015.
- G.989.2 PMD/Optical requirements: In-Force 12/2014 Ammendment1: 06/2016.
- G.989.3 TC Layer/MAC: In-Force 10/2015.
- G.988 OMCI: no updates required.

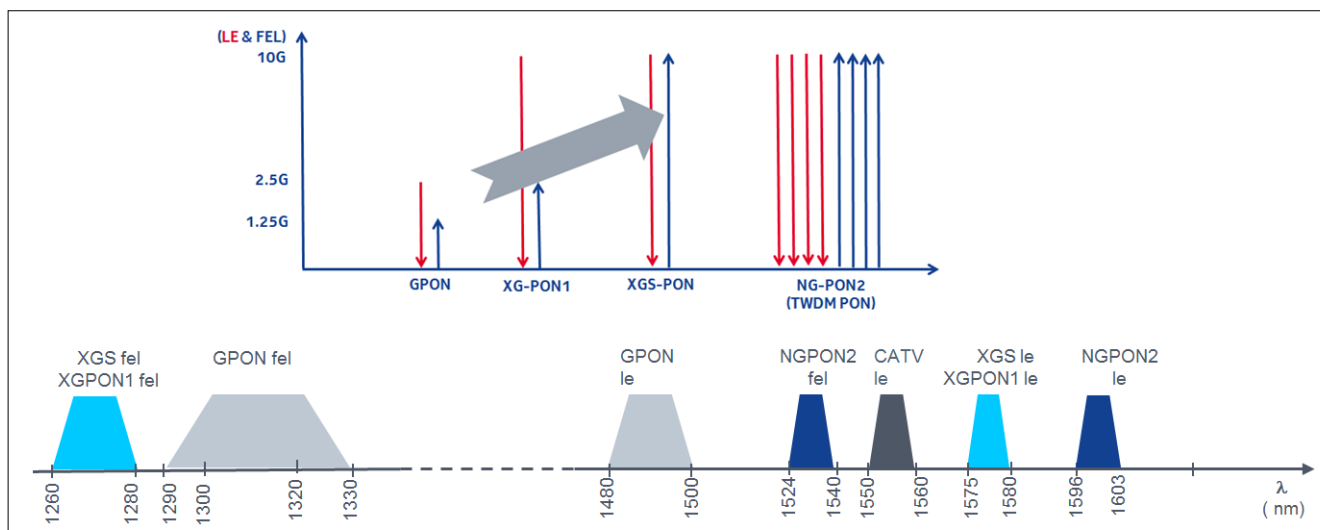
Az NG-PON2 szabvány (TWDM PON) lehetővé teszi a 10/10 Gbit/s szolgáltatást a meglévő 2,5/1,25 Gbit/s GPON mellett egy PON-on belül is. A szabványt kiegészítették 2016 elején az XGS-PON szabvánnyal, amely rögzített hullámhosszakot ad meg a 10/10 szimmetrikus szolgáltatáshoz.

A különböző PON szabványok sávszélességeit és hullámhossz-kiosztását a 2. ábrán mutatjuk be.

A kiosztásból jól látszik, hogy a tartományok között nincs átfedés. A hullámhossz-megosztáson alapuló NG-PON bevezetésre több lehetséges migrációs útvonal van, a lényeg az, hogy egy PON-on belül az összes új generációs PON technológia, sőt kiegészítő OTDR mérés is üzemeltethető.

Ennek kihasználására a G.989.1 (NG-PON2) és G.9807.1 (XGS-PON) általános követelmények szabvány előfeltételeként új kültéri hálózati elemet vezetnek be, ez a CEx (Co-Existence Element). A CEx multiplexálja és demultiplexálja a különböző hullámhosszakait a GPON, XGPON, TWDM technológiák és opcionálisan az OTDR számára is.

2. ábra A PON szabványos sávszélességei és hullámhossz-kiosztása



Az ITU-T G.989.1 szerint a NG-PON2 rendszereknek lehetővé kell tenni azonos PON-on belül mind a GPON, mind pedig a XG-PON1 működését (ezt hívják „co-existence”-nek)

Az ITU-T G.9807.1 szerint a co-existence a GPON, XG-PON és NG-PON2 technológiákkal támogatott.

5. Hálózatfejlesztés, migráció

Az aktív (OLT, ONT) és a passzív hálózat elemeit tekintve egy meglévő GPON hálózat esetén a kérdés az, hogy melyik új-generációs technológiát válasszuk, hogyan őrizzük meg a már kiépített hálózat értékét, ne kelljen többször bontani-építeni, milyen hálózatelemeket kell beiktatni illetve cserélni.

A teljes hálózatszere szinte lehetetlen hosszúidejű szolgáltatás-kimaradás nélkül, pénzügyileg sem alátámasztható és a szolgáltatás bevezetés szempontjából sem célszerű. Első lépésként ezért biztosítani kell az azonos PON-on belül a különböző technológiák együttműködését, amit a NG-PON2 (ITU-T G.989) and XGS-PON standards (ITU-T G.9807.1) szabványok is feltételeznek, be kell iktatni a különböző hullámhosszakat multiplexáló CEx hálózatelemet a passzív infrastruktúrában.

Első ütemben egy rögzített hullámhosszon XGS-PON vagy egy hullámhosszú TWDM PON berendezést kell létesíteni a központban, a passzív hálózatban a NG-PON ONU-kat a PON-hoz lehet csatlakoztatni a magasabb sávszélességet igénylő előfizetőknél.

A következő ütemben, ahogy a kapacitásigény növekszik, be lehet vezetni többszörös hullámhosszakat,

ebben az ütemben a hullámhossz-multiplexer is szükséges.

A bevezetés lépéseit a 3. ábrán mutatjuk be:

6. NG-PON a Nokia portfóliójában

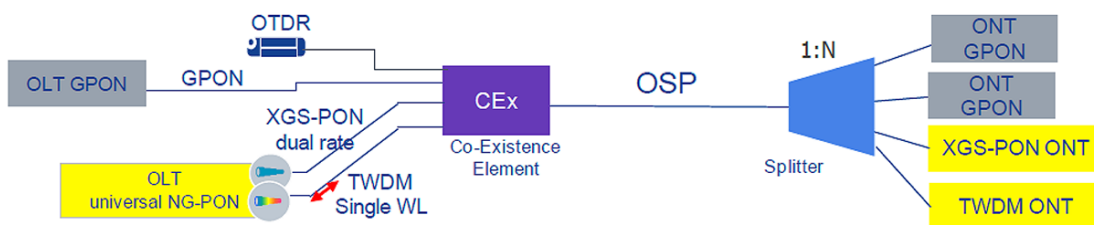
A Nokia NG-PON2 megoldása már több élő hálózatban működik, a bevezetés folyamatosan történt 2014 óta. Az NG-PON2 megoldás a termékportfólió stabil része, kereskedelmi forgalomban elérhető 2015 óta, mind az XGS-PON mind a TWDM PON stabil, nagyszámú előfizetőt kiszolgálni képes megoldás.

A létesítés a meglévő GPON infrastruktúra megtartása mellett lehetséges, a 10/10 Gbit/s szolgáltatást fix hullámhosszú (max. 4, a későbbiekben 8) TWDM PON vagy XGS PON technológiával, majd be lehet vezetni a hangolható hullámhosszat, csatornapárokat az elsőtől a negyedikig. Ugyancsak lehetséges az a GPON mellett azonos PON-on az XGPON1 bevezetése, ha valaki 10/2,5 Gbit/s szolgáltatást kér. Mindezt az teszi lehetővé, hogy a Nokia ISAM berendezésen a PON portok univerzális NG-PON portok, azaz alkalmasak a XGPON1, XGS PON és TWDM PON technológiára.

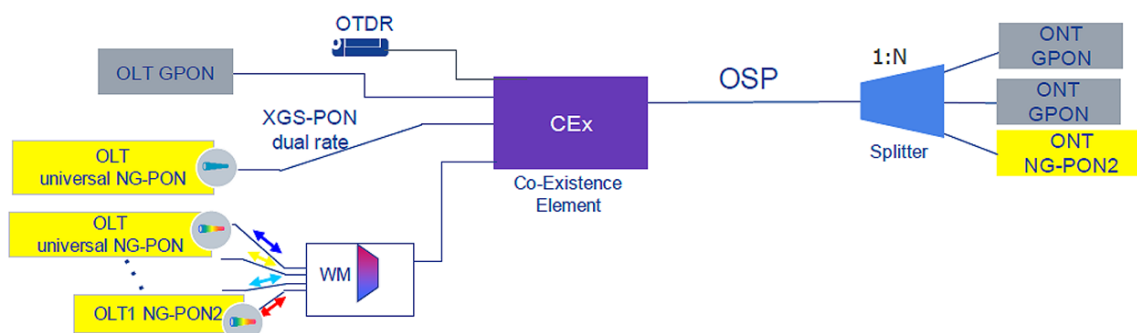
Az univerzális NG-PON lehetővé teszi az NG-PON technológia bevezetését anélkül, hogy a kezdeti beruházási költség túlságosan magas lenne, majd az igények jelentkezésével lehet magasabb sávszélességeket bevezetni, az NG-PON kártyák megtartása mellett, új optikai modulokkal. Az univerzális NG-PON kártyát a Nokia 7360 ISAM FX chassis típus támogatja, ez jelenleg az iparban elérhető legnagyobb kapacitású optikai hozzáférési platform.

3. ábra A bevezetés két üteme

1. Egy hullámhossz



2. Többszörös hullámhossz



A chassis támogatja az összes optikai access technológiát: GPON, point-to-point GE és 10 GE, NG-PON (XGS-PON és/vagy TWDM PON azonos kártyán belül, más-más optikai modullal). A nagy sávszélességű jövőbeli hozzáférési technológiákra a chassis vonali kártyák és a kapcsolómátrix közötti hátlapi kettős 100 Gbit/s kapcsolatai adnak garanciát.

A 7360 FX család három méretben elérhető: az ISAM 7360 FX-16, ISAM 7360 FX-8, ISAM 7360 FX-4. Ezek a chassis típusok 16, 8, illetve 4 vonali kártya slottal rendelkeznek. A vonali kártya (LT) és a vezérlő (NT) közötti hátlapi kapacitás 100 Gbit/s, aktív/aktív vezérlő konfiguráció esetében 200 Gbit/s. A két NT közötti, illetve az uplink irányokat termináló NTIO kártya közötti kapacitás 400 Gbit/s.

A chassis különböző vezérlő kártyatípusai támogatják a szinkronizáció opcióit (BITS, ToD) a kapcsolókapacitás 1280 Gbit/s, illetve 2,5 Tbit/s a vonali kártyák felé a kapcsolat 40, 2x40, illetve 2x100 Gbit/s. Uplink irányokba a max. kapacitás 2x340 Gbit/s+2x200 Gbit/s, access irányban 2x1,6 Tbit/s, a két kapcsolómátrix között egyenletesen elosztva.

Az LT kártyák lehetnek 16 portos GPON kártya alacsony fogyasztással, B típusú védelemmel, az univerzális NGPON kártya 4-8-16 portos változatokban (a nagyobb portszámú verziók bevezetés alatt) és 36 portos pont-pont GE vagy 10GE kártya.

A nagy kapacitásokat kiszolgáló FX platform mellett a Nokia portfóliójában elérhető a kevés PON portot igénylő esetekben az a 7362 ISAM DFGW (Dense Fiber) mini OLT, amely rack-be szerelhető 1U magas pizza box, amely 16 GPON portot vagy 4 NG-PON portot szolgál ki fix vagy hangolható NGPON optikai modulokkal. A mini OLT 8 db XFP csatlakozóval rendelkezik. Egy XFP csatlakozó konfigurálható vagy 2xGPON („dual-GPON XFP”) vagy 1xNG-PON (összesen legfeljebb 4) portként.

A szerzőről



ADÁMY ZSOLT a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett diplomát a Villamosmérnöki Karon. Műszerfejlesztőként dolgozott, majd távközlési mérnökként és műszaki vezetőként több gyártó hazai képviselőjében. A 2016-ban a Nokiával egyesülő Alcatel-Lucent-nél 2008 óta dolgozik mint technical presales mérnök, szakterülete a vezetékes hozzáférési technológiák és az IP/MPLS.

Irodalomjegyzék

- [1] Next Generation PON Network Evolution Description.
Nokia Reference: 16.DE.623999, 31. August 2016, Ed.01.
- [2] Nokia next generation PON technologies.
Nokia reference: GRTS NG PON update v2, Ana Pesovic,
Fixed Networks Nokia, May 2016.

A fogyasztói tudatosság növelésére, a szélessávú hírközlési szolgáltatások elterjedésének elősegítésére indított mérőprogram első évének tapasztalatai

TOMKA PÉTER, GÁSPÁR ERNŐ

Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság
{tomka; gaspar.erno}@nmhh.hu

Kulcsszavak: fogyasztói tudatosság, szoftveres mérés, hardveres mérés, feltöltési sebesség, letöltési sebesség, hálózatszemlegesség

A cikk rövid bemutatást ad a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság által 2015. augusztus 19-én üzembe helyezett közcélú szélessávmérő és publikációs rendszer működéséről. Statisztikai adatok mentén feltárja az egyéves működés tapasztalatait, betekintést ad a mérési eredményekbe és következtetéseket von le. Elemzi a rendszer használatával kapcsolatos szakmai és felhasználói észrevételeket és fejlesztési lehetőségeket.

1. Bevezetés

A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (NMHH) stratégiai céljának tekinti a szélessávú internet szolgáltatások elterjedésének és az elérhető minőség javulásának előmozdítását, ezzel összefüggésben a felhasználói tudatosság gyarapítását.

Az ezen célok mentén elindított Szélessáv Program keretében a hatóság egy szélessáv mérő- és információs rendszert (továbbiakban: Rendszer) fejlesztett ki, mely 2015. augusztus 19-én lett nyilvános használatra üzembe helyezve. A Rendszer, mint közcélú szolgáltatás a <http://szelessav.net> weboldalon lehetővé teszi a felhasználók számára a magyarországi szélessávú internetszolgáltatások alapvető paramétereinek objektív mérési eredményeken alapuló megismerését és segítséget nyújt azok értelmezésében is.

A Rendszer működtetésének célja:

- 1) objektív információkat adni a hatóság számára a hazai szélessávú szolgáltatások valós minőségi paramétereiről, előmozdítva döntéseinek megalapozottságát,
- 2) megalapozott, független információt nyújtani a fogyasztók számára, elősegítve a tudatos szolgáltató- és szolgáltatásválasztást, illetve az előfizetői szerződésben vállalt minőségi paraméterek teljesülésének ellenőrzését,
- 3) az átláthatóság növelésével előmozdítani a piaci versenyt, ösztönözni a technológiai fejlődést és a szélessávú szolgáltatások igénybevételének elterjedését azáltal, hogy a mérési eredmények közzététele nyomán, marketing üzenetek helyett az érzékelhető minőségek tudjanak versenyezni.

A fenti célok eléréséhez a Rendszer képes:

- a) az előfizetői szerződésben vállalt szolgáltatás minőségének ellenőrzésére egyedi és szolgáltatói szinten,
- b) hálózatszemlegességre vonatkozó követelmények ellenőrzésére,

- c) a mobilszolgáltatók által publikált ellátottsági területi adatok és a mért ellátottsági adatok összevetésére,
- d) internetszolgáltatások közötti informált választás elősegítésére tényleges méréseken alapuló minőség adatokkal,
- e) a hazai Internet hálózat állapotának valós idejű monitorozására.

A Rendszer mérő és publikációs részre tagozódva a mérések által nyert és feldolgozott adatok közzétételével válik alkalmassá a kitűzött célok teljesítésére.

A helyhez kötött („vezetékes”) internetszolgáltatások mérései a felhasználó által böngészőből indított ún. szoftveres úton, vagy a felhasználóhoz kihelyezett mérőeszköz (hardver) segítségével valósulnak meg. A mobil szolgáltatások mérése gépkocsikba telepített kalibrált mérőműszerrel történik.

A rendszer működése a szelessav.net weboldalon a tudástárral és aktuális információkkal kiegészülve válik a látogatók számára elérhetővé és használhatóvá.

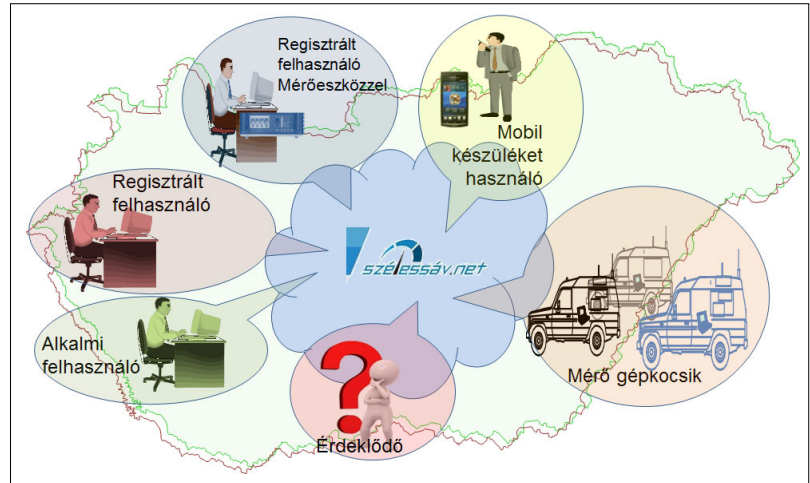
Az alábbiakban a Rendszer egy éves működésének tapasztalatait elemezzük statisztikai adatok tükrében és szakmai, felhasználói észrevételek, nemzetközi tapasztalatok figyelembevételével.

2. A Rendszer működésének statisztikai adatai

A Rendszert valójában a felhasználók működtetik, a weboldal megnyitása által a felkínált lehetőségek mentén haladva mérést indíthatnak, a tudástárban tájékozódhatnak az általános ismeretekről, megismerhetik az összesített mérési eredményeket, regisztrációt követően, mérőeszközt igényelhetnek, személyes fiókot nyithatnak, ahol saját mérési eredményeiket tárolhatják. A regisztrált látogatók által a weboldalon indított és a hozzájuk kihelyezett mérőeszközzel végrehajtott mérések biztosítják az országos internet szolgáltatási minő-

ségét, elérhetőségét, illetve lefedettségét tükröző eredményeket, teszik lehetővé a mérési adatbázis gyarapodását, az egyre megbízhatóbb publikációkat (1. ábra).

1. ábra
A Rendszer működtetésének szereplői



2.1. A szelessav.net weboldal látogatottsága

A weboldal 2015. augusztus 19-én történt megnyitását előre nem várt érdeklődés követte, a látogatók száma meghaladta a százezret, igazolva, hogy egy ilyen független közcélú szolgáltatásra társadalmi igény van. Az érdeklődés mértéke idővel természetesen csökkent, de a Rendszer a mérséklődő aktivitás mellett is eredményesen működött, biztosítva a benne rejlő értékeknek a szakma és az ügyfelek részéről történő megismerését. A működés eltelt időszakának a jövő szempontjából inspiráló, legfontosabb tapasztalata, hogy a kitűzött célok időtállóak, a szolgáltatásra igény van. Ugyanakkor be kell látnunk, hogy a látogatottság mértékét növelni kell, amely elsősorban a szolgáltatás szélesebb körű megismertetésével érhető el. A szelessav.net weboldal látogatottságának statisztikai adatait a 2. ábra foglalja össze. Érzékelhető, hogy a látogatókat mindenekelőtt a gyors mérés lehetősége vonzza, következésképpen többségük megelégszik a sebességteszt regisztráció nélküli használatával. Ez a gyakorlat adódhat a regisztrációs procedúrával szembeni tartózkodásból is, ezért célszerű annak egyszerűsítése.

2.2. A felhasználói mérések

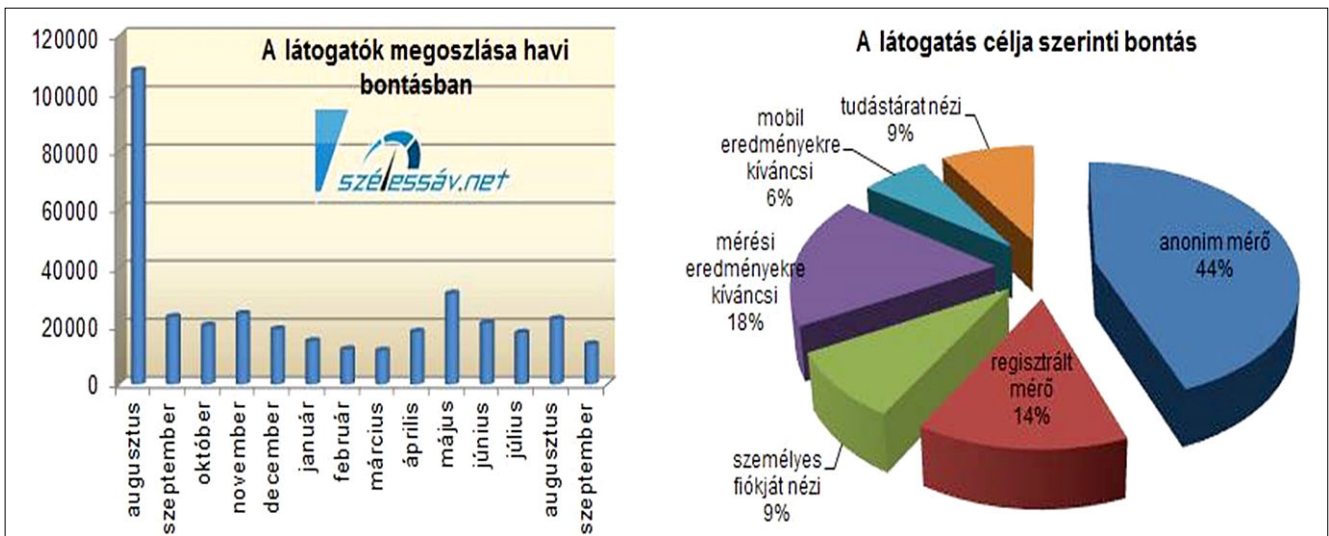
A felhasználó az otthoni számítógépéről, vagy az okos-mobiltelefonjáról az alkalmazott böngészőjén bejelentkezik a web szerverre, ahol két lehetőség közül választhat. Ha regisztrálni szeretne, akkor egy felkínált menüből kiválasztja a szolgáltatóját, előfizetői csomagját, megadja az irányítószámát. ezt követően saját tár-

hellyel rendelkezik, ahol mérési eredményei rögzítésre kerülnek, nyomon követhetők lesznek. A mérési eredmények ilyenkor egy központi adatbázisban is helyet kapnak, összesítve a kiértékelésre és a weboldalon publikálásra kerülnek. Amennyiben a felhasználó a regisztrációtól eltekint, egyedi méréseit elvégezheti, de azok nem kerülnek rögzítésre.

A regisztrált felhasználók a szoftveres mérés után jelezhetik igényüket, hogy mérőeszközt kapjanak. A hardveres mérés célja, hogy a felhasználóknál telepített eszközök segítségével, központi vezérlés mellett a szolgáltatás minőségi paramétereit a felhasználótól (jelenlététől, eszközeitől, mérési igényétől) független módon (de annak zavarása nélkül) lehessen monitorozni. Ennek érdekében a felhasználókhöz az NMHH által biztosított mérőhardverek (speciális szoftvert tartalmazó routerek) kerülnek telepítésre.

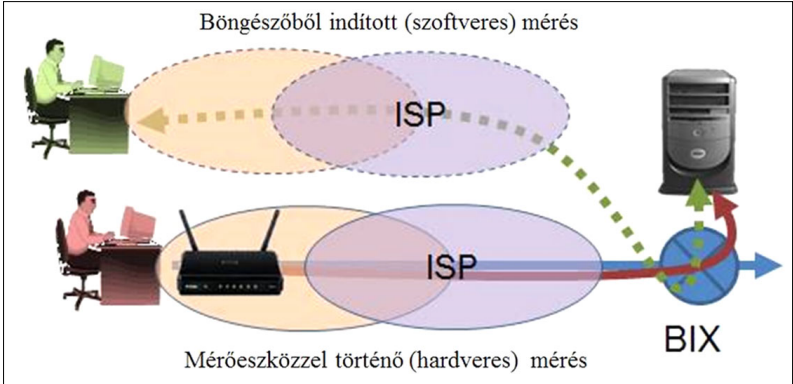
A mérések a felhasználó számítógépe és a Budapesti Internet-kicserélési Központban (BIX) elhelyezett mérőszerver közötti viszonylatban mennek végbe. Ez a mérési elrendezés szolgáltatósemleges méréseket tesz lehetővé, hiszen a referencia-mérőszerver nem valamely szolgáltató hálózatán belül helyezkedik el. Továbbá ez az elrendezés jól összehasonlíthatóvá teszi a kü-

2. ábra A szelessav.net weboldal látogatottsági adatai



lönböző földrajzi helyeken, szolgáltatóknál és szolgáltatási csomagoknál végzett méréseket azáltal, hogy a mérések referencia pontja mindig ugyanazon a helyen, a BIX-ben van (3. ábra).

3/a. ábra
A felhasználók által történő mérés
elrendezésének vázlata
3/b. ábra
A felhasználók által történő mérések
rendszere

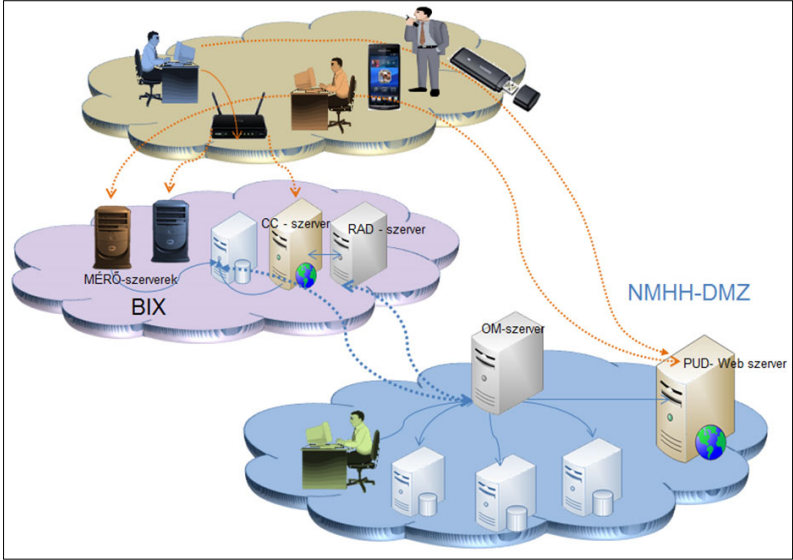


A szoftveres mérések gyakorisága és eredményessége alapvetően a weboldal látogatottságának függvénye. A mérések gyakorisága hűen tükrözi az 1. ábra diagramjának tendenciáit. A mérések számának sajnos 64%-a nem regisztrált (anonim) felhasználótól származik, következésképpen adatai nem kerülhetnek feldolgozásra.

A regisztrált mérések havonkénti eloszlását és a nagyobb városokban elérhető átlagos és legmagasabb letöltési sebességértékeket a 4. ábra mutatja be.

Az előfizetői végpontokra kihelyezett eszközök száma jelenleg 250 db. Ezek az eszközök a felhasználó beavatkozása nélkül folyamatosan regisztrálják a szolgáltatás alapvető paramétereit. Megbízhatóságuk és pontosságuk révén a nyert adatok alkalmazások releváns következtetések megtételére. A jelenleg rendelkezésre álló mérési eredmények alkalmasnak tekinthetők annak feltárására, hogy az egyes hálózati technológiáktól milyen szolgáltatási mérték várható el.

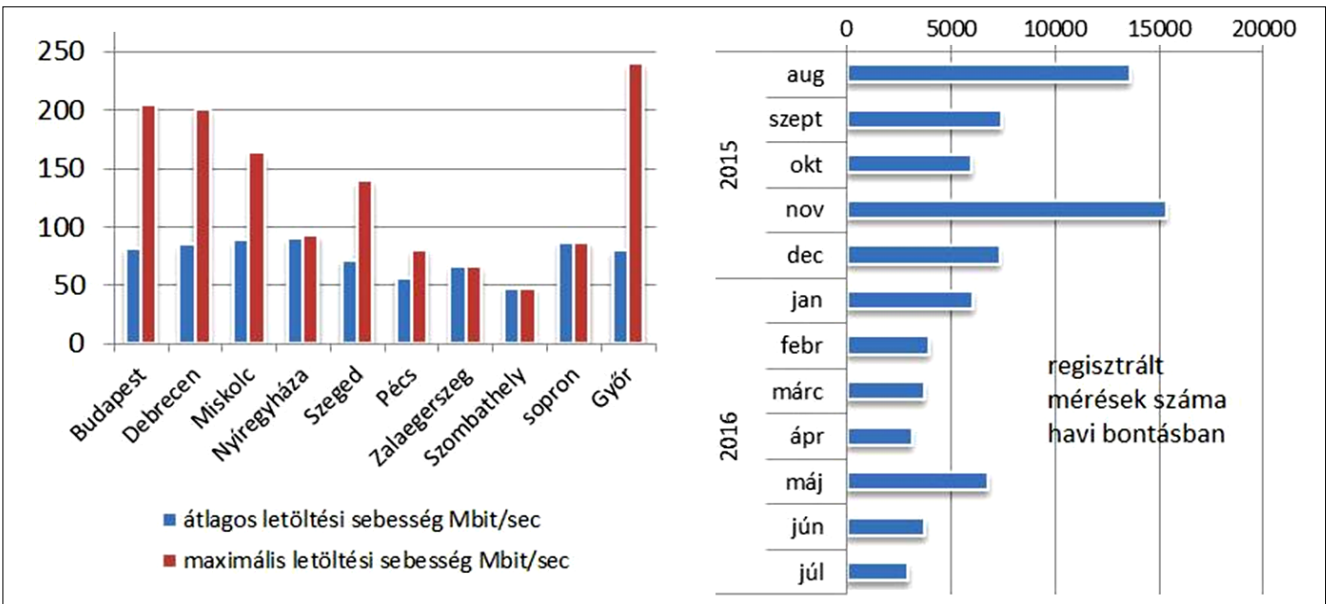
Az 5. ábra a négy leggyakrabban használt technológia mentén csoportosított mérési eredményeket mutatja be.



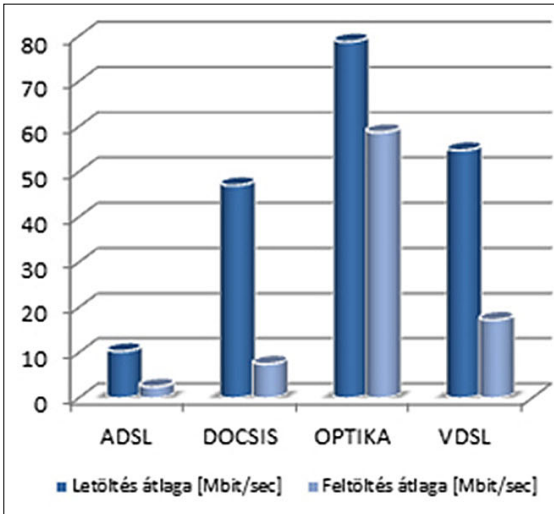
2.3. A mobil szolgáltatások mérése

A mobil szolgáltatások mérése a mérőszolgálati gyakorlatban alkalmazott speciális mérőrendszerrel történik. A mérőrendszer a méréseket végző mérőautókban elhelyezett mérőterminálok és a BIX-ben elhelyezett mérőszerver kapcsolatára épül (6. ábra). A mérések három mérő-gépkocsi országjárásával kerülnek végrehajtásra.

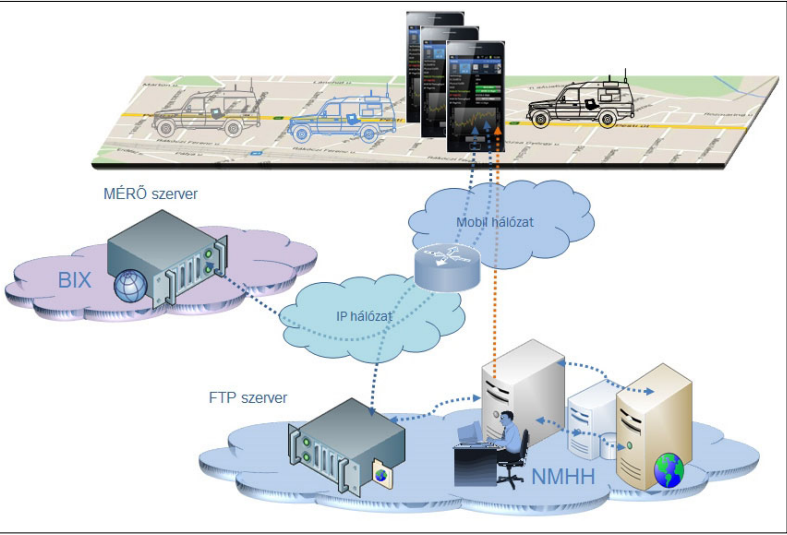
4. ábra A szoftveres mérések eredményei



5. ábra
Hálózati
technológiák
szerinti
összevetés



6. ábra
A mobil
szélessávú
internet-
szolgáltatások
mérése



3. Nemzetközi kitekintés

Az elmúlt néhány évben a fejlett országok túlnyomó többségében kialakításra került valamilyen hasonló funkcionalitású, vagy a hatóság internetes megjelenésébe integrált, vagy a hatóság támogatásával működő önálló portál. Bár a rendszerek képessége és külalakja eltérő, a létrehozásukat kiváltó felismerés közös, a piac nem nélkülözhet egy felhasználóbarát, elfogulatlan információs forrást.

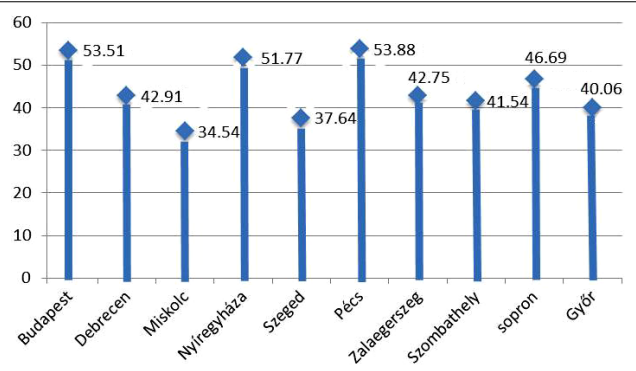
A szóban forgó mérőoldalak többsége, elsősorban a felhasználói fel- és letöltési sebességmérések térképes megjelenítésére koncentrált. Az NMHH mérőoldalának komplex szolgáltatását élénk társashatósági érdeklődés kíséri és várható, hogy ezen szolgáltatások közül több, rövidesen más európai hatóságnál is rendszeresítésre kerül. A legnagyobb érdeklődést kiváltó egyedi sajátosságok:

- hardveres mérőeszközök használata,
- területi és csomag-aggregációs mérési adatok megjelenítése,
- hálózatsemlegességi mérések támogatása,
- a fogyasztói tudatosság növekedését elősegítő tudástár.

A mérésekkel történő országos felmérés három havonta megismétlődik, követve a hálózatfejlesztések menetét is, következésképpen a rögzített és publikált adatok naprakész helyzetről tanúskodnak. A weboldalon térképes megjelenítés mellett részletes statisztikai összehasonlító diagramok és táblázatok adnak segítséget a felhasználóknak a térségükben, ill. az országban elérhető mobilszolgáltatások fedettség és sebesség adatairól.

A 7. ábra a mobilszolgáltatások nagyvárosainkban átlagosan elérhető letöltési sebességéről ad áttekintést.

7. ábra Nagyvárosainkban átlagosan elérhető maximális letöltési sebességek (Mbit/sec)



4. Mérések és felhasználói élmény

A mérési módszerek kiválasztása során fontos szempont volt, hogy a kapott eredmények ne idealizált paraméterek, hanem a felhasználók tényleges tapasztalataival korreláló mérőszámok legyenek. Ez segíti a reális elvárások kialakulását, a tudatosságot a szolgáltatáscsomagok kiválasztásában, és nem utolsósorban a mérésekkel és portállal szembeni bizalom megőrzését.

Az eltelt időszak tapasztalatai szerint ez a megközelítés helyes volt, azonban elkerülhetetlen, hogy a megkezdett úton további előrehaladás történjen. Nyilvánvalóvá vált, hogy az otthoni vezetékek nélküli internethasználat (a „wifizés”), tekintetében az átlagos tájékozott

ság rendkívül alacsony. Annak ellenére, hogy a portál maga is törekszik a „TUDÁSTÁRBAN” a legfontosabb információk megosztására, a felhasználók jelentős része nem képes a Wi-Fi alkalmazásával mért eredmények helyes értelmezésére. Leszűrhető a tanulság, hogy az oldalon külön kell választani az ilyen méréseket, és interaktív módon segíteni kell a felhasználót a mérési eredmények értelmezésében, a helyes mérési feltételek biztosításában.

Annak ellenére, hogy az oldal egyik legfontosabb funkciója a le- és feltöltési sebességek mérése, egyre többször jelennek meg ezen túlmutató, a szolgáltatás minőségének komplexebb elemzését lehetővé tevő mérési adatokra vonatkozó igények. Annak ellenére, hogy a sávszélesség mérés dominanciája várhatóan megmarad – hiszen az internet előfizetői csomagokat és ezek árát ennek a paraméternek a segítségével különítik el a piaci kínálatban –, elsősorban a nagyobb sebességű csomagok felhasználói számára sokkal fontosabbakká válhatnak a hálózatsemlegességre, vagy csomageldobásra vonatkozó paraméterek. Ezért a felhasználói élmény megragadására szolgáló méréseknek lehetővé kell tenniük ezeknek a paramétereknek a vizsgálatát is, kibővítvé a rendszer jelenlegi mérőképességét.

A mobil mérések adatainak bemutatásához kapcsolódó elvárások is növekedtek. Annak ellenére, hogy a szelessav.net portál nemzetközi viszonylatban is egyedülálló részletességgel teszi lehetővé a mobil szolgáltatások sebességadatainak megismerését, jelentkeztek a használat módjához jobban illeszkedő adatábrázolási javaslatok. Ilyenek a vasútvonalon történő internetezésre, vagy adott útvonalon történő haladás során várható szolgáltatás szemléltetésére vonatkozó igények.

5. A portál jövője

Az elmúlt egy év tapasztalatai, az előzetes elvárásokat meghaladó sikeresség, a működéssel kapcsolatosan megfogalmazott észrevételek azt mutatják, hogy az oldal által felkínált funkcionalitás hiánypótló a hazai egyéni internethasználók számára. Azonban ahogyan változik maga az internet, úgy kell változnia az ennek mérését biztosító oldalnak is.

A pontosabb felhasználói élmény meghatározását biztosító fejlesztések mellett a portál jövőbeni szerepét és jelentőségét ezek a változást követő átalakítások fogják meghatározni. Fel kell készülni a növekvő sávszélességek mérését lehetővé tevő bővítésekre, és követni kell a felhasználók által elérhető technológiák változását is. A jelenlegi szoftveres mérések közül növelni kell a HTML5 bázisú mérés szerepét és be kell vezetni HTML5 alapú hálózatsemlegességi mérési eljárásokat, mivel az internet böngészők láthatóan, egyre távolodnak az ezt megelőző technológiáktól. Növelni kell a mérőeszközzel történő hardveres mérőeszközök sebességmérésének felső határát is, hiszen az elkövetkező években – reményeink szerint – a hazai hálózatfejlesztések eredményeként, lényeges előrelépés történik

az elérhető felhasználói csomagok kínált és garantált sávszélességében.

A rendszert ugyan a Hatóság hozta létre és üzemelteti, de a hazai internetezés és piacfejlődés egyetemes érdekeit kell szolgálnia. Az internet folyton változó világa megköveteli, hogy a rendszer mérési és kiértékelési eljárásai folyamatosan alkalmazkodjanak a változásokhoz. Megnyugtató, ha ezen folyamat során nem csupán a hatóságnál meglévő szakmai hozzáértés, hanem szélesebb körű közmegegyezés is szerepet kaphat.

Ezért, ahogyan a rendszerkialakítás során, úgy a továbbfejlesztés esetében is támaszkodni kell a hazai oktatási intézmények és szakértői fórumok módszertani segítségére és észrevételeire. Természetesen továbbra is nélkülözhetetlen a piacon jelenlévő szolgáltatók támogatása és együttműködése, valamint a működést és a további fejlesztéseket kísérő pozitív hozzáállása is.

A tapasztalatok azt igazolták, hogy a fejlesztések legfontosabb megfogalmazott céljai és a rendszer szerepköre továbbra is változatlan kell, hogy maradjon. A rendszernek, a felhasználói élmények pontos és közérthető bemutatásával, a tudatos döntéseket hozó internethasználók referencia oldalának kell maradnia, egyaránt szolgálva a piac fejlődését, az előfizetők védelmét és hiteles tájékoztatását.

6. Összefoglaló

A <http://szelessav.net> weboldal funkcióinak rövid bemutatása után, áttekintettük az egyéves üzemeltetést jellemző leglényegesebb statisztikai adatokat. Az adatok visszaigazolták a portál létrehozásának fontosságát, és igazolták, hogy a fejlesztés jól szolgálja a hazai internetezés fejlődését. Utaltunk a rendszer nemzetközi összehasonlításban megjelenő sajátosságaira és előremutató szerepére. Végül megfogalmaztuk a tapasztalatok során felmerült fejlesztési elképzeléseket és érintettük a jövőbeni szerepkört meghatározó elvárásokat.

A szerzőkről



TOMKA PÉTER 1982-től kezdve egészen 2016. augusztusi nyugdíjba vonulásáig vezetője volt a hatósági Rádiómérő- és Zavarvizsgáló Szolgálatnak. Nemzetközi szaktekinintély, az ITU SPECTRUM MONITORING HANDBOOK egyik szerkesztője, fejezetek szerzője. Nevéhez fűződik többek között az országos Spektrum- és Interferencia Monitoring (SIMON), valamint a Szélessáv Program (SZÉP) projektvezetőjeként, a Szélessávmérő és Információs rendszer létrehozása. Tevékenységét számos elismerés kíséri, többek között a Hírközlésért szakmai érem és a Baross Gábor-díj.



GÁSPÁR ERNŐ villamosmérnök több mint 25 éve a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (illetve jogelődjei) nagy szak tudású mérésügyi szakértője. Korábban a Rádiómonitoring osztály, 2016. augusztusától a Mérésügyi Főosztály vezetője. Kulcsszerepet tölt be a mérőszolgálat eredményes fejlesztési, innovációs projektjeiben. Tervei alapján, irányításával épült ki a nemzetközileg is egyedül álló mérésinformatikai rendszer. Meghatározó szerepet töltött be a Digitális Átállás Projektben (DÁP) és a Szélessáv Program (SZÉP) projektben.

Informatikai technológiák alkalmazása az orvoslásban

BENYÓ BALÁZS

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
bbenyo@iit.bme.hu

Kulcsszavak: orvos informatika, modell alapú megközelítés, szoros vércukor szabályozás, STAR

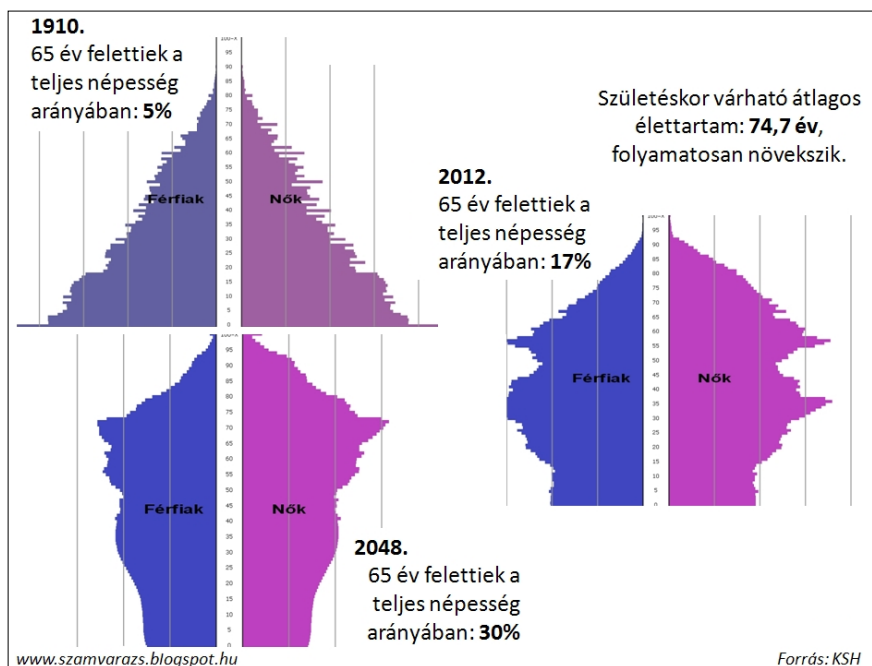
A modell alapú megközelítés lehetőséget teremt az orvosi diagnosztikai és terápiás feladatok informatikai támogatására és ezáltal azok hatékony végrehajtására, mely az egészségügy számára létkérdés az ellátás színvonalának megtartása érdekében. A cikk egy konkrét orvosi terápiás módszeren, az úgynevezett szoros vércukor szabályozást célzó STAR protokoll megvalósításán, mint példán keresztül mutatja be a modell alapú orvosi módszerek kidolgozásának, alkalmazásának lépéseit, ismertette a megközelítés tipikus problémáit és alkalmazásának jellemző módszertanát.

1. Bevezetés

A megfelelő egészségügyi ellátás biztosítása az elkövetkező évtizedekben egyre növekvő terhet jelent az egészségügyi ellátórendszer számára. Ezt számos, – évtizedek óta tartó – a társadalmat, az orvostudományt, valamint a diagnosztika és gyógyítás technológiai hátterét biztosító műszaki területeket érintő változás okozza.

A terhek növekedésének egyik közvetlen oka az ellátásra szoruló arányának folyamatos növekedése. Az egyébként üdvözlendő átlagéletkor-növekedés és az – elsősorban a nyugati társadalmakban tapasztalható – születésszám-csökkenés az egyes korosztályokba tartozó népesség eloszlását mutató korfa jelenős megváltozását eredményezte (1. ábra).

1. ábra A korfa változása az elmúlt száz évben

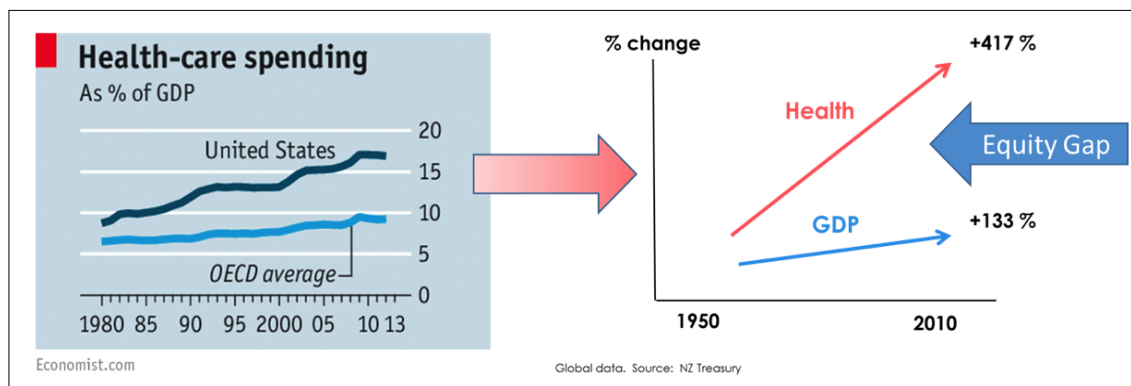


Az aktuális kilátások alapján a 65 éven felüli lakosság a jelenlegi 17%-ról kb. 30%-ra növekszik 2048-ra. Amennyiben ehhez hozzáteszük az egészségügyi ellátás szempontjából fontos tény, hogy az emberek jellemzően 65 év felett veszik igénybe az életük során igénybe vett orvosi ellátás nagyjából kétharmadát, akkor jól érzékelhető, hogy a korfa megváltozását eredményező társadalmi változások milyen mértékben növelték az egészségügyi ellátórendszer terheit.

Ezzel párhuzamosan az orvostudomány fejlődése eredményeként megjelenő új diagnosztikai és terápiás módszerek, valamint az új módszerek megvalósítását lehetővé tevő mérnöki rendszerek ára drasztikusan megnövelte egy-egy betegség gyógyításának költségeit. A képalkotó diagnosztikai berendezések fejlődése jól illusztrálja ezeket a változásokat. Ezek a ma már rutinszerűen használt berendezések több százmillió forintos ára az egészségügyi intézmények költségvetését jelentősen megterhelik, gyors fejlődésük, a különböző új technológiák, új modalitások megjelenése kikényszeríti azok rendszeres cseréjüket.

Az egészségügyi ellátásra fordított források drasztikus növekedése jól látható azok évenkénti bontásán (2. ábra). Az abszolút számok vizsgálatánál talán többet mond, ha a GDP arányában vizsgáljuk meg ezeket az értékeket. A grafikon egyértelműen mutatja, hogy a GDP-hez viszonyított költségek drasztikusan megnöttek és ez a trend várhatóan a jövőben is folytatódik.

A közegészségügy válasza – nagyon helyesen – ezekre a változásokra egyértelmű: egyre nagyobb súlyt fektetnek a megelőzésre, valamint az egészséges életmód pro-



pagálására, mint a betegségek kialakulását leghatékonyabban elősegítő módszerére. Ugyan a betegségek megelőzését célzó erőfeszítések sikerrel tudják csökkenteni az egészségügyi ellátórendszer terheit, azonban a felvázolt trend megfordítását nem várhatjuk tőlük.

Annak érdekében, hogy az egészségügyi ellátás költségnövekedésének ütemét meg lehessen fékezni, és elkerülni, hogy a megfelelő színvonalú egészségügyi ellátás ne váljon megfizethetatlenné, lényeges változásokra van szükség. Az orvosi beavatkozások, diagnosztikai és terápiás módszerek költségeit csökkenteni kell. Erre a leghatékonyabb módszer a modell alapú orvosi diagnosztikai és terápiás módszerek kidolgozása és elterjesztése. Ezek lényege az orvosi probléma, betegség szempontjából releváns élettani folyamatok modellezése, majd a modell felhasználása a diagnosztikai döntések, terápiás módszerek kidolgozásában és megvalósításában. A modell alapú módszerek használatának előnye, hogy lehetővé teszi az egyes lépések informatikai eszközökkel történő támogatást, megteremtik a lehetőségét azok automatizálásának. Ezzel hatékonyabbá tehető az orvosi és ápolói munka, szélesebb körben válik elérhetővé az orvosi szaktudás, hatékonyabbá téve az ellátást.

A modell alapú megközelítés természetesen régen jelen van az orvostudományban. A napjainkban zajló, ezen a területen tapasztalható trendfordulót a modell alapú módszereknek a korábbiaknál szélesebb körű felhasználása, valamint azok alkalmazási módszertanának egységes kereteinek kialakulása jellemzi. A modell alapú orvosi megoldások egyik fontos eleme az infokommunikációs technológiák intenzív alkalmazása a diagnosztikai és terápiás módszerek megvalósítása során. A modell alapú megoldások elterjedését az orvosi gyakorlatban leginkább ahhoz a folyamathoz lehet hasonlítani, ami a huszadik század második felében zajlott az iparban, amikor az ipari termelés folyamatait lényegesen megváltoztatta az informatikai technológiák széleskörű bevonása az egyes tervezési és gyártási fázisokba.

A cikkben egy konkrét orvosi terápiás módszeren, az ún. szoros vércukor szabályozást célzó STAR protokoll megvalósításán, mint példán keresztül mutatjuk be a modell alapú orvosi módszerek kidolgozásának, alkalmazásának lépéseit, ismertetve a megközelítés tipikus problémáit és alkalmazásának jellemző módszertanát.

1.1. Szoros vércukor szabályozás

Az intenzív osztályon ápolott betegek viszonylag magas, akár 60 százalékánál előfordul a metabolikus rendszer egyensúlyának felborulása. Ezen betegek vércukorszintje közvetlenül jelzi ezt, a vércukorszint elhagyja az ún. normoglikémiás tartományt. Az egészségesnek ítélt, normoglikémiás vércukor tartomány definíciója kismértékben függ az ápolási helytől, illetve az ápolott betegek állapotától, kutatásunk során a 4-8 mmol/l-es tartományt alkalmaztuk.

Abban az esetben, ha a tartományból felfelé lép ki a beteg, inzulinadagolással vagy a táplálás mértékének csökkentésével lehet beavatkozni, amennyiben ez lefelé történik meg, az inzulinadagolás csökkentésével/leállításával, illetve a tápanyag bevitel növelésével, esetleges glükóz bólus beadásával.

A betegnek beadandó inzulin mennyiségét valamint a tápanyagbevitel mértékét meghatározó protokollokat szoros vagy szigorú vércukor-szabályozási protokolloknak nevezzük. Ilyen protokollok létrehozása számos kihívással jár [1–4], ezek megoldása sajnos több esetben sikertelennek bizonyult.

A nemzetközi együttműködésben – a University of Canterbury és a University of Liege munkatársaival közösen – végzett kutatásunk célja egy ilyen szoros vércukor-szabályozási protokoll kidolgozása volt.

1.2. A cikk felépítése

A bevezetés után következő szakasz az alkalmazott módszereket tárgyalja, nevezetesen a STAR protokoll megvalósításához szükséges modellt, magát a protokollt, végül a megvalósítás során alkalmazott in-silico szimulációs technikát [14]. Az ezt követő szakasz az eredményeket ismerteti azok értékelésével egyetemben. A cikket a tágabb kitekintést is tartalmazó összefoglalás zárja.

2. Módszerek

2.1. ICING modell

A modell alapú orvosi módszerek megalkotásának a legfontosabb lépése a vizsgált élettani jelenséget leíró modell felállítása. A legnagyobb kihívást az jelenti, hogy megtaláljuk a helyes kompromisszumot a megalkotott modell valóságshűsége és annak komplexitása között.

A fiziológias rendszerek jellemzője a benne zajló folyamatok összetettsége és azok bonyolult egymásra hatása. Ezen viszonyok valósághű leírása általában olyan komplex modelleket eredményez, melyeket nem lehetséges alkalmazni a gyakorlati probléma megoldásakor. Ennek oka leggyakrabban az élettani modell paramétereinek meghatározásához rendelkezésre álló mérések elégtelen száma vagy a modell komplexitásából adódó túl nagy számítási bonyolultsága. A élettani rendszereket leíró modell létrehozásának az alapvető problémája így, hogy meghatározzuk, hogy mely jelenségek, élettani folyamatok azok, melyek elhanyagolása nem okoz a megoldandó feladat szempontjából elfogadhatatlan hibát vagy bizonytalanságot. Ennek megfelelően jellemző, hogy iteratív módon több modellváltozatot készítünk és elemezzük ezek alkalmazhatóságát az adott gyakorlati probléma megoldásakor.

Esetünkben a vércukor-háztartás leírására alkotott modell a ICING (Intensive Control Insulin-Nutrition-Glucose) modell lett. Ennek is több változata jött létre, míg a mostani formáját megkapta [6,8]. Az ICING modell egy kompartment modell. Leírja az emésztőcsatornán keresztül, valamint a szervezet más tárolóiból a vérbe kerülő vércukor transzportfolyamatokat, a vérbe kerülő inzulin áramlását a szövetközi térbe, ahol az irányítja sejtek anyagcseréjét. A modell számos paramétert tartalmaz, azonban az egyes betegek személyre szabott modellverziójának előállításakor ezek nagy többségét konstansnak választjuk [8]. Egyedül az inzulin-érzékenységnek SI értéke fog a beteg állapota szerint változni. Ez az inzulin-érzékenység lényegében a vérbe került inzulin vércukorszintre gyakorolt hatásának az erőssége.

A modell leíró differenciálegyenlet-rendszer a következő:

$$\frac{dG(t)}{dt} = -p_G G(t) - S_I(t) G(t) \frac{Q(t)}{1 + \alpha_G Q(t)} + \frac{P(t) + EGP - CNS}{V_G},$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = n_I (I(t) - Q(t)) - n_C \frac{Q(t)}{1 + \alpha_G Q(t)},$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = -n_K I(t) - n_L \frac{I(t)}{1 + \alpha_I I(t)} - n_I (I(t) - Q(t)) + \frac{u_{ex}(t)}{V_I} + (1 - x_L) \frac{u_{en}(t)}{V_I},$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -d_1 P_1(t) + D(t),$$

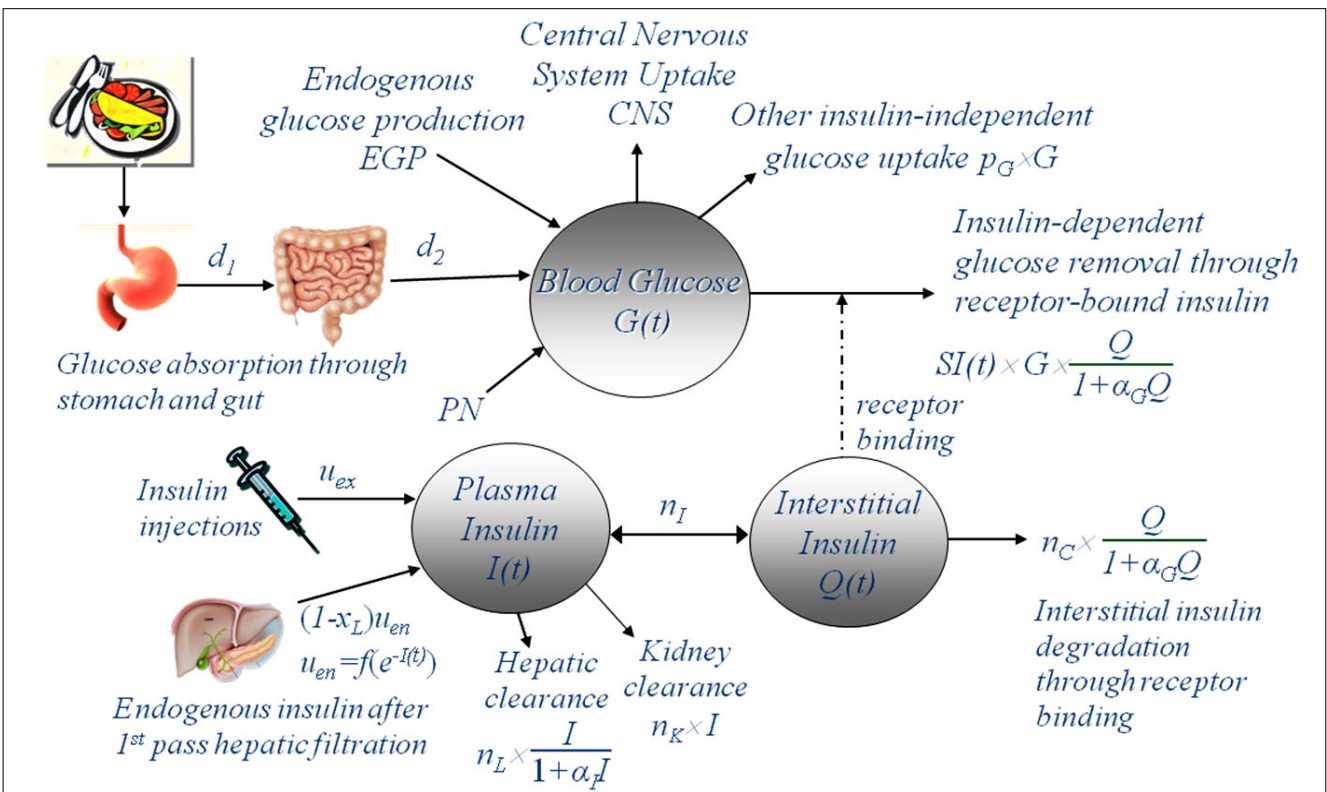
$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -\min(d_2 P_2(t), P_{\max}) + d_1 P_1(t)$$

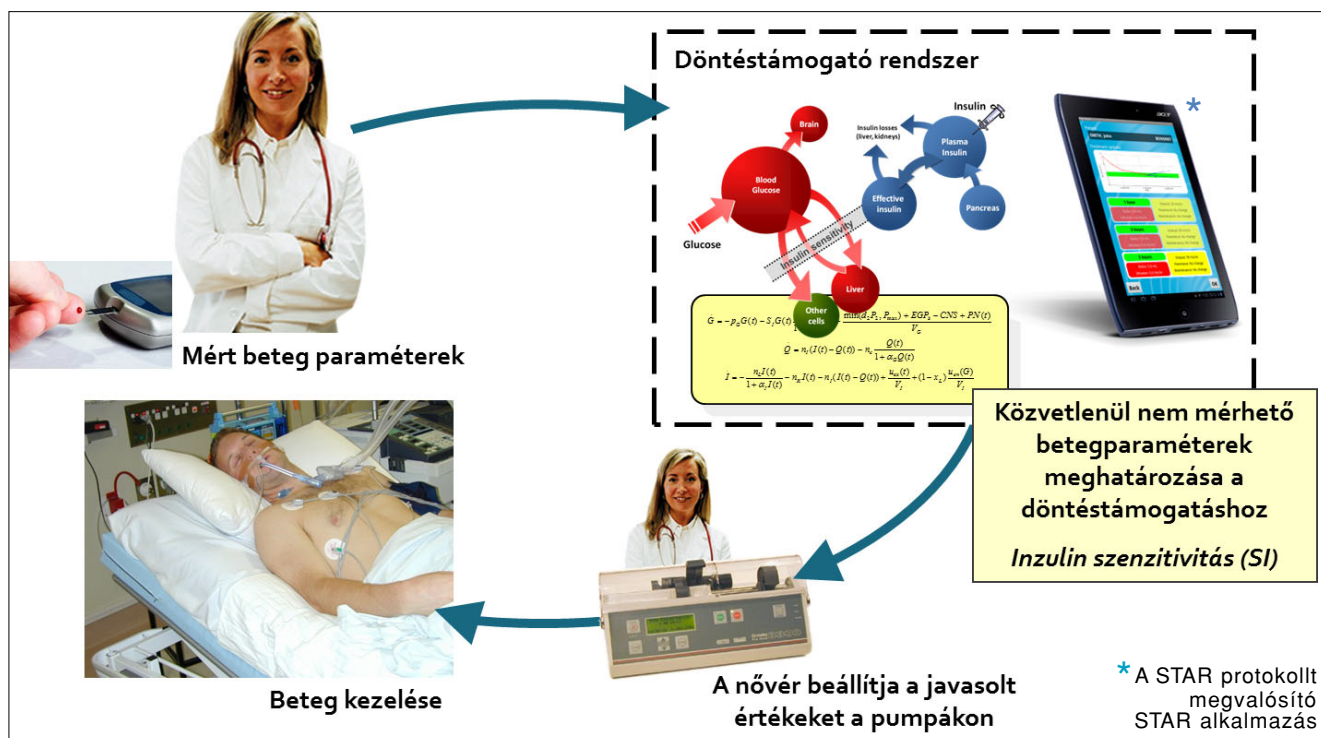
$$P(t) = \min(d_2 P_2(t), P_{\max}) + P_N(t)$$

$$u_{en}(t) = \min(\max(u_{\min}, k_1 G(t) + k_2), u_{\max})$$

ahol G a vér vércukor-koncentrációját, I az inzulin koncentrációját jelöli, míg Q a szövetközi tér vércukor-koncentrációját jelöli. A modell részletes bemutatását, a használt paraméterek leírását és értékét a [8] és [5] irodalmak ismertetik. A 3. ábra összefoglalja a modell által leírt legfontosabb folyamatokat, illetve hatásokat.

3. ábra Az ICING modell sematikus bemutatása





4. ábra A STAR protokoll alkalmazása

A modell változóinak betegcsoportról készített statisztikák alapján számolt konstans értékre történő választása és az SI érték betegállapot-leíró változóként történő használata a korábban említett modellezés kompromisszum [10]. Az így kapott modell alapján minden egyes vércukormérés alkalmával meg tudjuk határozni az inzulin érzékenység mértékét. A modell bonyolultsága pedig megengedi, hogy a tanácsadó rendszer az egyes javasolt inzulin és tápanyag adagolási tanácsok összehasonlításakor szükséges számításokat néhány másodperc alatt elvégezze.

2.2. STAR protokoll

A STAR (Stochastic TARTgeted control) protokoll egy „nurse-in-the-loop” típusú protokoll (4. ábra) [7]. A nővér a STAR tanácsadó rendszert használja a beteg tápanyagbevitelének és inzulinadagolásának meghatározására. Ehhez a kezelés megkezdésekor a beteg adatait, valamint a megcélzott tápanyag-beviteli célértéket és annak formáját (felhasznált oldat összetételét és a beviteli utat: enterális/parenterális) beviszi a rendszerbe. A nővér ezután rendszeresen megméri a beteg vércukorszintjét, amely értékeket ugyancsak rögzít a rendszerben. A tanácsadó alkalmazás ezután kiszámolja a korábban rögzített orvosi kritériumok alapján azt a terápiát, alkalmazandó tápanyag- és inzulinbevitelt, mely optimális a beteg számára és a normoglikémiás tartományban tartja. A javasolt értékeket a kezelő személyzet természetesen minden alkalommal felülbíráhatja, amellet, hogy a megváltoztatott értékeket a rendszerben rögzítenie kell a későbbi kezelés helyes számítása érdekében.

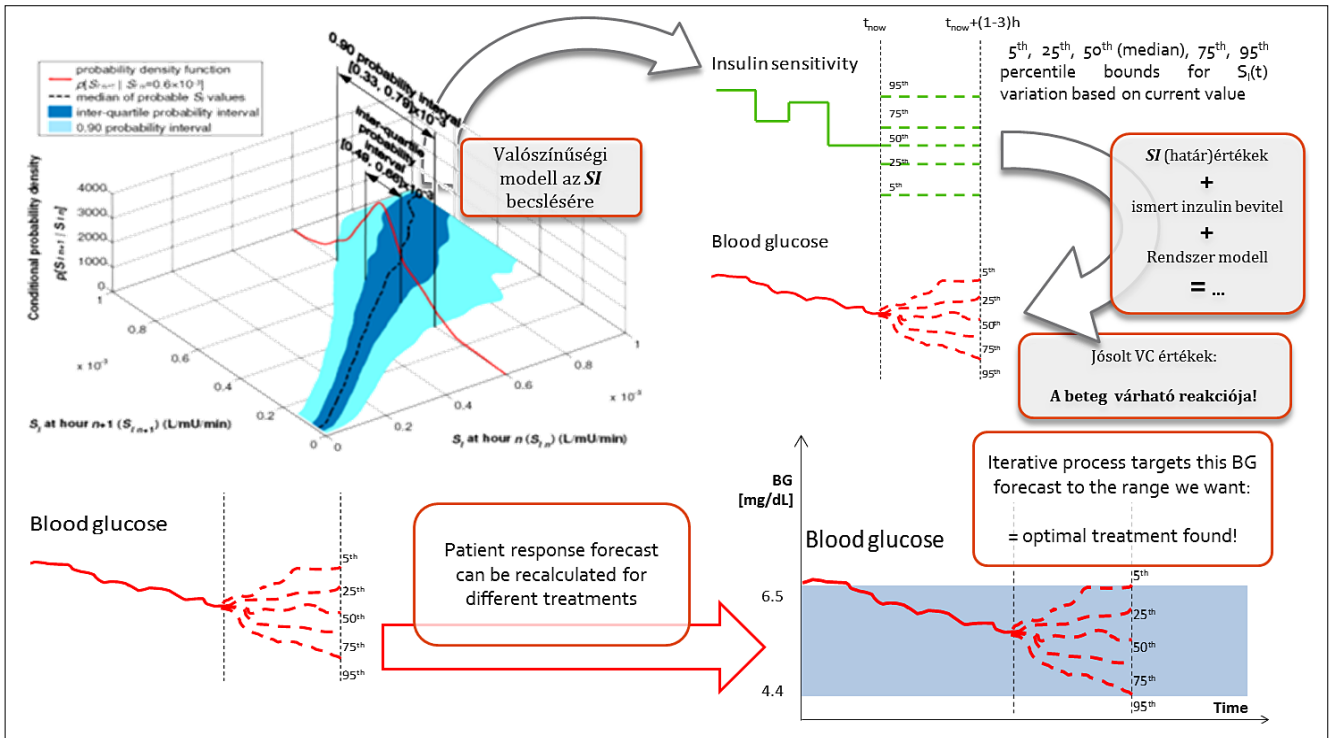
A tanácsadó rendszer a lehetséges alternatív terápiai lehetőségek összehasonlítását a modell alapján

végzi. Első lépésként egy egyszerű paraméter-identifikációt végez [11], meghatározza a beteg aktuális inzulinérzékenységi (SI) értékét (5. ábra). Ehhez minden adott, hiszen ismert a beteg aktuális vércukorszintje és a korábban bevitt tápanyag inzulinmennyiségei. Ezután a korábbi kezelések alapján készített valószínűségi modell alapján [9] meghatározza, milyen SI tartományba fog kerülni a kezelt beteg 90% konfidenciaszinttel. Ebből származtatott minimum és maximum SI értékek felhasználásával, a lehetséges paraméterterben történő szabály alapú heurisztikus kereséssel megkeresi a beteg számára optimális kezelést. Ehhez megint csak a modellt használja, azonban ebben az esetben az SI ismert paraméter, így ez alapján határozza meg a beteg jövőben várható vércukorszintjét.

A STAR tanácsadó rendszer egy Java nyelven készült, Android környezetben futó alkalmazás, melyet az orvosok és nővérek egy tableten használnak. Az alkalmazás ergonomikus felhasználói felületen teszi lehetővé az ápolási adatok gyors rögzítését, valamint az elementett és azok alapján számított adatok igény szerinti megjelenítését. A kezelések lezárása után az adatok automatikusan archiválásra kerülnek wireless hálózati kapcsolaton keresztül. Az archivált adatok hosszú távú tárolásra felhőbe kerülnek, ahonnan – megfelelő jogosítványok megléte esetén – elérhetőek mind az orvosok számára az ápolás elemzése céljából, mind a kutatók számára a protokoll továbbfejlesztése érdekében.

2.3. In-silico szimuláció

A vércukorháztartást leíró ICING modellt használjuk a protokoll tervezésekor, illetve annak módosításakor. A modellt ebben az esetben úgynevezett in-silico szimulációra használjuk, mely egy általános módszer orvosi



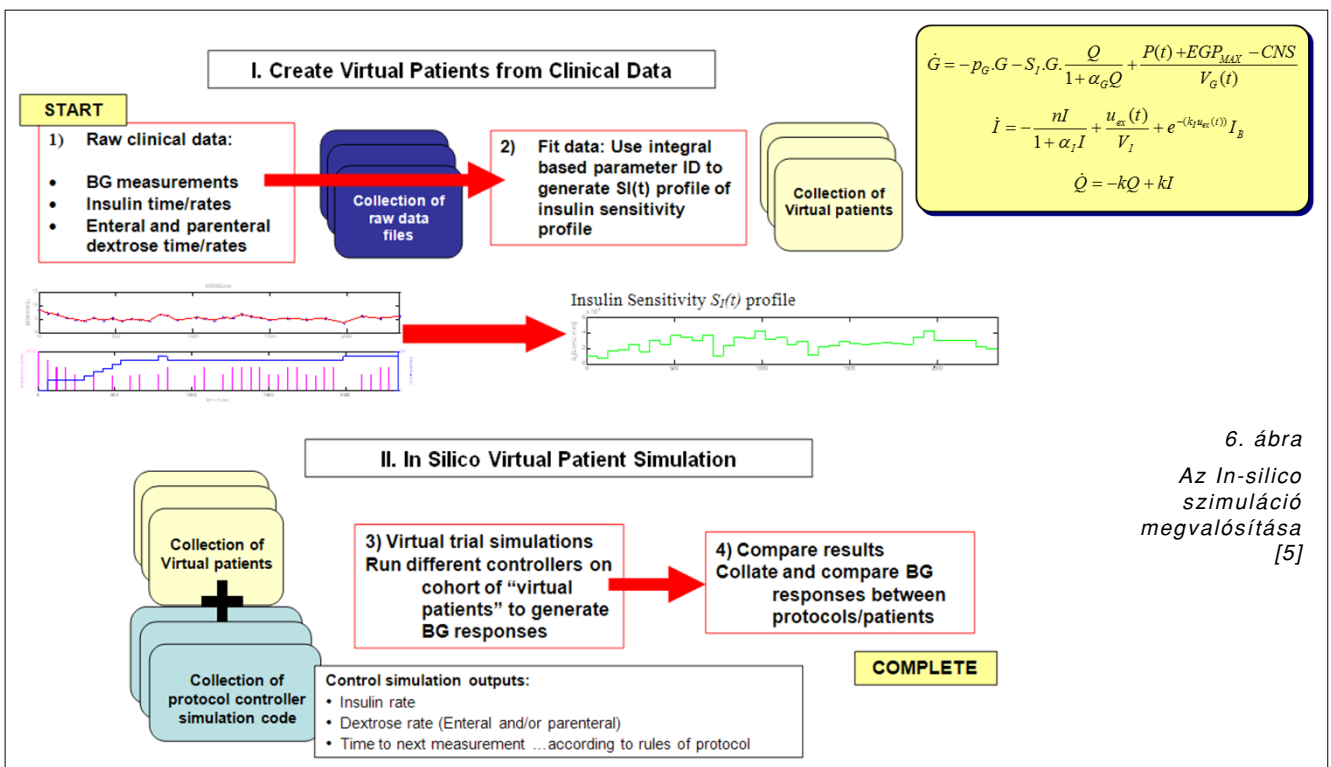
5. ábra A STAR protokoll áttekintése

vagy biológiai problémák megoldásakor. Az általános módszer lényege, hogy valós kezelések vagy kísérletek során összegyűjtött adatok alapján eltároljuk az élettani rendszer időben változó állapotát, állapot történetét.

Amennyiben rendelkezésre áll az élettani rendszer megfelelően pontos modellje, akkor az eltárolt állapotváltozók lehetőséget adnak a valós élettani rendszer szimulációjára. A módszer lényege, hogy – helyesen

elkészített modell esetén – a szimulált rendszer nemcsak azokkal a bemeneti adatokkal használható, mely esetén az állapotváltozókat előállítottuk, hanem bármilyen más bemenetek esetén is.

Az ICING modell esetén a beteg állapotát leíró változó az inzulinérzékenység (SI). A kezelések során ezt a paramétert határozzuk meg és ennek időbeni változását mentjük el. Ez az adathalmaz fog egy virtuális beteg reprezentálni, annak történetét leírni.



6. ábra
Az In-silico
szimuláció
megvalósítása
[5]

A szimuláció során a modell felhasználásával az éppen vizsgált protokoll alapján adagolt inzulin és táplálási értékek felhasználásával meg tudjuk határozni a beteg vércukorszint változását, vagyis össze tudjuk hasonlítani az egyes kezelés protokollok hatékonyságát (6. ábra).

3. Eredmények és értékelés

A STAR protokollt Magyarországon és Új-Zélandon számos kórház alkalmazza a gyakorlatban. Az 1. táblázatban a gyulai Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kórház és Egyetemi Oktató Kórházban és az Új-Zéland-i Christchurch Hospital-ban ápolott betegek kezelése során gyűjtött adatok statisztikai elemzése szerepel. Ez az a két kórház, amely a legrégebbi alkalmazói a protokollnak [16]. Az elemzés két, egymással hasonló betegcsoport adatainak a felhasználásával készült.

A táblázatban jól látható a normoglikémiás tartományban töltött viszonylag magas, 80% feletti idő. Az orvosi kezelés szempontjából az egyik legfontosabb tényező a kezelés biztonsága, mely a kórosan alacsony vércukorszintek gyakoriságával jellemezhető, nagyon kedvező képet mutat, egy százalék alatti értékkel.

Az elsődleges orvosi kritériumok mellett érdemes megvizsgálni a protokoll megvalósításához szükséges emberi munkát, mely azt mutatja, hogy a nővéreknek átlagosan két óránként kellett vércukorméréseket végezni. Ha ehhez hozzászámoljuk, hogy a tanácsadó rend-

szer lehetővé teszi az inzulin- és tápanyag-adagolási szintek gyakorlatilag a méréssel egy időben történő meghatározását szakorvosi konzultáció nélkül, úgy azonnal tapasztalható a protokoll hatékonyságra gyakorolt pozitív hatása.

4. Összefoglalás

A cikkben egy példán keresztül bemutattuk, hogy milyen jellemző feladatokkal és nehézségekkel szembesül az orvos-diagnosztikai és terápiás módszerek kidolgozója egy modell alapú megközelítéssel történő probléma megoldása során. A modell alapú megközelítés alkalmazása az orvoslásban lehetővé teszi az infokommunikációs módszerek felhasználását orvosi környezetben, megteremtve ezzel a lehetőségét a diagnosztikai és a kezelési feladatok megfelelő kontroll melletti automatizálásának. Ezen előnyök az egészségügyi feladatok költséghatékonyabb ellátását teszik lehetővé, ami a bemutatott modell alapú megközelítés terjedésének meghatározó oka a területen.

Az ismertetett példa ezt jól alátámasztja; nem csak a kezelés minősége és biztonsága, hanem a megvalósításához szükséges orvosi és ápolási idő is csökkent. A bemutatott STAR alkalmazás ebben egyedülálló a már létező szoros vércukor-szabályozási protokollokkal összehasonlítva [10]. A protokoll megvalósításához alkalmazott infokommunikációs alkalmazás hatékonyan támogatja az orvosi célok megvalósítását, amellet, hogy

1. táblázat ASTAR protokoll alkalmazásának eredményei [17]

	STAR Chch	STAR Gyula
Workload		
# VC mérések száma (ápolási óra/betegszám):	12369 (22948/336)	3050 (6244/47)
Átlagos mérési gyakoriság (óra):	1,85	2,05
Control performance		
VC median [IQR] (mmol/L):	6,8 [6,0 – 7,9]	6,8 [5,8 – 7,8]
VC céltartományban töltött idő (4,4-8mmol/L)	82,6%	85,7%
VC > 10 mmol/L tartományban töltött idő	4,4%	3,0%
Safety		
VC < 4.0 mmol/L tartományban töltött idő	0,6%	0,9%
VC < 2.2 mmol/L tartományban töltött idő	0,004%	0%
Beteg < 2.2 mmol/L alatt (nyers adat alapján)	4 (1,5%)	2 (4,3%)
Clinical interventions		
Median insulin [IQR] (U/óra):	2,7 [1,9 – 3,5]	3,2 [2,4 – 4,6]
Median szénhidrát [IQR] (g/óra):	5,1 [4,0 – 6,2]	7,4 [6,2 – 8,9]
Median táplálás arány a célhoz képest [IQR] (%)	86 [64 - 97]	80 [74 - 88]

modern technológiai megoldást kínál az azt használó egészségügyi dolgozók számára.

Az orvosi területen a modell alapú megközelítés terjedését számos helyen felismerték. Az Európai Unió mind az FP7-es, mind a H2020-as kutatási programjában nagy súlyt fektet a területen folyó kutatások ösztönzésére. Míg az FP7-es program kutatási felhívásai elsősorban a modellek kidolgozására koncentráltak – mely projektek eredményeként kialakult a Virtual Physiological Human (VPH) program [13] –, úgy a H2020-as program már a modellek gyakorlati felhasználására fókuszál, így külön felhívásokat szántak az in-silico technikák kutatásának [12].

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki minden együttműködő partnerünknek és munkatársamnak, akik ebben a cikkben ismertetett kutatásban részt vettek. Külön köszönet illeti Prof. Geoffrey Chase-t, akivel történő együttműködés lehetővé tette a STAR protokoll kutatásába történő aktív részvételt, valamint Dr. Illyés Attilának, aki úttörő módon, Magyarországon első alkalommal alkalmazta a STAR protokollt a gyakorlatban. A kutatás megvalósításához a következő programok adtak támogatást: OTKA K116574: Sztochasztikus modellek kidolgozása intenzív terápiában alkalmazható új generációs modell alapú szoros vércukor szabályozási módszerhez: új modellektől és módszerektől a klinikai validációig, FP7-PEOPLE-2012-IRSES: eTime – Engineering Technology-based Innovation in Medicine, Project nr. 318943 (Marie Curie Actions – International Research Staff Exchange Scheme). Nagylelkű támogatásukat ez úton is köszönjük.

A szerzőről



BENYÓ BALÁZS a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett villamosmérnöki diplomát 1992-ben, majd PhD fokozatot 1998-ban, miután megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa címet. 2013-ban habilitált a BME-n. Jelenleg a BME Irányítástechnikai és Informatika Tanszékén egyetemi tanár. Szakterülete az orvos-diagnosztikai és orvos-informatikai rendszerek, orvosi képzés és képfeldolgozás, biztonságkritikus szoftver- és hardverrendszerek, mobil és érintés nélküli technológiák. Számos nemzetközi és hazai alapvető kutatási és kutatásfejlesztési projekt vezetője, valamint több nemzetközi szervezet tagja, az IFAC TC 8.2 Biological and Medical Systems technikai bizottságának alelnöke. Tudományos közleményeinek száma közel háromszáz.

Irodalomjegyzék

- [1] Van den Berghe, G., Wouters, P., Weekers, F., Verwaest, C., Bruyninckx, F., Schetz, M., Vlasselaers, D., Ferdinande, P., Lauwers, P., & Bouillon, R. (2001). Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *The New England Journal of Medicine*, 345(19), pp.1359–1367.
- [2] Wiener, R. S., Wiener, D. C., & Larson, R. J. (2008). Benefits and risks of tight glucose control in critically ill adults: a meta-analysis. *Jama*, 300(8), pp.933–944.
- [3] Meijering, Sofie, et al. "Towards a feasible algorithm for tight glycaemic control in critically ill patients: a systematic review of the literature." *Critical Care* 10.1 (2006): 1.

- [4] Chase, JGeoffrey, et al. "Implementation and evaluation of the SPRINT protocol for tight glycaemic control in critically ill patients: a clinical practice change." *Critical care* 12.2 (2008): 1.
- [5] Fisk, L. M., Le Compte, A. J., Shaw, G. M., & Chase, J. G. (2012a). Improving Safety of Glucose Control in Intensive Care using Virtual Patients and Simulated Clinical Trials. *Journal of Healthcare Engineering*, 3(3), pp.415–430.
- [6] Fisk, L. M., Le Compte, A. J., Shaw, G. M., Penning, S., Desai, T., & Chase, J. G. (2012b). STAR development and protocol comparison. *IEEE Trans Biomed Eng*, 59(12), pp.3357–3364.
- [7] Evans, Alicia, et al. "Stochastic targeted (STAR) glycemic control: design, safety, and performance." *Journal of diabetes science and technology* 6.1 (2012): 102–115.
- [8] Lin, Jessica, et al. "A physiological Intensive Control Insulin-Nutrition-Glucose (ICING) model validated in critically ill patients." *Computer methods and programs in biomedicine* 102.2 (2011): 192–205.
- [9] Lin, Jessica, et al. "Stochastic modelling of insulin sensitivity variability in critical care." *Biomedical Signal Processing and Control* 1.3 (2006): 229–242.
- [10] Palumbo, Pasquale, et al. "Mathematical modeling of the glucose-insulin system: a review." *Mathematical biosciences* 244.2 (2013): 69–81.
- [11] Hann, C. E., Chase, J. G., Lin, J., Lotz, T., Doran, C. V., & Shaw, G. M. (2005). Integral-based parameter identification for long-term dynamic verification of a glucose-insulin system model. *Comput Methods Programs Biomed*, 77(3), pp.259–270.
- [12] Hunter, Peter, et al. "A vision and strategy for the virtual physiological human: 2012 update." *Interface focus* 3.2 (2013): 20130004.
- [13] Viceconti, M., Gordon Clapworthy & Serge Van Sint Jan. "The Virtual Physiological Human-a European initiative for in silico human modelling." *The Journal of Physiological Sciences* 58.7 (2008): 441–446.
- [14] Wong, Xing-Wei, et al. "Development of a clinical type 1 diabetes metabolic system model and in silico simulation tool." *Journal of diabetes science and technology* 2.3 (2008): 424–435.
- [15] Ferenci, Tamás, et al. "Daily evolution of insulin sensitivity variability with respect to diagnosis in the critically ill." *PloS one* 8.2 (2013): e57119.
- [16] Benyó, Balázs, et al. "Pilot study of the SPRINT glycemic control protocol in a Hungarian medical intensive care unit." *Journal of diabetes science and technology* 6.6 (2012): 1464–1477.
- [17] Stewart, Kent W., et al. "Safety, efficacy and clinical generalization of the STAR protocol: a retrospective analysis." *Annals of intensive care* 6.1 (2016): 1.

Háromdimenziós technológiák a fogorvoslásban

PAPP ILDIKÓ, ZICHAR MARIANNA

*Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszék
{papp.ildiko, zichar.marianna}@inf.unideb.hu*

Kulcsszavak: 3D szkennelés, intraorális szkennelés, 3D modellezés, 3D nyomtatás, digitális fogászat

A háromdimenziós eszközök, szoftverek már a fogorvoslásban is elérhetőek, de egyelőre még nem terjedtek el széleskörűen. Ennek okát nem kerestük, ellenben bemutatjuk a jelen pillanatban elérhető 3D technológiákat, a háttérben meghúzódó elveket, kitérve a gyakorlati alkalmazásra is.

1. Bevezetés

A régóta megszokott (hagyományos) fogászati beavatkozások az orvos, az asszisztens és a fogtechnikus összehangolt munkáján alapulnak. Gondoljuk csak végig egy korona elkészítésének folyamatát. Az orvos lecsiszolja a fogat, amelyről egy szilikon lenyomat készül. Ennek a lenyomathoz kettős célja van: egyrészt a csiszolt fog maradványát és a szomszédos fogakhoz bemért helyzetét mutatja; másrészt harapástervezést is készít, amely a fogsor záródását, ezzel az új fog magasságát és barázdáltságát fogja mutatni. A szilikon lenyomat alapján gipszminta készül, melyre a technikus felépíti a koronát. Amíg ez elkészül, addig egy ún. ideiglenes korona kerül a fogra, amely leginkább csak egy védőkupak, egyáltalán nem illik a fogsorba, bár igyekeznek a ragasztás előtt valamennyire formára szabni. Már maga a lenyomatvétel is kényelmetlen, a szilikon kötéseig matatnak a beteg szájában. A gipszminta pedig csak közel pontos másolata a fogív egy szakaszának, előfordulhat, hogy első alkalommal még csak próba történik, és ezután az orvos észrevételei alapján készül el a végleges korona. Láthatjuk, hogy a teljes folyamat napokig, akár több hétig is eltarthat, attól függően, hogy mikor tudja a páciens újra felkeresni az orvosát, illetve a technikus és az orvos milyen gyakorisággal egyeztet.

Gyorsan fejlődő világunkban az informatikai vívmányok teret hódítanak az élet minden területén, s ez alól a fogorvostudomány sem kivétel. Cikkünkben összefoglaljuk azokat a már létező technikákat, melyekkel a fogászati beavatkozások gyorsabban, pontosabban, a páciens számára kényelmesebben történhetnek, miközben az orvos több időt tud fordítani a beteggel való kommunikációra.

Meg kell még említenünk, hogy a fogászati céllal alkalmazott háromdimenziós technológiák mögött igen komoly kutató- és fejlesztő munka folyik az eszközök gyártása során, melyet kiegészít az alkalmazható alapanyagok vizsgálata és tesztelése.

A következő szakaszban bemutatjuk azt, hogy milyen eszközökkel rendelkezhetnek a digitális fogászati

rendelőik és laborok. Ezek közül kiemeltünk néhányat: a 3. szakaszban részletesebben bemutatjuk a lenyomat-készítést forradalmasító intraorális szkennelést, a 4. szakaszban pedig a fogászati céllal alkalmazható 3D nyomtatásról írunk. Végül az utolsó szakaszból megtudhatjuk, hogy a Debreceni Egyetemen több kar összefogásával hogyan vált a fogorvos képzés részévé a digitális technológiák megismerése.

2. Digitális fogászati labor felszereltsége

Manapság gyakorlatilag már az élet bármely területén találkozhatunk számítógépekkel és különböző digitális eszközökkel, így a fogászati rendelőikben, fogászati laboratóriumokban is. A digitális technológia megjelenésétől és rutinná válásától általánosságban a pontosság és a gyorsaság növekedését várjuk el. Ez természetesen csak akkor következhet be, ha a humán erőforrás, azaz a személyzet is megfelelően fel lett készítve a technológia használatba vételére. Ebben a szakaszban röviden áttekintjük, hogy milyen eszközökkel találkozhatunk egy digitális fogászati laborban, legyen az része egy fogászati rendelőnek vagy sem.

A fogászat területén igen elterjedtek már a különféle digitális képalkotó eljárások. Az egyszerűbb digitális fogászati röntgen, vagy a digitális panoráma röntgen a pontosabb képalkotás mellett jelentősen kisebb sugárterhelésnek teszi ki a páciensét amellet, hogy az információ megosztását, dokumentálását is egyszerűbbé teszi. Az eljárás során keletkezett, számítógépen megjeleníthető felvétel élesebb, részletgazdagabb, dinamikusan nagyítható, árnyékolható, azaz összességében több információ nyújt a szakembereknek. Lokális problémák feltárásához kisméretű intraorális röntgen készülékek alkalmazhatóak.

Igazi áttörést jelentett a fogászati diagnosztikában a háromdimenziós képalkotások megjelenése, melyek immáron lehetővé teszik 3D arckoponya- és fogászati CT felvételek elkészítését. Különösen nagy a jelentősége az így elérhető precizitásnak az implantátumok beülte-

tésénél, csontpótló, szájsebészeti beavatkozások tervezésénél, illetve fogágybetegségek kezelésénél. Az alig pár másodperces képalkotást követően a monitoron megjelenő 3D kép nagy felbontásban ábrázolja az érintett térfogatot, illetve számos eszközt biztosítanak a feldolgozó programok a fogazat, illetve az állkapcsok anatómiai elhelyezkedésének pontos feltárásához.

A fogpótlások tervezéséhez nagy segítséget nyújtanak a digitális lenyomatvételhez használt intraorális szkennerek, míg a pótlások elkészítésénél a CAD/CAM technológiák mellett a 3D nyomtatás is megjelent már. Így akár pár órára lecsökkenthető a páciens számára a lenyomatvétellel induló, majd a tervezést követően akár azonnal kinyomtatható pótlás beépítése. A következő szakasz részletesebben bemutatja az intraorális szkennerek működési elvét, melyek háromdimenziós információk összegyűjtésével lehetővé teszik például a foghiány pótlásának precíz megtervezését.

3. Intraorális szkennelés

A pótlások tervezéséhez vagy egy fogszabályozó készítéséhez elengedhetetlen, hogy információt szerezünk a környezetről, ami majd befogadja a pótlást, illetve amire illeszkednie kell a fogszabályzóknak. Ehhez a legnagyobb segítséget az intraorális szkennerek nyújtják, melyek fogkeféknél alig nagyobb méretűknél fogva a szájüregbe helyezhetők, hogy letapogassák a pótlást fogadó fogat, a szomszédos fogakat, vagy igény esetén a teljes fogsort. Nagy előny, hogy a szkennelés perce(i) alatt a páciens nem érintkezik idegen anyaggal, viszont gyorsan nagy pontosságú információkat rögzít a rendszer, melyből a kapcsolódó számítógépes szoftver háromdimenziós digitális modellt épít, kiváló alapot szolgáltatva ezzel a további munkafolyamatokhoz. A digitális modell az idő múlásával sem veszít az állapotából, tárolása lényegesen egyszerűbben megoldható, mint a hagyományos, fizikailag is testet öltő lenyomat esetén.

A szakértelem természetesen nem mellőzhető az eszköz és a szoftverek hatékony használatához, illetve a működési alapelvek ismerete is elősegíti a hibamentes méréseket, ezzel együtt az ésszerű használatot. Tekintsük át röviden a különböző intraorális szkennerek technológiai hátterét, mely igen gyakran képezi osztályozásának alapját is [1, 2].

3.1. Konfokális lézeres pásztázó mikroszkóp (Confocal Laser Scanning Microscope – CLSM)

A konfokális mikroszkópia alapelve szerint a minta egy pontjáról úgy szerzünk információt a kialakítandó képhez, hogy csak a minta fókuszsíkjából származó fényt tartjuk meg, míg a fókuszon kívülről érkezőket kirekesztjük. Ez utóbbi megvalósításához a fénydetektor elé a minta fókuszsíkjával kon-

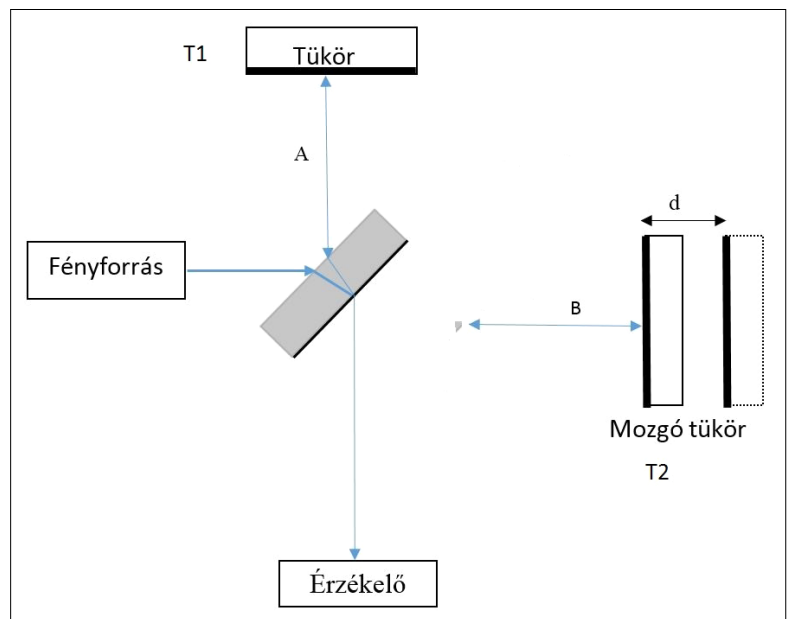
jugált síkba egy apertúrát (fényútban kialakított kicsiny rés, másnéven tűfokot) kell helyezni, mely ezáltal csak a fókuszsíkból érkező fényt engedi eljutni a detektorhoz. A pásztázás biztosítja, hogy a letapogató minta fókuszsíkjának minden pontjáról legyen információnk. Az objektív vagy a tárgyasztal helyzetének változtatásával újabb, az előzővel párhuzamos fókusz-sík pásztázható. Az egyes pozíciókban keletkezett két-dimenziós fókusz-sík képek felhasználásával lehetővé válik akár a minta 3D rekonstrukciója is megfelelő számítógépes program segítségével.

3.2. Interferometria

A fényforrásból érkező párhuzamos nyalábot egy nyalábosztó kettéosztja, melyek továbbhaladva egy-egy tükörről visszaverődve, majd a nyalábosztón ismét áthaladva, illetve visszaverődve szuperponálódnak és az érzékelőn a szuperpozíciójuk eredménye válik láthatóvá. A tükrök egyike rögzített (referenciátükrök), míg a másik mozgatható; mikrométercsavarral a fény-sugár haladási irányában eltolható. A kettéosztott nyalábok közül a referencia tükrö felé haladó, majd visszavertő nyaláb a nyalábosztó üvegen háromszor halad át. Eközben a másik nyaláb, mely a mozgó tükrö felé haladt, csupán egyszer teszi meg ezt az utat. Közös fényforrások esetén, azok kicsi koherenciahossza miatt, az útkülönbségek kiegyenlítésére az egyik nyaláb útjába a nyalábosztóval egyenlő vastagságú lemezt (kiegyenlítő lemezt) kell elhelyezni (1. ábra).

Nagy koherenciahossz (pl. lézertény) esetén az optikai úthossz kiegyenlítésére nincs feltétlenül szükség. Az interferométerbe nézve T1 közvetlenül látható, melyre szuperponálódva jelenik meg T2 virtuális képe. Ha valamelyik kar (azaz a nyalábosztó és a tükrö távolsága) hosszúsága megváltozik, akkor az interferáló nyalábok (hullámok) közötti fáziskülönbség, és ebből következően a kilépő intenzitás is megváltozik.

1. ábra Az interferométer vázlatos felépítése



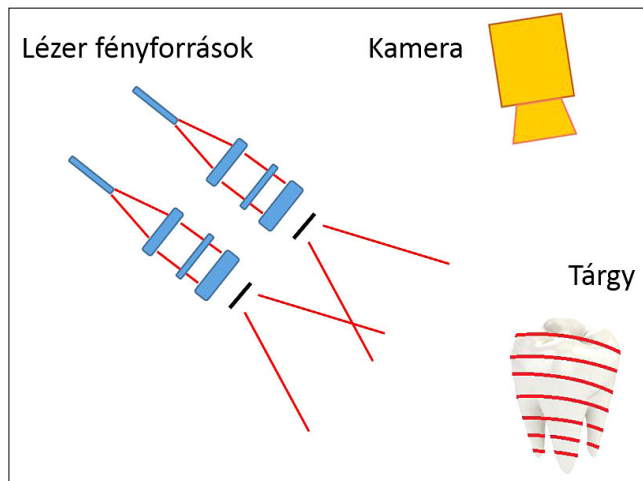
3.3. Aktív hullámfront mintavételezés

Az aktív hullámfront-mintavételezés (Active Wavefront Sampling, AWS) egy olyan 3D felület-képalkotó eljárás, mely egyetlen kamerából és egy AWS modulból áll. A sztereó rendszerekkel ellentétben itt elegendő csak egyetlen optikai pad a mélységi információk meghatározásához, ezáltal megközelítőleg elfeleződnek az optika kialakítására fordítandó kiadások. További költségmegtakarítást jelent, hogy mellőzhetjük a drága lézeres megvilágítást.

Az adatgyűjtés igen gyors; a 3D mélységi térkép előállítása valós időben történik. Működése leegyszerűsítve egy fényképezőgéphez hasonlítható, melynél a kétszeres fókusz távolságon belül található tárgyról készül éles kép. A rendszerbe jutó fény mennyiségének csökkentésével elérhető, hogy a fókusz távolságon kívül eső tárgyról is éles képet készíthessünk. Egy két rést tartalmazó blende használatával szabályozzák a fény mennyiségét, mely, ha a saját tengelye körül még forog is, akkor 3D kép előállítására is alkalmas.

3.4. Accordion Fringe Interferometry (AFI)

Az AFI gyakorlatilag a hagyományos lineáris lézeres interferometria háromdimenziósra való kiterjesztésének tekinthető. Képalkotása a 3D háromszögelési módszerekhez köthető, ahol strukturált fényt (fókusz-síkban lévő maszkkal generált mintázatot) vetítenek a céltárgyra, míg itt a koherens fénynyalábok interferencia mintázatát vetítjük a tárgyra (2. ábra).



2. ábra Az AFI működési alapelve

Egy nagy pontosságú digitális kamerával rögzítjük az interferenciacsíkok görbületét egy, a vetítőtől eltolt nézőpontból. A látható görbület nagysága, a kamera és a lézer fényforrások helyzetének ismerete lehetővé teszi, hogy az AFI algoritmusok digitalizálják a letapogató tárgy felületét. Az AFI alapú képalkotók a kamera képének minden egyes pixeléhez a tárgy egy felületi pontjának az X, Y, Z értékét rögzítik. A letapogató során keletkezett pontfelhőből, a különböző eszközökhöz kifejlesztett szoftverek készítenek végül háromdimenziós felületeket.

3.5. Időmérésen alapuló távolságmérés (Time of Flight – TOF)

A TOF kamera az általa kibocsátott fény kibocsátásának pillanata és a visszaverődött fény visszaérkezésének pillanata között eltelt idő mérésével a fénysebesség ismeretében határozza meg az előtte elhelyezkedő objektum(ok) távolságát. A fénykibocsátó egységnek nagy frekvenciával kell villognia, ezért általában infravörös LED, vagy lézervedióda kerül alkalmazásra. Egy lencse az, ami összegyűjti a környezetből visszaverődő fényt, és egy sávszűrő segítségével biztosítja az infravörös tartományra való szűrést, illetve a háttérzajok kiszűrését. A legegyszerűbb TOF kamera fényimpulzusokat használ. A világítás nagyon rövid időre bekapcsol, megvilágítja a környezetet, a fény visszaverődik a környezetben elhelyezkedő objektumokról. A kamera lencséje összegyűjti a visszaverődő fényt, és az érzékelő felületre vetíti. A fény annál később ér vissza a kamerába, minél messzebről verődött vissza.

Ezeket a kamerákat általánosságban kompakt felépítés jellemzi, könnyen kezelhetőek, és igen nagy pontossággal alkalmazhatók az ipar több területén, például előszeretettel használják a robotikában is.

3.6. Amplitude Modulated Continuous Wave (AMCW)

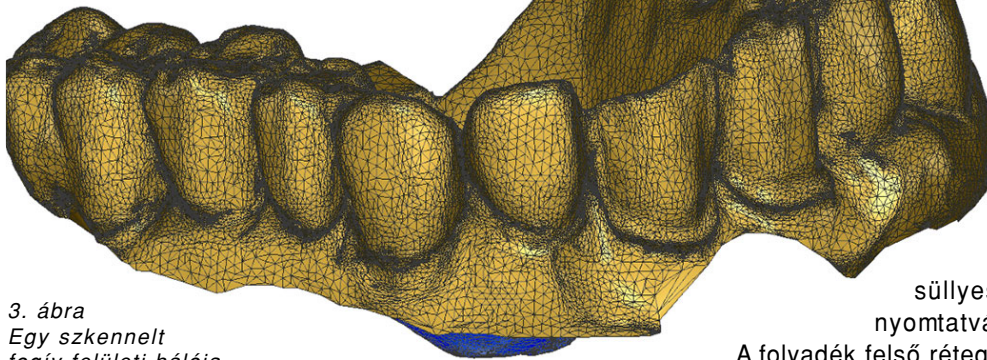
Az időmérésből fakadó pontatlanság a digitális modellben hibákat eredményezhet, ezért egy másik módszer is használhatunk, amely a kibocsátott és visszaverődő fény közötti fáziseltolódást vizsgálja. Ha egy tárgyat egy amplitúdó modulált folyamatos hullámot (AMCW) kibocsátó fényforrással világítunk meg, akkor a kibocsátott és visszaverődő fény közötti fáziseltolódásból a tárgy és a kamera közötti távolság meghatározható. Ehhez jellemzően infravörös közeli fénykibocsátó diódákat (LED-eket) használnak. A speciális képérzékelő a visszaverődő fényből vett mintát összehasonlítja a kibocsátott fényvel, és ebből számítja ki a mélységet. Az önálló fázisú méréseket párhuzamosan kell végeznie minden egyes pixelen, így lesz a rendszer képes az egész jelenet gyors mérésére, illetve gyors frissítésre (pl. videók készítése esetén).

4. 3D nyomtatás

A 3D nyomtatás az a folyamat, amely során egy digitális modellből egy kézzel fogható tárgy készül valamilyen alapanyag vékony rétegekben történő felhordásával. A rétegről rétegre történő építkezés egy új szemléletet jelent a hagyományosabb szubsztraktív technológiákkal szemben, ahol mindenképpen szükség van egy előgyártmányra, melyből a felesleg eltávolításával készül el a tárgy. Az additív gyártás folyamán többnyire nem, vagy arányaiban kevés hulladék keletkezik.

A 3D nyomtatás alapja minden esetben egy digitális modell, amely keletkezhetsz egy létező tárgy 3D szkennelésével, vagy egy tervezési folyamat eredményeként, vagy akár ezek együttes alkalmazásával. A 3D modellek tervezésére és szerkesztésére használt szoftve-

rek többnyire saját szerkeszthető fájlípussal dolgoznak, így mindenképpen szükség van olyan formátum létrehozására, mely kapcsolatot teremt a CAD rendszerek és a prototípusgyártó rendszerek között. Az STL (Standard Triangulation Language) formátum egyszerűsége és pontos modellábrázolása miatt a 3D nyomtatás területén szinte szabvánnyá vált. Az STL fájl a 3D modellnek csak a felületi geometriáját adja meg, a szín, a textúra vagy egyéb tulajdonság nem őrződik meg. A generálás során a test felületét apró háromszögek, pontosabban azokból álló felületi háló írja le (3. ábra).



3. ábra
Egy szkennelt
fogív felületi hálóját
(Forrás: <https://www.3dreshaper.com>)

Részletgazdag alakzat esetén magasabb felbontás beállítása ajánlott, amely természetesen nagyobb fájl-mérettel jár együtt [2, 3].

A nyomtatás megkezdése előtt a modellt leíró STL fájl egy megfelelő szeletelő program feldolgozza, és az adott nyomtató számára értelmezhető kóddá alakítja. A szeletelés (slicing) során a szoftver a beállított rétegvastagságnak megfelelően átpásztzza a virtuális testet, rétegenként megkeresi a test kontúrvonalait és meghatározza, hogy a kontúrvonal melyik felén helyezkedik el a test. Ahol a test elhelyezkedik, ott kell az anyagfelhordást elvégezni. A rétegvastagság megadása az adott technológiától és a test kívánt felbontásától függ.

A szeletelő programok az adott 3D nyomtatás technológiájától függően szeletelésen kívül egyéb többlépcsős szolgáltatással is rendelkezhetnek: a nyomtatást segítő támaszanyag (support) és a modell nyomtatás során történő tapadását biztosító raft generálására vagy anyag- és időtakarékosági megfontolásból üreges test létrehozására is van lehetőség (4. ábra).

Maga a nyomtatás az előkészített, felszeletelt modell alapján az előzetesen beállított igényeknek megfelelően, emberi beavatkozás nélkül történik. A legtöbbek által ismert 3D nyomtatás az olvasztott műanyag rétegzésével dolgozó FDM (Fused Deposition Modelling) technológia. Ennek az alapanyaga 1,75 vagy 3 mm átmérőjű, hőre lágyuló műanyag szál (termoplasztikus anyag), melyet a nyomtatófej a lágyulási hőmérséklet fölé hevít, a keletkező olvadék rétegezésével épül fel a modell.

Orvosi, különösen fogászati céllal történő alkalmazásokban sem pontosság, sem a felhasználható alapanyag nem megfelelő. Míg számos ipari ágazatban elfogadható egy modell 0,1 mm körüli pontossága, addig a fogászat terén a pontatlanság nem haladhatja meg a 0,025 mm-t. A továbbiakban olyan nyomtatási technológiákat mutatunk be, melyek az alapanyag és a pontosság terén is alkalmasak fogászati felhasználásra.

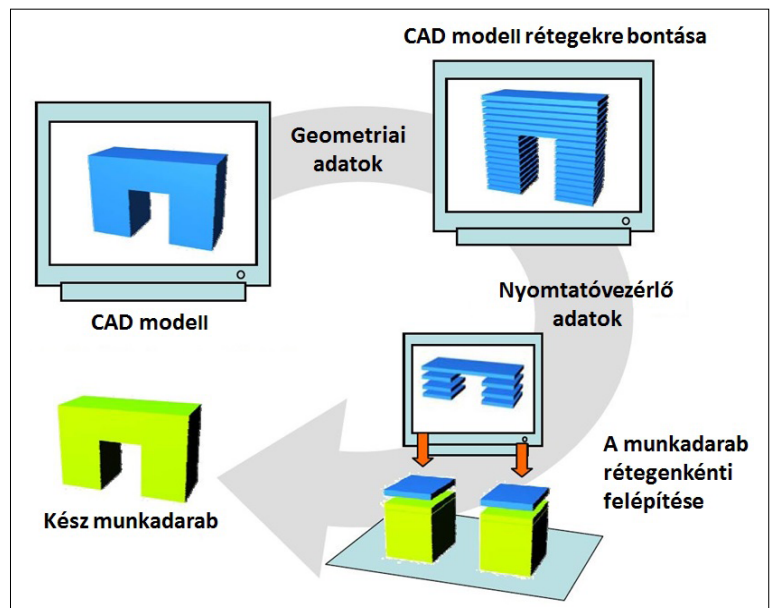
4.1. Sztereolitográfia

A sztereolitográfiai eljárás során a térbeli modelleket fényre keményedő műgyanta alapanyagból állítjuk elő. Ehhez hagyományosan a fotopolimer (UV fényre keményedő műgyanta) egy olyan tartályban terül el, melyben van egy süllyeszthető platform, melyen a nyomtatvány készül (5. ábra).

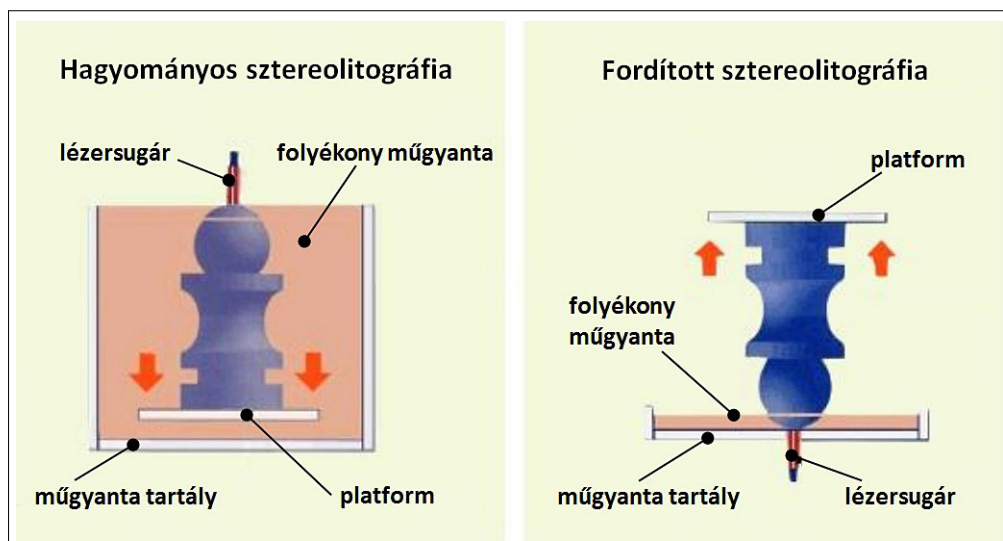
A folyadék felső rétege kerül megvilágításra, melynek eredményeként a gyanta a levilágítás helyén megszilárdul, majd az egymásra épülő rétegek végül egy egészet alkotnak és együttesen elmerülnek a gyantával töltött tartályban. Az elkészült darabokat gyakran UV fény alatt még utókezelni kell, hogy végleges szilárdságukat elérjék.

A levilágítás módjában kétféle lehetőséggel találkozhatunk: vagy lézerezéssel „rajzolják” az egyes layereket (SLA, StereoLithography Apparatus), vagy egy réteget egyszerre egy projektor által világítanak le (DLP, Digital Light Processing). Az SLA/DLP technológia maximális felbontása 50-100 mikron körül mozog, amely már megfelel a fogorvosi modellek pontossági kívánalmainak.

4. ábra A munkadarab előállításának folyamata [2]



5. ábra
A hagyományos és
a fordított sztereolitográfia
elve [4]



A sztereolitográfiai eljárásnak létezik egy fordított megvalósítása is, amely során a platform a műgyanta szintje felett helyezkedik el, egy függőleges tengely mentén mozog, a folyamat során elmerül a folyékony anyagban (5. ábra). A lézersugár az átlátszó tartályon keresztül, a tartály alól érkezik a folyadékba, megkeményítve ezzel a kívánt réteget. Ebben az esetben a lézersugárnak jóval vékonyabb folyadék rétegen kell áthatolnia, hogy elérje a nyomtatási területet. A platform eközben a tengely mentén rétegenként egyre feljebb emelkedik, kiemelve a műgyantából a már megkeményített részeket [4,5].

4.2. PolyJet

A PolyJet technológia esetén a modell felépítését teljes mértékben a nyomtatófej végzi, amelyben fúvókák százai megfelelő helyre lövik a műanyag cseppeket. Nyomtatóanyagként UV fény hatására térhálósodó műanyagot, polyakrilit használ. A nyomtatás folyamán a friss réteg azonnal levilágításra kerül, ezáltal a térhálósodás folyamata csak elindul, a harmadik rányomtatott réteg levilágításakor eléri a 90%-ot, és a teljes kötés a modell végső levilágításakor alakul ki. Ez a lépcsőzetes térhálósítás a rétegek egymáshoz tapadása miatt indokolt. A kinyomtatott munkadarabok méretpontossága 0,05 mm, rétegvastagsága pedig 16 μm [2, 6].

4.3. A 3D nyomtatás fogászati alkalmazása

A 3D nyomtatást leggyakrabban a gipszmintákat helyettesítő modellek (Stone-modellek) gyártása során alkalmazzák (6. ábra). A műgyantából nyomtatott modell

pontosabb és tartósabb alapot biztosít a bonyolultabb fogpótlások és kiegészítők készítésekor. Bizonyos esetekben magát a gipsznyomatot is érdemes beszkenyelni és nyomtatni, máskor nem készül hagyományos lenyomat, a fogívekről közvetlenül a szájban történő szkennelés útján gyűjtik az adatokat. A mai fogászati 3D-nyomtatók kifejezetten kompakt felépítésűek, a kisebb teljesítményűek közel akkora méretűek, mint egy nagyobb mikrohullámú sütő. A nagyobb, fejlettebb modellek előnye, hogy több, akár 30-40 teljes fogsor modell egyidejű gyártására is alkalmasak.

A különböző kivehető vagy rögzített fémanyagú fogszabályzók mellett igen elterjedt az átlátszó sínes eszközök alkalmazása. A fogszabályzás előtt a fogorról készült szkenn alapján egy fogászati tervező szoftver segítségével megtervezik a fogsor végleges állapotát. A kiinduló állapot és a végső állapot közötti változásokat a szoftver megfelelő mennyiségű lépésre osztja, figyelembe véve, hogy egy lépésben nem lehet túl nagy a fogak elmozdulása, mert az a fogak elvesztéséhez vezetne. Az egyes lépésekhez tartozó nyomtatott fogívekre átlátszó fóliából vákuumformázással készítik az aktuális sínt (7. ábra). Az átlátszó fogszabályzó sínek viselésének legnagyobb előnye, hogy a viselés közben gyakorlatilag nem látszik és könnyen tisztán tartható. A kívánt hatás elérése céljából egy-egy sínt 2-3 hétig, napi legalább 20 óráig ajánlott viselni [7, 8].

A fogászati implantátumok tervezése és azok pontos helyének, helyzetének meghatározása speciális szoftverrel történik. A tervezést CT-felvételek alapján végzik olyan szájba illeszkedő nyomtatott CT-sablon haszná-

6. ábra
3D nyomtatott Stone-modellek (Forrás: www.javelin-tech.com)



7. ábra
Átlátszó sínes fogszabályzók [8]



latával, amely segíti a furatok helyes pozíciójának beállítását a csontozat és a lágy részek figyelembe vételével. A fogakra, ínyre, csontra a műtét idejére ideiglenesen illeszthető fúrósablon alkalmazásával az implantátum az idegcsatornák kikerülésével olyan helyre kerül, ahol a megfelelő csontállomány is rendelkezésre áll (8. ábra). A sebészeti beavatkozás nemcsak pontosabbá, hanem gyorsabbá is vált, és kevesebb szövődémmel kell számolni [7, 9].



8. ábra
Fúrósablon kipróbálása a Stone-modellen
(<http://mass.innovationnights.com/>)

5. Digitális fogászat megjelenése a fogorvos képzésben

A digitális fogászati-, illetve fogtechnikai laborok hatékony működtetése elképzelhetetlen képzett szakemberek nélkül. A Debreceni Egyetem (DE) Fogorvostudományi Karán az elmúlt években fontos lépéseket tettek annak érdekében, hogy a klasszikus ismeretek mellett a digitális fogászati technikák is a szakorvosképzés és továbbképzés részévé váljanak. CEREC AC intraorális szkennert és 3D nyomtatót is tartalmazó komplett rendszer, később egy Objet30 OrthoDesk nyomtató beszerzésével lehetővé vált a digitális technika mindennapos alkalmazása a gyógyító munka során.

A hazai fogorvosképzésben résztvevő intézmények a versenyképességük megerősítése érdekében lépéseket tettek a képzések gyakorlatorientált módon történő megújítására. 2015 folyamán a debreceni, budapesti és pécsi képzőhelyek mellett a DE Informatikai Karának és Műszaki Karának oktatóinak bevonásával elkészült egy olyan tananyag, amely bemutatja a fogszabályozásban, fogpótlásban és a szájszabályozásban használható digitális technikákat, a fogászati CAD/CAM rendszerek alkalmazhatóságát és azok műszaki hátterét. 2016 tavaszától minden fogorvostan-hallgató számára lehetőség nyílt a fenti technikákkal való ismerkedésre szabadon választható kurzus formájában.

6. Összefoglalás

Cikkünkben áttekintést adtunk a fogászat különböző területein alkalmazható háromdimenziós technológiákról. Segítségükkel pontosabb pótlások, koronák, fogsza-

bályzó eszközök, fúrósablonok készülnek, melyekkel nemcsak időt lehet megtakarítani, hanem teljes mértékben figyelembe vehető a páciens anatómiai egyedisége, a beavatkozás kockázata pedig nagymértékben csökkenthető.

A szerzőkről



PAPP ILDIKÓ okleveles matematika-informatika-ábrázoló geometria szakos tanárként végzett a KLTE-n (ma Debreceni Egyetem), majd doktori fokozatot szerzett a Differenciálgeometria és alkalmazásai alprogram keretében. 1994 óta dolgozik a Debreceni Egyetemen, jelenleg az Informatikai Kar adjunktusa. Fő kutatási területe a görbék és felületek számítógépes modellezése, konstruktív és ábrázoló geometria, vizualizáció. Az utóbbi időben az élményközpontú matematikaoktatással és a 3D nyomtatás technológiájával, illetve alkalmazási lehetőségeivel is foglalkozik.



ZICHAR MARIANNA okleveles matematika-informatika szakos tanárként végzett a KLTE-n (ma DE), majd tíz évig szoftverfejlesztőként dolgozott. Közben óraadó munkatársként oktatott volt alma materében, illetve PhD tanulmányokat folytatott. Doktori értekezését geoinformatikából írta, mely a mai napig meghatározza fő kutatási tevékenységét. 2005-től kezdődően már főállásban dolgozik a DE Informatikai Karán, a Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszéken, de a TTK-n tanuló geoinformatikus szakirányos alap-, és mesterhallgatók képzésében is jelentős részt vállal. Az utóbbi időben tanszéki kollégáival a 3D nyomtatás technológiájával illetve alkalmazási lehetőségeivel is foglalkozik.

Irodalomjegyzék

- [1] S. Logozzo, E. M. Zanetti, G. Fanceshini, A. Kilpela, A. Makynen: Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry, *Optics and Lasers in Engineering* 54 (2014), pp.203–221.
- [2] Hegedűs Csaba, Husi Géza, Szemes Péter Tamás, Papp Ildikó, Zichar Marianna, Tomán Henrietta, Kunkli Roland, Marada Gyula, Borbély Péter, Hegedűs Viktória, Borbély Judit, Lampé István, Medgyesi Gergely, Redl Pál, Boda Róbert, Bogdán Sándor, Csernátony Zoltán, Manó Sándor: Digitális fogászat a gyakorlatban, (2015). <http://dental.unideb.com/hu/digitalis-fogaszat-gyakorlatban> (letöltve: 2016.11.16.).
- [3] 3D-Druck-Howto, http://www.finescale.org/finescale.org/3D_Druck.html (letöltve: 2016.11.16.).
- [4] Dentaltrade, <http://www.dentaltrade.hu/dws-3d-nyomtatasi/> (letöltve: 2016.11.16.).
- [5] 3D Fizz – A 3D nyomtatás világa, <https://3dnyomtato.wordpress.com/2014/11/02/3d-nyomtatasi-sla-technologiaival/> (letöltve: 2016.11.16.).
- [6] Mechatronika, Modul 9: Gyors prototípusgyártás, Munkafüzet, Jegyzet, Oktatói segédlet, EU-Project Nr. 2005-146319 „MINOS”, EU-Project Nr. DE/08/LLP-LDV/TOI/147110 „MINOS”, <http://www.adam-europe.eu/prj/3810/prd/1/8/Modul%209%20ungarisch%20komplett.pdf> (letöltve: 2016.11.16.).
- [7] Dental.hu, a fogászati szakma kezdőlapja, <http://www.dental.hu/> (letöltve: 2016.11.16.).
- [8] ClearSmile, A láthatatlan fogszabályozás, <http://keramiadental.hu/> (letöltve: 2016.11.16.).
- [9] Varinex: Digitális fogászati megoldások, www.dental.varinex.hu (letöltve: 2016.11.16.).

Call for Papers

Prospective authors are invited to submit original research papers for publication in the upcoming issues of our Infocommunications Journal.

Infocommunications Journal

A PUBLICATION OF THE SCIENTIFIC ASSOCIATION FOR INFOCOMMUNICATIONS (HTE)

Topics of interests include the following areas:

Data and network security
Digital broadcasting
Infocommunication services
Internet technologies and applications
Media informatics
Multimedia systems
Optical communications
Society-related issues
Space communications
Telecommunication software
Telecommunications economy and regulation
Testbeds and research infrastructures
Wireless and mobile communications

Theoretical and experimentation research results achieved within the framework of European ICT projects are particularly welcome.

From time to time we publish special issues and feature topics so please follow the announcements. Proposals for new special issues and feature topics are welcome.

Our journal is currently published quarterly and the editors try to keep the review and decision process as short as possible to ensure a timely publication of the paper, if accepted.

As for manuscript preparation and submission, please follow the guidelines published on our website:
http://www.hiradastechnika.hu/for_our_authors

Authors are requested to send their manuscripts via electronic mail (preferably) or on a CD by regular mail to the Editor-in-Chief:

Rolland Vida

*Department of Telecommunications and Media Informatics,
Budapest University of Technology and Economics
E-mail: vida@tmit.bme.hu*

Földalatti rádiókommunikáció fejlesztési kihívásai és megvalósításai

MIKÓ GYULA, SZEGEDI GYÖRGY

BHE Bonn Hungary Elektronikai Kft.

{mikogy; szegedigy}@bhe-mw.eu

Kulcsszavak: jelismétlők, vészhelyzeti kommunikáció, rádiófrekvenciás hálózatok, távfelügyelet

A rádiós szempontból elzárt vagy árnyékolt helyek egy speciális esete a földalatti területek RF lefedettségének biztosítása, mivel műszaki sajátosságaik révén számos kihívással rendelkeznek. Jelen írás célja, hogy bemutassa a vészhelyzeti kommunikáció területén használt, zártlancú vagy tömegtájékoztatásra alkalmas rádiós hálózatok kiépítésének kihívásait és ismertesse a jellegzetes problémák lehetséges megoldásait. A hálózat hardveres kiépítése mellett bemutatjuk a távfelügyelet kérdéskörével összefüggő megoldásokat is.

1. Bevezetés

A modern, fejlett társadalom egyik fokmérője az embereket körülvevő nagykiterjedésű, infrastruktúrák megléte és stabil működése, amelyet bonyolít, hogy nagyszámú felhasználót kell kiszolgálni, valamint a különböző kiszolgáló hálózatok interdependenciája, vagyis bonyolult és érzékeny összekapcsolódása. A kommunikációs hálózatok szerepe azért is kiemelten fontos, mert nem csak önálló entitásként értelmezve egy hálózaton belül köti össze a felhasználókat – gondoljunk csak egy nyilvános mobil hálózatra –, hanem a különböző kiszolgáló hálózatok között is nagymennyiségű adatforgalmat kell bonyolítani nap mint nap a megbízható működéshez, a háttér folyamatként jelenlévő hálózat felügyelet kapcsán. Az emberek közötti kommunikáció növeli az egyén biztonságérzetét, segíti a váratlan helyzetek kezelését, ezért kiemelt feladat az üzemeltetők és gyártók szempontjából a kapacitás biztosítása és a szolgáltatási területek kiterjesztése izolált környezetben.

Nagykiterjedésű földalatti infrastruktúrával minden nap találkozhatunk elsősorban a tömegközlekedés területén. Egy nagyváros alatt meghúzódó szövevényes metróhálózat vagy egy geográfiailag tagolt ország, mint például Norvégia több száz kilométernyi közúti alagúttal rendelkezik, amelyben a rádiós lefedettség biztosítása, a tömegtájékoztatás vagy a rendvédelmi és mentő egységek kommunikációjának biztosítása közel sem triviális megoldásokkal biztosítható.

2. Kiterjedtségből adódó problémák

A rádiós kapacitást a szolgáltató bázisállomásai ugyan képesek biztosítani, azonban a speciális kiterjedés miatt a lefedettséget már nem. A szolgáltatási terület kiterjesztésére ezért jelismétlőket alkalmaznak. A nyílt földrajzi területek ellátására használt eszközök integ-

ráltn látják el a rádiós feladatokat, vétel, szűrés, erősítés, kisugárzás, valamint az eszköz belső működési állapotának felügyeletét. A rádiós jelismétlő berendezések számának növelésével növekszik a felügyelendő hálózat is, mivel minden üzembe helyezett berendezés állapotáról szükséges információt továbbítani a szolgáltató központjába, hogy az folyamatosan nyomon tudja követni a teljes kommunikációs infrastruktúra éppen aktuális helyzetét. Mivel a felszíni zárt láncú kommunikációban a jelismétlők távfelügyeletét könnyen meg lehet valósítani egy másodlagos, dedikált rádiós csatornán, mondjuk 2G-s vagy 3G-s adatkapcsolaton keresztül.

Egy metróvonal mentén azonban, ahol akár húsz jelismétlőt is szükséges lehet üzembe helyezni, drámaian nőne a hálózatfelügyelettel kapcsolatos feladatok mennyisége, a felügyeleti adatbázis, nem beszélve a bérelt adatkapcsolati csatornák kapacitás igényéről és fenntartási költségéről. A hagyományos jelismétlők különböző funkcióit gondosan differenciálva, hierarchikus rendszerbe lehet szervezni a hálózat építőelemeit. A rádiós és felügyeleti funkciók szétválasztásával a nagyteljesítményű rádiós végpontok tekintetében a lefedettséggel összefüggő feladatok elosztott jelleggel, míg a hálózatfelügyelet a központi vezérlő egységben centralizált módon történik. A hierarchiát tekintve a jelismétlő hálózat Master – Slave architektúrában kerül kiépítésre, amelyben egy-több vagy, mint azt a későbbiekben látni fogjuk redundáns megoldásoknál, több-több típusú logikai és fizikai kapcsolatot is ki lehet építeni.

A Master-Slave konfiguráció kiépítéséhez szükséges egy megfelelő fizikai réteg, amely biztosítja a kétirányú kommunikáció jeleinek nagy távolságra kis veszteséggel és rövid késleltetéssel történő átvitelét. Ezen követelményeknek kiválóan megfelel az optikai szálas összeköttetés. 9/125 μm mag/köpeny átmérőű árnyokkal rendelkező egymódusú optikai szál használva a csillapítás 0,25-0,4 dB/km, a szálszakaszban ter-

jedő fény sebessége pedig közel 2/3-a a vákuumban terjedő fényhez képest. A fizikai csatornán alkalmazott többszörös közeghozzáférésnek köszönhetően hullámhossz-multiplexálással tipikusan 5 optikai hullámhossz kerül felhasználásra. Egy downlink irányba, vagyis a master egységtől a slave egységek felé közvetíti az átvinni kívánt jeleket. Ekkor a központi egység a végpontokban beállított címzéssel látja el a vezérlő adatcsomagot. Uplink irányban, vagyis a rádiós végpontok felől érkező jeleket a központi egység a hullámhosszak szerint képes szétválogatni. A legelterjedtebben alkalmazott végponti RF-optikai átalakító egységek az 1510-1570 nm-es tartományban dolgoznak 20 nm-es hullámhossz-kiosztással.

A fentiekből következik, hogy egy, a masterben elhelyezett RF-optikai átalakító egységre 4 slave egységet tudunk felfűzni. Amennyiben a master eszközt úgy alakítjuk ki, hogy képes legyen 8 vezérlő modul fogadására, könnyen belátható, hogy egy eszközzel maximum 32 rádiós végpont kezelését tudjuk elvégezni. A master egység transzparens hozzáféresi pontot biztosít a hozzá csatlakoztatott összes rádiós végponthoz. A downlink irányú rádiójelek és vezérlő parancsok, valamint az uplink irányú rádiós kommunikáció és monitor paraméterek egy közös fizikai kapcsolaton keresztül kerülnek továbbításra.

3. Építészeti kialakításból eredő problémák

A földalatti infrastruktúrák kiépítése során masszív, nagy csillapítású anyagokat használnak, így a nagy mennyiségű beton és acél szerkezet bonyolult jelterjedési környezet kialakulását eredményezi. Az állomás szerkezeti komplexitását fokozza, hogy az aluljáró és peron szint egy egyszerű állomás esetén is elkülönülhet, nem beszélve egy csomóponti állomásról, ahol több vonal is keresztezi egymást több emelet mélységben. Amit az utasok nem látnak, azok a háttérben meghúzódó kiszolgáló helyiségek és folyosók, különböző technikai és épületgépészeti helyiségek és maga az alagút, amelyben szintén biztosítani kell a megfelelő rádiós szolgáltatáshoz szükséges lefedettséget. A tagolt, zezugos terület lefedéséhez igazodóan különböző kimenő szintű rádiós végponti eszköz alkalmazása lehet indokolt, vagyis a master egységnek kezelni kell tudni a különböző típusú és paraméterű slave egységeket. Ehhez uniformizált beágyazott szoftverekre és fejlett felügyeleti szoftvertámogatásra van szükség.

Erősen reflektív környezetben az egyszerű jelismétlők esetén könnyedén kialakulhat gerjedés, amely rádiós zavarokhoz és nem kívánt jelek kisugárzódásához vezetne. A BHE által ajánlott hierarchikus jelismétlő hálózatban a rádiós portok fizikailag is elkülönülnek, így növekszik az izoláció a rendszer rádiós csatlakozási pontjai között. A reflexió káros hatásainak kivédésére a slave egységek nagyteljesítményű végfokozatait speciális védelemmel ellátott áramkörök felügyelik,

amelyek szélsőséges esetben lekapcsolják a rádiós végponti eszközt.

4. Hálózat- és üzembiztonsági szempontok

A kritikus infrastruktúrák tanulmányozása során egyre nagyobb hangsúlyt kapott a nagyterjedésű hálózatok üzembiztonsága és a folyamatos rendelkezésre állás. A meghibásodások elleni védelem, a hibatolerancia és az egy pont-meghibásodások kezelése felveti a hálózatbiztonsági kérdések megoldását. A különböző szinteken megvalósítható tartalékolás lehetővé teszi a rendszer önmenedzselését és automata rekonfigurációját, egy intelligenciával rendelkező rádiós hálózatban. A tartalékolás kialakítását a hálózaton belül megvalósítjuk:

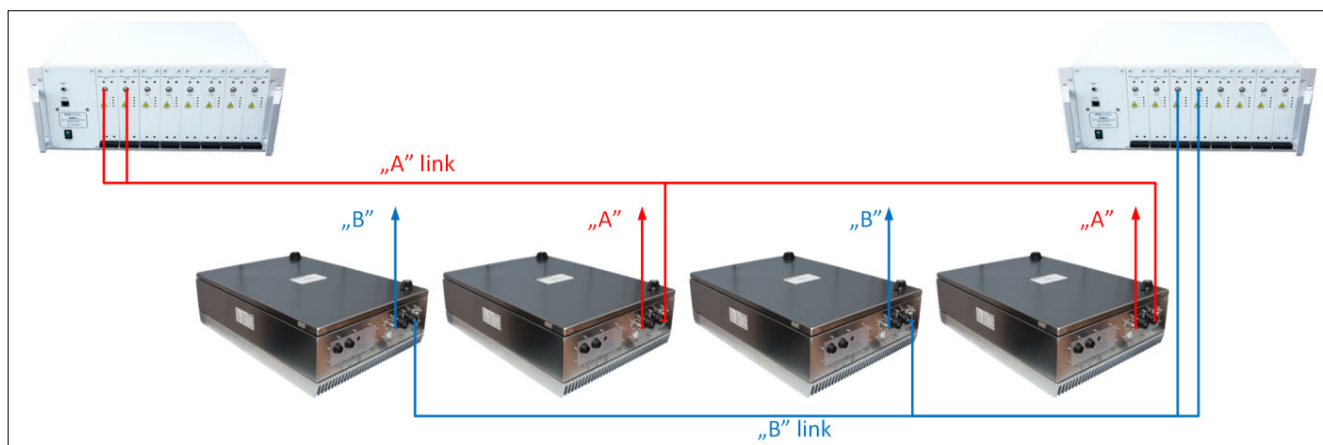
- a) standard vezérlés slave egységekkel biztosított rendszerrel (1. ábra),
- b) kettős optikai összeköttetésű rádiós végpontokkal kialakított, úgynevezett masterredundás rendszer kialakításával és
- c) kettőzött rádiós végponttal megvalósított teljes rendszer redundanciával (2. ábra).

A gyakorlatban legelterjedtebben alkalmazott módszer a b) pontban leírt rendszer kiépítés, vagyis kettős optikai táplálású, master redundáns rendszert alkalmaznak a 3. ábra szerint.

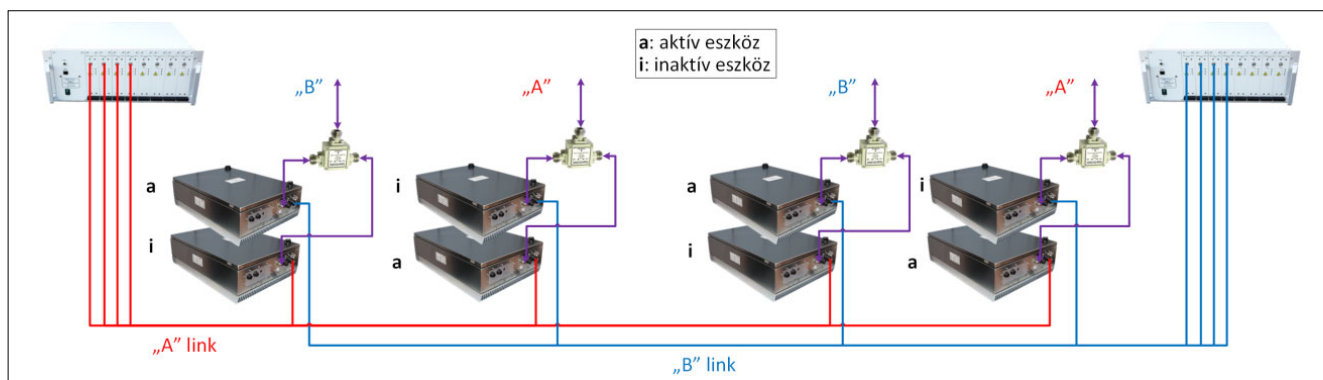
A jelismétlő eszközök magas MTBF (Mean Time Between Failure – két meghibásodás közt eltelt átlagos idő) paramétereinek köszönhetően, ami tipikusan 100 000-120 000 órát jelent, versenyképes műszaki, gazdasági és beruházási megoldást adnak. A jelismétlő hálózatban telepített slave egységek egyszerre két vezérlő eszközhöz képesek csatlakozni.

Kiértékeli a downlink irányú rádiós paraméterek jellemzőit, valamint figyeli az optikai összeköttetés állapotát. Meghibásodás esetén a végponti eszköz automatikusan képes átkapcsolni egyik vezérlő összeköttetésről a másikra, attól függően, hogy a beállított átkapcsolási küszöbszintekkel összehasonlítva milyen hálózati paramétereket érzékel a beállított elsődleges összeköttetésen.

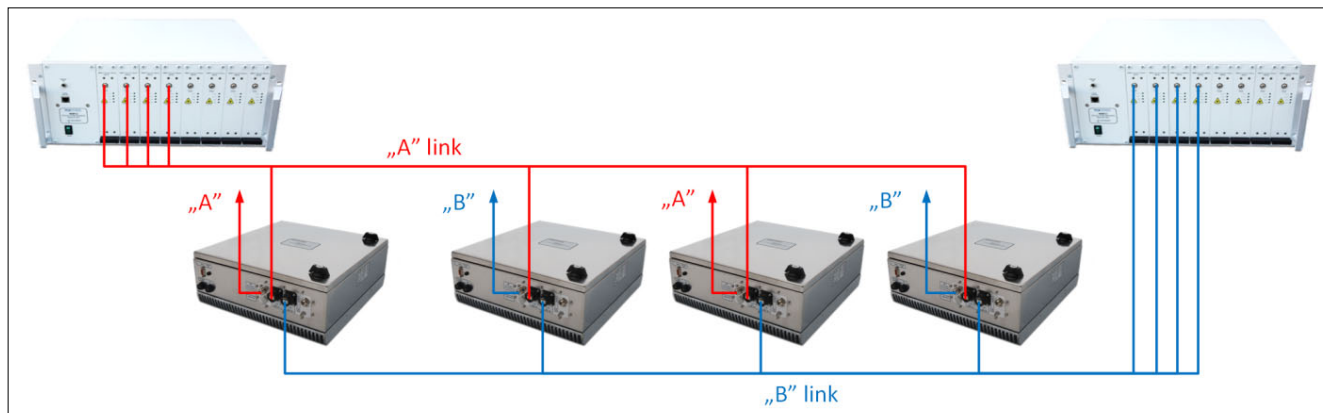
A hálózat felügyelet kiterjeszthető nemcsak a jelismétlő hálózatra, hanem az alagútszisztemben használt antennahálózatra is. Speciális kábelszakadás vizsgáló eszközök alkalmazásával a sugárzó kábel rövidzárási és szakadási állapota diagnosztizálható, valamint lehetőség van az adott szakasz csillapítását is mérni. Az antennahálózati szakaszokat távvezérelhető, intelligens kapcsolóeszközökön keresztül összekötve, lehetőség van az antenna hálózati topológia akár automatikus újrakonfigurációjára, ezzel csökkentve a kiesett szolgáltatási terület nagyságát. Az alagút mentén telepített sugárzó kábellel biztosított lefedettség esetén két slave egység között elhelyezett kapcsolóeszközzel a kiesés megszüntethető kétoldali betáplálással a helyreállítás idejére.



1. ábra A sugárzó kábelt a különböző masterekről táplált slave egységek felváltva táplálják meg



2. ábra A rádiós végpontokban teljesen független slave egységek üzemelnek, meghibásodás esetén az addig inaktív eszköz veszi át az aktív helyét



3. ábra Kettős optikai táplálású master redundáns rendszer

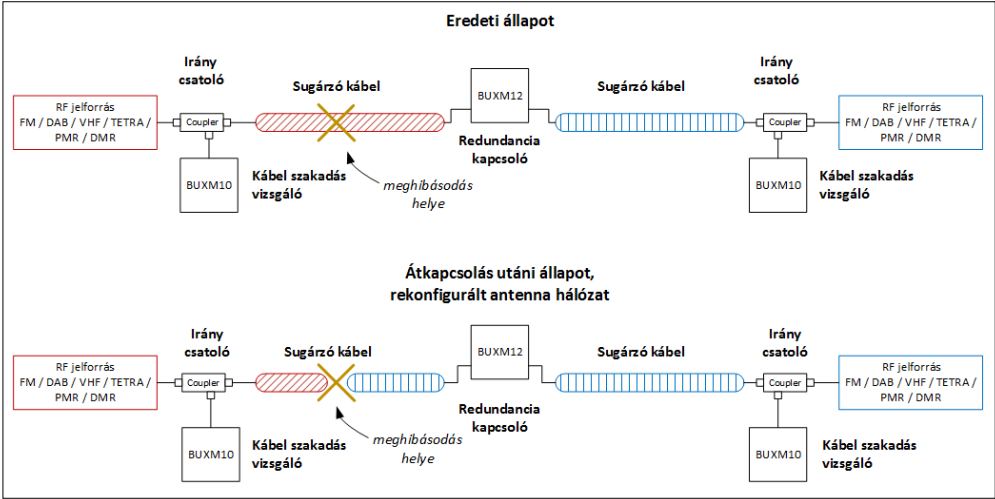
5. EMC szempontok figyelembe vétele

A nemzetközi szabványok különös figyelmet fordítanak a különböző rádiós eszközök békés egymás melletti üzemelésére. A telepítésre szánt rádiós eszköz nem kívánt elektromágneses kisugárzását a lehető legminimálisabb szintre szükséges csökkenteni és a kisugárzás mértékét dokumentált módon ellenőrizni kell. Egy metróhálózatban az eszközgyártóknak számolni kell a villamos vontatásból eredő elektromágneses zavarokkal, amelyekkel szemben a berendezéseknek ellenállónak kell lenniük. A kisugárzott zavarok és immunitási vizsgálatok paramétereit a szabványok az úgynevezett elektromágneses spektrum ügyek szabványgyűj-

teményén keresztül tárgyalják. A tesztek elvégzéséhez a BHE speciális EMC vizsgáló labort épített ki, hogy a szabványos méréseket a fejlesztés és gyártás során el tudja végezni. A kisugárzott zavarok ellenőrzésére szolgáló reflexiómentesített kamra az 5. ábrán, az immunitás tesztek elvégzésére szolgáló GTEM cella a 6. ábrán látható.

6. Gazdaságossági szempontok

A műszaki paraméterek mellett a BHE figyelmet fordít a rendszerüzemeltetők és felhasználók gazdaságossági követelményeire. Elsődleges cél a hálózat létesítési



4. ábra
Redundancia kapcsolókkal
átkonfigurált antenna hálózat
a meghibásodási pont
kétoldali táplálására

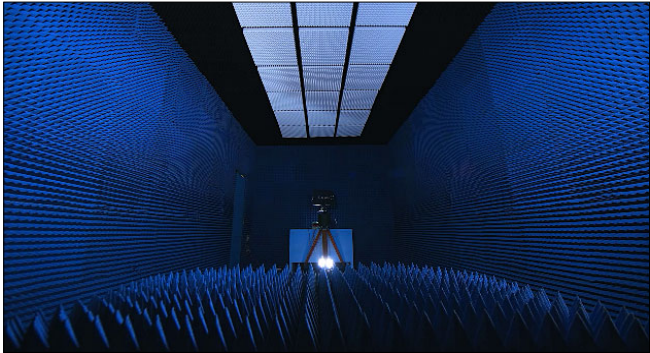
6. ábra Immunitás vizsgálatokra szolgáló GTEM cella



költségeinek csökkentése, amelyhez széles működésfrekvencia-tartományú passzív eszközök és komplex, több telekommunikációs sávot kiszolgáló fejlett jelismétlő hálózati aktív elemeket kínál. Az úgynevezett aktív DAS (Distributed Antenna System) repeater hálózat képes akár 6 teljes kommunikációs sávot kiszolgálni a zártlancú vészhelyzeti sávok és a nyilvános mobil frekvenciák tartományában. Ezzel csökkenthető a telepítési költség, illetve szolgáltatótól függetlenül kerülhet kiépítésre a vezeték nélküli hálózat.

7. Távfelügyeleti megoldások

Az IoT (Internet-of-Things) korában a kritikus infrastruktúrák jelismétlő elemeivel szemben támasztott alapkövetelmény, hogy az eszközök hálózatba kapcsolhatóak legyenek és az eszközök működőképessége ellenőrizhető, megfelelő jogosultságok mellett az üzemi paraméterek beállíthatóak legyenek szinte tetszőleges földrajzi távolságról. A hálózatba kapcsolt eszközök távfelügyeletét automatikus működésű felügyeleti szoft-



5. ábra
Reflexió mentesített
vizsgálati kamra

verrendszerek és folyamatosan biztosított operátorszemélyzet együttese biztosítja. A jelismétlő eszközök fejlett öndiagnosztikai funkciói révén információt gyűjtenek a külvilágból érkező jelekről és a belső állapotjelzőkről, majd beállítható riasztási küszöbértékeknek megfelelően a különféle állapotjelző paraméter értékeket kiértékelik, a küszöbértékekhez komparálják. Az esetlegesen küszöbértéket meghaladó eltérés esetén az eszközök automatikusan riasztást küldenek, mely riasztást beállítható időközönként a hiba fennállásáig megismétlik.

A riasztások különböző prioritással rangsorolhatók a kiváltó ok működésre gyakorolt hatásának súlyossága szempontjából. Például egy bemeneti túlvezérlés riasztás, ami leginkább az uplink sávban kommunikáló közeli mobil állomás miatt keletkezik, kevésbé kritikus hiba, mint egy kieső tápfeszültség vagy túlmelegedést jelző riasztás. A riasztások általában egy felügyeleti központba futnak be, ahol a prioritások szerint történik az üzenetek automatikus kiértékelése és az operátorok értesítése. Általában operátori feladat a keletkezett hiba részletes kiértékelése, korreláció keresése a rendszer többi elemének a hibajelzéseivel és a megfelelő hibaelhárító intézkedés meghozatala. Ez komplex feladat, mivel a jelismétlő eszköz a teljes hírközlő hálózat szerves része. Egy jelismétlőnél jelentkező downlink jelszint kiesés-riasztás például jelezhet eszköz hibát, az eszközhöz csatlakozó jelelosztó vagy antenna hálózat hibáját, a jelterjedési út hibáját vagy akár a donor bázisállomás elégtelen kimeneti jelszintjének hibáját. Az operátori feladata pontos diagnózist alkotni arról,

hogy a rendszer melyik pontja a hiba kiváltója és a megfelelő átkonfigurálást vagy szerviztevékenységet kezdeményezni. Bizonyos riasztások lehetnek periodikusan előforduló, valamilyen környezeti körülmény bekövetkezésének okán előálló szerviz beavatkozást nem igénylő esetek. Például heves esőzés hatására kialakuló jel-szint csökkenések esetén az operátor feladata felismerni, hogy a bekövetkezett riasztás nem igényel azonnali beavatkozást.

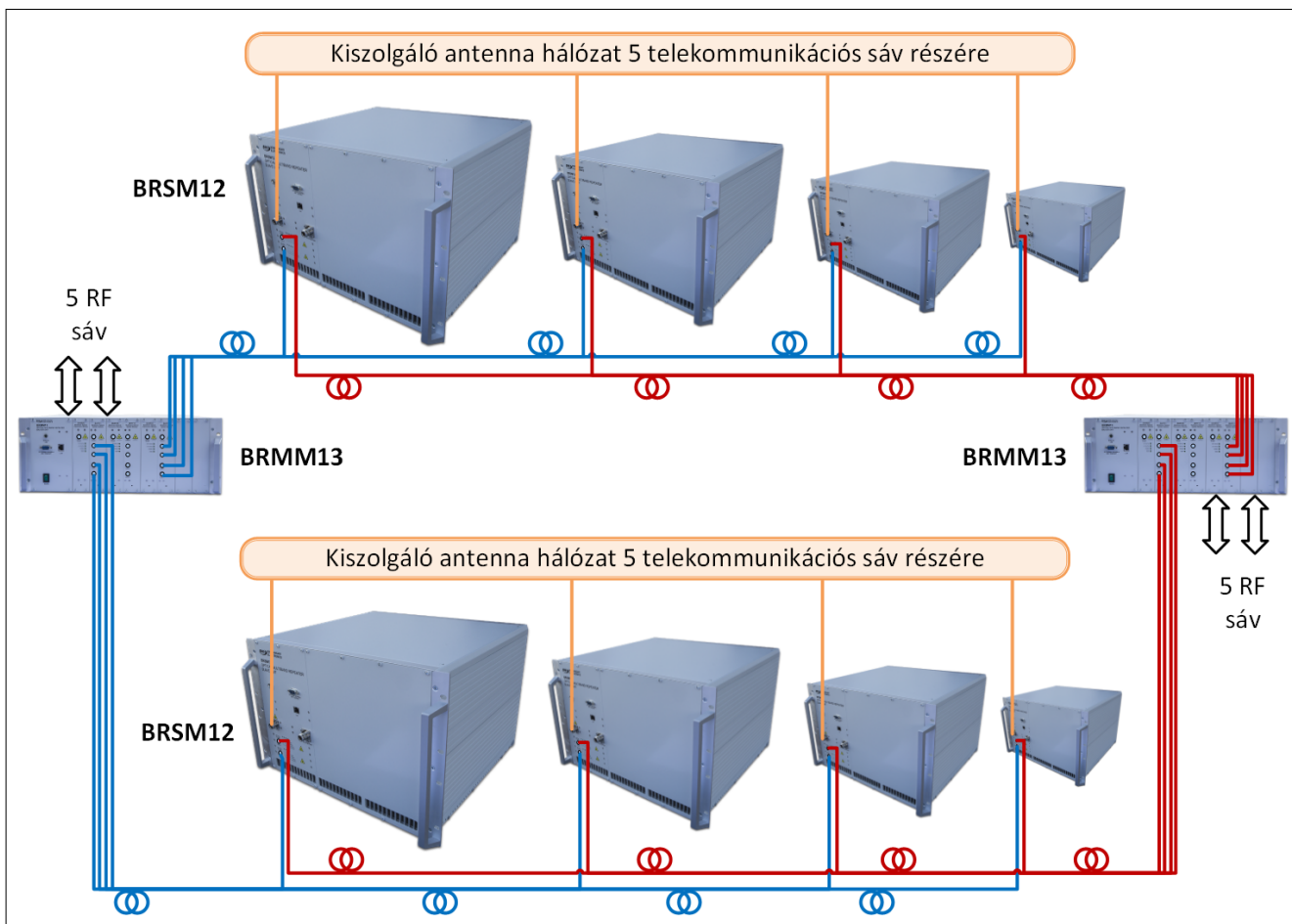
Az operátor munkájának megkönnyítése érdekében fontos az információk könnyen áttekinthető, könnyen kiértékelhető, a figyelmet megfelelően irányító megjelenítése. Ennek érdekében grafikus felhasználói felületet kell kialakítani, a paraméterek, riasztások logikusan csoportosított, rendezett ábrázolásával. A megjelenítés sok esetben valamilyen raszteres grafika felett elhelyezkedő grafikus ikonos, piktogramok elhelyezésével valósul meg. A raszter kép lehet földrajzi elhelyezkedést jelölő térkép, alaprajz vagy a távközlési rendszer, jelismétlő eszköz belső működési blokkvázlata, melyen a működési paraméterek és a riasztást kiváltani képes mintavételezési pontok kerülnek feltüntetésre. Általában az összetett paraméterhalmazt egyetlen kétállapotú hibajelzőbe egyesítik, mely egyértelműen jelzi a rendszer hibátlan működését és nem terheli túl információval az operátorokat. Ha minden hibajelző negatív, a rendszer üzemel, kevés figyelmet igényel.

Ha egy hibajelző jelez, a hiba kiváltó oka kerül feltüntetésre és figyelemfelkeltő hang- és fényjelzés riasztja az operátort. A grafikus felület kialakítására több technológia áll rendelkezésre. A legelterjedtebb megoldás valamilyen számítógépes munkaállomáson futó operációs rendszer alatt működő alkalmazás. Ennek kiterjesztéseként, de akár önálló felügyeleti vagy konfigurációs eszközként mobil platformon futó applikációra is találunk példát. A platformfüggetlenség jegyében készült webes technológiát is elterjedten alkalmazzák.

Az információk, riasztások megjelenítése, feldolgozása mellett megemlíjtük, milyen távfelügyeleti interfészek, adatátviteli csatornák terjedtek el a jelismétlő rendszerek esetében. Alapvetően két fő funkcióra szolgálnak az eszközökön elhelyezett távvezérlő interfészek. Az első funkció a helyi távvezérlés, mely kis távolságú, néhány méteres távolságon belül biztosítja az eszköz elérhetőségét az eszköz telepítésének, beállításának, mérésének, javításának idejére. A második funkció a nagy távolságú, LAN vagy WAN méretű hálózatokhoz való csatlakozást biztosító interfész.

A helyi hozzáférésre még a mai napig is elterjedten használt az aszinkron soros interfész, melyet hordozható számítógéppel és valamilyen USB felületű illesztő áramkörrel csatlakoztatnak. Az RS-422 és RS-485 változatú interfész vezérlési busz kialakítására is lehetőséget biztosít, így kis távolságon belül több eszköz ve-

7. ábra 5 telekommunikációs sáv kiszolgálására képes aktív DAS jelismétlő hálózat rendszerrajza



zérzése, felügyelete is biztosítható egyetlen vezérlővel. A soros interfész egyszerűsége mellett meglehetősen robosztus, nem igényel különösebb konfigurálást vagy speciális meghajtó programot a vezérlő számítógépen és elegendő adatátviteli kapacitással rendelkezik a vezérlési, felügyeleti adatok átviteléhez. Fejlettebb és kényelmes megoldás az USB illesztő alkalmazása, mely nagyobb adatátviteli sebességet, ezáltal gyorsabb paraméter-lekérdezéseket, állapotfrissítési sebességet eredményez, de általában az eszközre jellemző meghajtó szoftvert kell telepíteni a számítógépen futó operációs rendszernek megfelelő kivitelben. Tapasztalat szerint az USB interfész ezen tulajdonsága többször vált ki felhasználói támogatás igényt, mint az elavultnak tekinthető soros vonali interfész.

A vezetékes interfészek sorában a legelterjedtebbnek tekinthető technológia az Ethernet buszrendszer alkalmazása. Helyi és nagy távolságú távfelügyeletre is alkalmassá teszi az eszközt, az eszközhez kapcsolódó további hálózati elemek függvényében. Helyi vezérlés esetén ez az interfész a leginkább konfiguráció igényes, mert a vezérlő számítógép hálózati címezési és tűzfal-beállításait általában meg kell változtatni és az eszköz MAC vagy IP címének ismerete és a vezérlő szoftverben annak pontos megadása is általában szükséges. Természetesen automatikus eszköz felismerési funkciók megvalósítására is mód van, ami leegyszerűsíti a konfigurációt. A vezetékes helyi távvezérlő interfészek mobil eszközökhöz illesztése meglehetősen kényelmetlen, ezért kereskedelmi eszközök esetében elterjedten alkalmazzák a vezeték nélküli Bluetooth vagy Wi-Fi szabványú vezeték nélküli technológiát. Ipari vagy kritikus infrastruktúra elemek esetében biztonsági okból a vezetékes interfészek preferáltak.

A helyi távvezérlő interfészek mellett a nagy távolságú távvezérlő interfész esetében is gyakori a vezetékes sodrott érpáras vagy optikai Ethernet csatoló alkalmazása, de közkedvelt a vezeték nélküli mobil hálózati (GSM, 3G, 4G) vagy kritikus infrastruktúra hálózatokban védett, zárt mobil hálózati (pl. TETRA) modem interfész is. Mobil hálózati modemek esetében távvezérlésre hagyományosan alkalmazott az áramkörkapcsolt adathívás (CSD), mely szolgáltatás az új generációs hálózatok terjedése miatt egyre inkább kiszorul a mobilszolgáltatók szolgáltatási portfóliójából. Állapotjelentésre, riasztások átvitelére viszont manapság is gyakran használt a rövid szöveges üzenetek (SMS) továbbítása. A megoldás előnye, hogy ezt a szolgáltatást újabb generációs hálózatok is támogatják és azt a lehetőséget is megteremti, hogy a telepítést végző szakember saját mobiltelefonjára is azonnali diagnosztikai információkat képes eljuttatni.

Hazai viszonylatban a távközlési adó bevezetése és az új generációs hálózatok terjedése is motiválta az SMS alapú távfelügyelet helyett a csomagkapcsolt hálózati technológia alkalmazását. Így GPRS, 3G és 4G hálózatokban is elérhető a folyamatos távfelügyelet, nagyszámú eszköz kényelmes és megbízható menedzsmentje. A sok előny mellett néhány fontos szempontot

meg kell említeni. Az első és legfontosabb, hogy kritikus infrastruktúrában működő eszközök esetében ez a távfelügyelet biztonsági és megbízhatósági okokból nem alkalmazható. Megbízhatósági problémát jelent az a tény, hogy egy területet érintő katasztrófa helyzet esetében általában a nagyszámú felhasználó által generált hálózati csúcsterhelés miatt az eszközök vezérlése, felügyelete igen nehézkes. Biztonsági problémát pedig a nyilvános hálózatból eredő kitettség jelent, mivel nehezebb a rosszindulatú támadásokat kivédeni és nyomon követni.

A mobilszolgáltatók általános biztonsági óvintézkedésként hálózati tűzfalakat üzemeltetnek. Ezek a tűzfalak hivatottak megakadályozni a mobil eszköz irányába ható támadásokat. Nem csak a támadó célú üzeneteket szűri ki a tűzfal, de minden más üzenetet is, röviden a mobil eszközön nem lehet szerveralkalmazást üzemeltetni, mert a kliensek csatlakozási kérései is fennakadnak a tűzfalon. Így a rosszindulatú támadások elhárítása mellett az üzleti célú szerverüzemeltetés lehetőségét is korlátozzák. Ez a korlátozás jelentősen megnehezíti a hálózati eszközök üzemeltetését. Természetesen speciális SIM kártyákhoz rendelt hálózati konfigurációval, központi szerver megoldásokkal a mobilszolgáltatók igyekeznek kielégíteni az ügyfelek igényeit, de ezek a megoldások általában jelentős többletadminisztrációt és többletköltséget jelentenek az ügyfélnek.

A leginkább alkalmazott megoldás tehát az, hogy a jelisméltő eszköz kliensként egy, az interneten elhelyezett statikus IP címmel rendelkező szerver számítógéphez kapcsolódik. Ez a számítógép nyilvántartja az eszközök aktuális IP címét is, ami a mobilhálózati adatkapcsolat miatt bármikor megváltozhat. A központi szerveren keresztül lehet a készülékeket vezérelni és az állapotjelentések, riasztások is ezen a szerveren keresztül kerülnek továbbításra a felügyeleti rendszerbe.

A biztonsági probléma kezelésére más megoldások is alkalmazásra kerülnek a jelisméltő eszközökben. A grafikus felületeken kétszintű jelszavas védelem biztosítja, hogy csak megfelelő jogosultsággal rendelkező operátor legyen képes paramétereket átállítani, a hálózati beállításokat megváltoztatni vagy akár csak a működési paramétereket megfigyelni. A hozzáférés szabályozása mellett az adatkommunikáció lehallgatása, megváltoztathatósága ellen végpontok közötti titkosítást is alkalmaznak.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott nagy távolságú, vezetékes távfelügyeleti technológia, a Simple Network Management Protocol (SNMP) legújabb, harmadik verzió kidolgozása során nagy hangsúlyt fektettek a biztonságra. A szabványban lehetőség van a hitelesítésre, a felhasználóknak akár paraméterenként eltérő hozzáférési lehetőségeinek korlátozására. Nem csak a felhasználó azonosítható, de az információt küldő hálózati eszköz is hitelesíthető. Az adatkommunikáció titkosítható a lehallgatás ellen és az adatok megváltoztathatósága ellen is rendelkezik védelemmel. Ezekre az újításokra nagy szükség volt, ugyanis az SNMP első és második verziója szinte semmilyen védelemmel nem

rendelkezett, egyszerű szöveges üzenetekben történt a kommunikáció, amely üzeneteket lehallgatni és megváltoztatni is könnyű lehetett.

A BHE jelismétlő eszközei is támogatják a fejlett távfelügyeleti interfészeket és biztonsági megoldásokat. Az eszközökbe épített funkciókon túlmenően egy komplex felügyeleti szoftver rendszert is biztosít a cég a megrendelők, eszközüzemeltetők számára. A Network Management Software (NMS) egy összetett, adatbázis-alapú szoftvermegoldás, ami tartalmazza a jelismétlő eszközök adatait és begyűjti, tárolja és megjeleníti az állapotjelentéseket, riasztásokat. Az adatok rendezhetők, kereshetők, exportálhatók. Az adatok valós idejű megjelenítésére többféle grafikus felület áll rendelkezésre. Online térképen vagy raszteres grafikán drag-and-drop módszerrel elhelyezett piktogramokkal jeleníthetők meg a hálózati elemek. Az operátorok igényeit figyelembe véve egyszerűsített szöveges felület is elérhető, amelyen az új riasztások prioritásuknak megfelelő sorrendben jelennek meg egy felsorolásban, ahol megjelenésük mellett hangjelzést is kiváltanak és a listából csak kézi nyugtázás esetén törölődnek. Az NMS kliens-szerver architektúrájú, nem csak a központi szerveralkalmazásból érhetőek el az információk, hanem több munkaállomásról is lehetőség van az eszközök felügyeltére.

8. Összefoglalás

Cikkünkben összegyűjtöttük azokat a speciális körülményeket, amelyeket eszközgyártóként figyelembe kell venni földalatti rádiófrekvenciás kommunikációs hálózatok létesítése során. Mára a legfontosabb szempontok, ami az üzemeltetők részéről felmerülnek, a nagyki-terjedésből adódó probléma, valamint az üzembiztonság és a menedzselhetőség.

A BHE a vészhelyzeti kommunikáció területén egy évtizedes fejlesztési és gyártói tapasztalattal rendelkezik. Mára 24 országban kerültek telepítésre a magyar fejlesztésű eszközök, évente több rádiófrekvenciával foglalkozó kiállításon és két, vészhelyzeti kommunikációval összefüggő szakkonferencián vesz részt. Folyamatosan követi a hálózat fejlesztési trendeket és igényeket, szoros kapcsolatot tart hazai és külföldi partnereivel, akikkel számos projektben működött együtt, hogy a vészhelyzeti kommunikáción keresztül láthatatlan módon segítse a földi mozgószolgálatok munkáját és közvetett módon hozzájáruljon a lakosság biztonságához. A műszaki felelősség mellé ezért nagymértékű társadalmi felelősségvállalás is társul, amelyhez szilárd alapot a hazai tudás és innováció biztosít.

A szerzőkről



MIKÓ GYULA 2003-ban szerzett okleveles villamosmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán, híradástechnika főszakirány és mobil hírközlés mellékszakiirány specializációval. Jelenleg a BHE Bonn Hungary Elektronikai Kft. szoftverfejlesztési osztályának vezetője.



SZEGEDI GYÖRGY 2011-ben szerzett BSc diplomát az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karon, híradástechnika szakirányon, szélessávú optikai és rádiófrekvenciás kommunikáció specializációban. 2015-ben szintén az Óbudai Egyetem Villamosmérnöki Karán okleveles villamosmérnök szakképzettséget szerzett, ipari felügyeleti és kommunikációs rendszerek specializáció keretében. 2011–2014 között a BHE Bonn Hungary Kft.-nél fejlesztő mérnökként dolgozott, majd 2014-től műszaki marketingesként dolgozik a fejlesztési osztályok és a kereskedelem tevékenységeinek összehangolásán.

Diagnosztikai adatok kinyerése és hasznosítása okosautós környezetben

SIK DÁVID, EKLER PÉTER, LENGYEL LÁSZLÓ

BME Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék

siktdavid@gmail.com, {ekler.peter; lengyel}@aut.bme.hu

Kulcsszavak: OBD, CAN, járműdiagnosztika, IoT, SensorHUB, VehicleICT, Big Data, Hadoop, üzleti intelligencia

A járművek jelenleg már nemcsak közlekedési vagy szállítási funkciókat szolgálnak. Ugyanolyan szenzorrendszerek, adatgyűjtő egységek, mint például az okostelefonok. Megfelelő eszközökkel és okostelefonunkkal kinyerhetjük ezen adatokat, és bekapcsolhatjuk járművünket az Internet of Things (IoT) világába.

A SensorHUB keretrendszert felhasználva, a kinyert adatokra alapozottan közösségi és elemző mobil alkalmazást dolgoztunk ki.

1. Bevezetés

Napjainkban az okos eszközök és a hozzájuk kapcsolódó szolgáltatások egyre jelentősebb szereppel bírnak a legtöbb iparág számára. Az elmúlt évtizedben nagyban nőtt az internetre kapcsolt eszközök száma, folyamatosan épül az Internet of Things (IoT) világa. Ez főként az okostelefonok és a hordozható „kütyük” fejlődésének, az egyszerű, de nagy számban elérhető és alkalmazott szenzoroknak köszönhető.

Ha egy okostelefonra nemcsak telefonként tekintünk, hanem szenzorok halmazaként, akkor azt látjuk, hogy ezen adatok felhasználásával hihetetlen mennyiségű információ nyerhető ki. Gondoljuk csak a földrajzi koordinátákra (mind GPS, mind a bázisállomások alapján), a mikrofonra, a kamerára, a gyorsulásmérőre, a fényérzékelőre, pulzusszámmérőre stb. Ezek csak a legalapvetőbb, szinte minden okostelefonban és okosórában elérhető mérőegységek. Éveken belül egy IP-alapú szenzor átlagos ára nagyságrendileg 500 Ft lesz, 2020-ban pedig 30 milliárd IP-szenzor lesz működésben [1].

Ha kicsit absztraktabban gondolunk egy autóra, vagy bármilyen járműre, akkor könnyen beláthatjuk, hogy az is egy szenzorhalmaz. Annyiban tér el egy okostelefontól, hogy adatai nem töltődnek fel az internetre, de ugyanúgy minden olvasható a műszerfalán, a kijelzőkön, mérhető az egyes rendszerek feszültsége, teljesítménye stb.

1. ábra Bluetooth-os OBD adapter



A szenzoradatokhoz kapcsolódási lehetőség az OBD-II (On-board Diagnostics II) és a CAN bus (Controller Area Network bus) interfészek, amelyek segítségével a járművekből kinyerhetők különféle információk; például a sebesség, fordulatszám, valamint különböző hőmérséklet és nyomásértékek. Ezeket felhasználva elfogadhatóan közelíthető számos hasznos információ, például a jármű aktuális fogyasztása, illetve CO₂-kibocsátása [3].

Az OBD-II port egy egyszerű adapterrel Bluetooth-on vagy USB-n keresztül tud kommunikálni (1. ábra), adatfolyamot küldeni. Ezeket egy okostelefon segítségével már könnyen továbbítani lehet a szerveroldal irányába.

A kinyert és a származtatott adatokra alapozva, majd kiegészítve további funkciókkal különböző okosautó-alapú megoldások készíthetők a jármű használója, de akár közösségek vagy ipari résztvevők (flották, biztosítók, szervizek stb.) számára.

A cikk bemutatja a két legismertebb járműdiagnosztikai technológiát és az adatok kinyerésének módját. A harmadik szakaszban tárgyalásra kerül a SensorHUB keretrendszer és koncepció. A következő két fejezetben egy-egy SensorHUB-ra épülő, a jármű szakterülethez kapcsolódó okostelefonos alkalmazás kerül bemutatásra, a Social Driving közösségi alkalmazás, illetve az ObdCanCompare mérőalkalmazás. A hatodik szakaszban az adatok Big Data alapú feldolgozása, kiértékelési és vizualizációs lehetőségek ismertetésére kerül sor. Az összefoglalásban pedig rövid kitekintést kívánunk mutatni a SensorHUB-ban rejlő jövőbeli lehetőségekre.

2. Járműdiagnosztika (OBD és CAN)

Az Amerikai Egyesült Államok Kaliforniában működő levegőtisztaság-védelmi hatósága (CARB) felismerte a folyamatos állapotfelügyelet jelentőségét, és a gyártók részére előírásban rögzítette a gépjárműemisszió-korlátozó műszaki rendszereinek fedélzeti ellenőrzési kötelezettségét [4]. Az OBD-I néven ismertté vált fedélzeti

diagnosztikai rendszert az 1988-as modellévtől kezdve kötelezővé tették. A szabályozás műszaki előírásait SAE (Society of Automobile Engineers) szabványok és ajánlások rögzítik.

Az OBD-I előírásokat az 1994-es modellévtől kezdődően felváltották az OBD-II előírások. Az OBD-II a személygépjárművekre és a könnyű haszongépjárművekre, az 1996-os modellévtől kezdődően pedig a dízelmotorral meghajtott gépjárművekre is hatályos az USA-ban. Az OBD-II európai megfelelője az EOBD, amelynek bevezetését az Európai Unió tagországaiban egy 2001-es irányelv írta elő. Az OBD-II szabvány 9 különböző módot (szintet) definiál a diagnosztikai eszközök számára. Az OBD rendszert nem teljes körűen támogató járműveknél előfordulhat, hogy a jármű vezérlőegysége csak az első néhány módot képes megvalósítani.

A diagnosztika 9 szintje a következő [4, 5]:

- 1. mód: diagnosztikai adatok kiolvasása
- 2. mód: Freeze Frame paraméterek (egy adott hibakód eltávolításakor mért paraméter információk)
- 3. mód: hibakód kiolvasás
- 4. mód: hibakód tároló törlése
- 5. mód: Lambda szonda tesztértékeinek kijelzése
- 6. mód: nem folyamatosan figyelt funkciók mérési értékei, vizsgálati és küszöbértékek kijelzése
- 7. mód: hibakód kiolvasása
- 8. mód: beavatkozó tesztek (Európában nem használatos)
- 9. mód: járműspecifikus adatok és információk

Az 1. módot tudjuk használni a folyamatos, vezetés közbeni adatkiolvasásra, a további módok főleg a szervizelés folyamán kerülnek előtérbe.

Ha az autónkban vezetés közben, vagy a gyújtás ráadása után a műszerfalán felvillan a MIL (Malfunction Indicator Light) indikátorlámpa, akkor abból valamilyen hibára következtethetünk. Ennek és a további hibajelzések feloldásáról elsősorban az autó üzemeltetői kézikönyvből érdemes tájékozódni és megpróbálni elhárítani az okokat. Összetettebb veszélyek és hibák esetén nem biztos, hogy találunk a kézikönyvben konkrét megoldást, ilyenkor célszerű egy szakszervizt felkeresni és ott kiolvasatni a hibakódot.

A hibakód (DTC, Diagnostic Trouble Code) kiolvasása az eddig ismertetett OBD rendszeren keresztül történik (3-as és 7-es mód), a kód jelentésének feloldása után lehetőség van a hibakód tárolásakor mért paraméterek kiolvasására (2-es mód), a hiba elhárítására, valamint a hibakód törlésére is (4-es mód).

Az OBD-II szabvány szerint a hibakódok öt karakterből állnak, amelyből az első karakter betű, a további négy karakter szám, pl. P0506. Az előírások megkövetelik a gyártóktól az OBD adatokhoz történő egységes hozzáférési lehetőséget. Ennek megfelelően a diagnosztikai csatlakozó kivitelét, annak elhelyezését és az adatátvitelhez használható protollokat is szabályok rögzítik.

Az aljzat beépítésére olyan helyet kell választani, ahol a karbantartó személy számára hozzáférhető, de a

normál üzemeltetés során védve van. A gyakorlatban a csatlakozó a műszerfalban vagy alatta, a kormánykerék közelében, egy méteren belül található (2. ábra) [5].



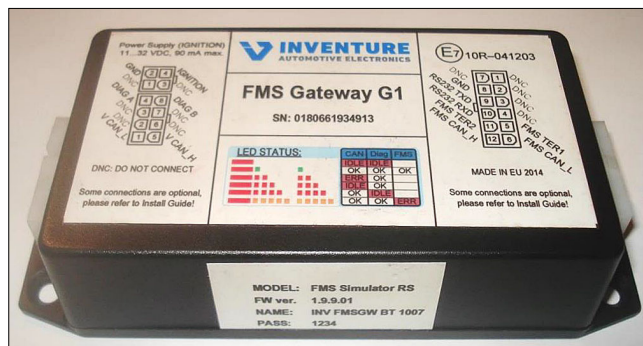
2. ábra OBD csatlakozó helye egy Rover 25-ös modellben

Az OBD csatlakozást sokáig csak a szervizekben használták. 2005-ben az ELM Electronics készítette el az ELM327 mikrovezérlőt, aminek segítségével az OBD-s jeleket a számítógépen elérhető soros RS-232 porton olvashatóvá alakítja [6]. Azóta már megjelentek az USB-s, valamint a Bluetooth-os és Wi-Fi-s átalakítók is.

Az OBD port is a jármű CAN bus rendszerére csatlakozik, de rajta keresztül kevesebb szenzor érhető el, mert az újabbak nincsenek benne az eredeti szabványban [3]. A CAN bus célja, hogy a járművekben található vezérlők és eszközök közvetlenül tudjanak kommunikálni egymással különböző üzenetekkel, egy soros buszrendszeren keresztül. Vagyis nem kell mindenkit mindenkivel összekötni a kommunikációhoz, jelentősen csökkentve a felhasznált vezetékek mennyiségét, tömegét és árát, valamint a kommunikációs hibák felderítésének nehézségét [7].

A CAN bus fejlesztése 1983-ban kezdődött meg a Bosch-nál. 1986-ban rögzítette a szabványt a SAE, 1987-ben pedig elkészült az első vezérlő az Intel és a Philips gyárában. 1991-ben jelent meg a CAN 2.0-ás változata, majd ezután is még számos protokollváltozat készült el és ma már az ipar szinte összes területén alkalmazzák. A CAN bus elérése és az adatok kinyerése már sokkal összetettebb és specifikusabb feladat. Ebben nyújt segítséget az Inventure Kft. által gyártott FMS Gateway eszköz, amely az adatokat CAN, RS-232 és Bluetooth-os kimenetre tudja továbbítani, buszokból, kisáruszállítókból, teherautókból és akár személyautókból is (3. ábra) [6].

3. ábra FMS Gateway szimulátor



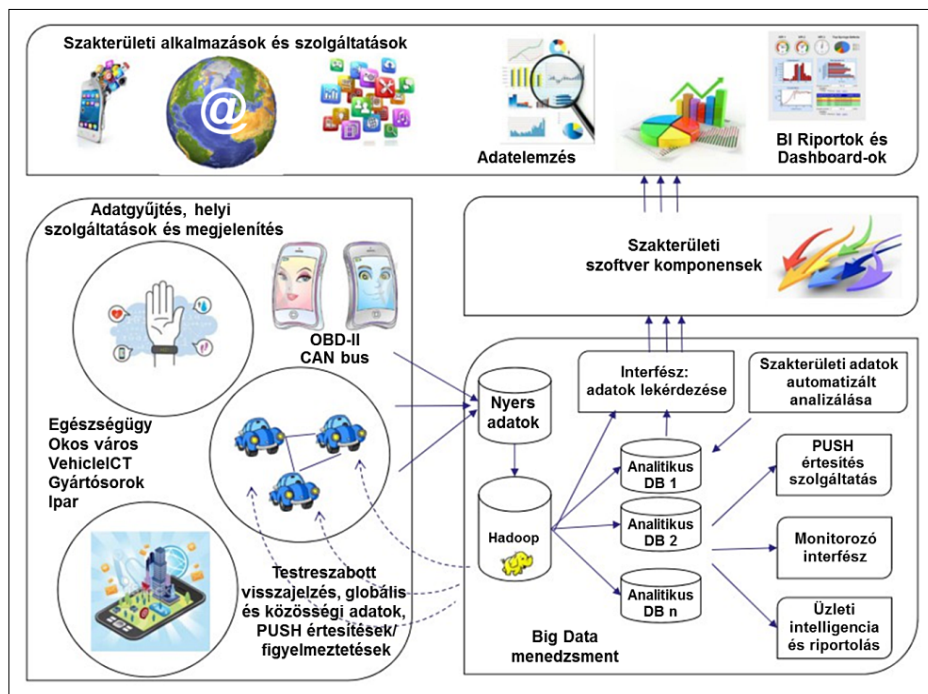
3. A SensorHUB keretrendszer

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszékén fejlesztett SensorHUB keretrendszer különböző szakterületek adatait tárolja, elemzi, dolgozza fel és teszi elérhetővé alkalmazások és szolgáltatások számára. Alkalmazási területei lehetnek például a közlekedés, járművek, okos városok, egészségügy, gyártósortok, valamint további szakterületek. Ezek tipikusan olyan területek, ahol nagy mennyiségű szenzoradatok feldolgozása, tárolása, elemzése és felhasználása a feladat.

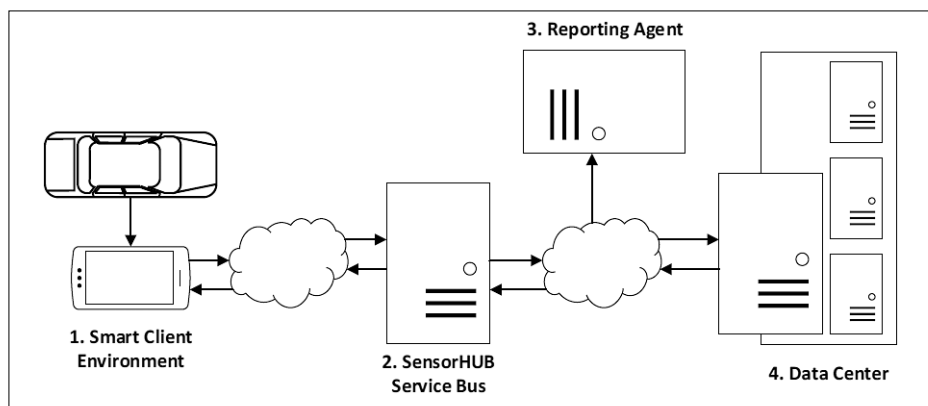
A SensorHUB komponensei (4. ábra) [2]:

- Szenzorok, adatok gyűjtése, helyi szolgáltatások, megjelenítés és adatátvitel.
- Felhő alapú háttérrendszer, Big Data menedzsment funkciókkal.
- Szakterület specifikus szoftver komponensek.
- Alkalmazások, szolgáltatások, üzleti intelligencia jelentések és elemzések.

4. ábra A SensorHUB keretrendszer felépítése



5. ábra A VehicleICT architektúráis felépítése



A SensorHUB koncepciónak előnye, hogy a gyakran előforduló, adatokkal kapcsolatos műveleteket csak egyszer szükséges implementálni és ezek után megfelelő dokumentációkkal támogatva széles körben tud olyan alkalmazást készíteni, ami felhasználva a SensorHUB keretrendszert, képes lesz adatai megjelenítésre, feltöltésre, elemzésre [9]. 2015-ben a SensorHUB koncepció és keretrendszer elnyerte a Pro Progressio Alapítvány Innovációs Díját [10].

A SensorHUB keretrendszer részeként készült VehicleICT szakterületi megoldás ezt a kapcsolatot teremti meg; vagyis az autónk, további néhány eszköz segítségével okosautó lesz, és így az abból nyert adatok bekerülnek a többi okoseszköz által gyűjtött adathalmaz mellé, valamint összehasonlíthatóvá és elemezhetővé válnak [2].

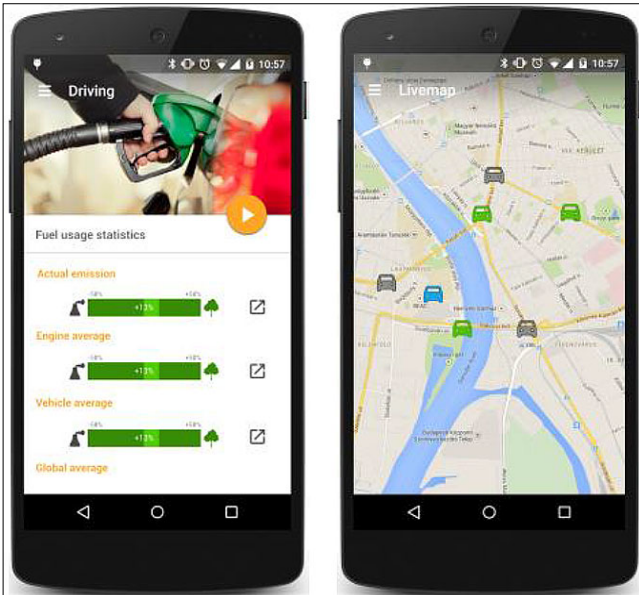
A VehicleICT rendszer a SensorHUB koncepciónak és keretrendszernek a járműipari szakterületre történő alkalmazása. Ezt a rendszert számos alkalmazás felhasználja, mint például a Social Driving és a nemrég elkészült ObdCanCompare alkalmazás.

A rendszer foglalkozik a járművekben lévő adatok kinyerésével, sorosításával, származtatott értékek számításával, kliens oldali megjelenítéssel, szerver oldali feltöltéssel, valamint ezen adatok elemzésével és további felhasználásával (5. ábra) [11]. A felhasználó eszközén futó szolgáltatás végzi a fenti feladatokat. Maga a szolgáltatás nem rendelkezik felhasználói felülettel, egy alkalmazás részeként, osztálykönyvtárként működik.

4. Social Driving alkalmazás

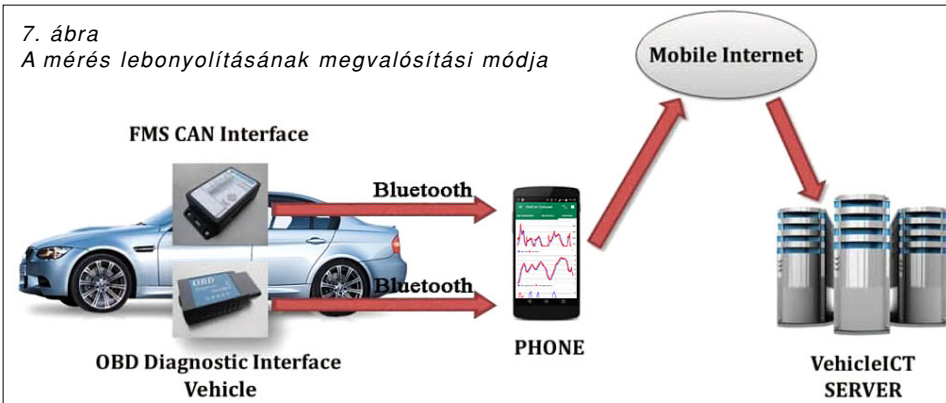
A Social Driving alkalmazás felületén a járműből nyert adatok segítségével össze tudjuk kapcsolni a rendszer felhasználóit, így összehasonlítható lesz vezetési stílusuk, és ha hasonló autót vezetnek, akkor elemezni tudjuk, milyen eltérések mutatkoznak a fogyasztásban a különböző vezetési stílusok eredményeként (6. ábra) [12].

Az adatok felhasználása számos üzleti lehetőséget is rejt. Például, jutalmazni tudjuk azon vezetőket, akiknek autója adott idő alatt a legkevesebb káros anyagot bocsátja ki; ők a töltőállomásokon akár kedvezményt

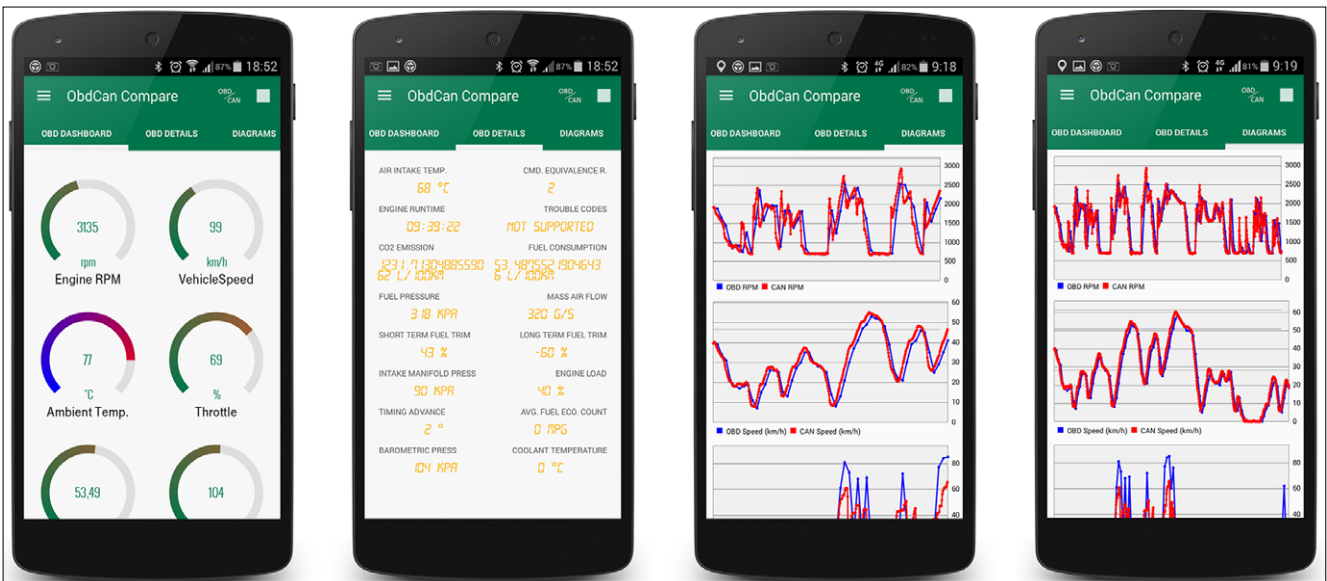


6. ábra A Social Driving alkalmazás felhasználói felülete

is kaphatnának tankoláskor. A vezetőknek arra is van lehetőségük, hogy utánanézzenek, hogy a hasonló autók milyen fogyasztási értékekkel rendelkeznek, vagy milyen további menettulajdonságok jellemzik őket.



8. ábra Az alkalmazás képernyői (Dashboard, Details, Charts)



A hibakódok kiolvasásával és valós idejű értesítéssel, a szervizhálózatok remekül használhatnák ezeket az információkat. Jelentős hiba esetén azonnal értesíteni lehet majd az autó vezetőjét, sőt akár online motor-diagnosztikát is elvégezhetnek, hiszen rendelkeznek a szükséges adatokkal, így már felkészülten fogadhatnák az autóst a szervizben, és akár személyre szabott ajánlattal is megkereshetik a tulajdonosokat. Ha összekapcsoljuk ezt a rendszert az okos város megoldásokkal, akkor valós időben jelezhető az autósoknak, ha már felesleges a gázba taposnia, hiszen a kereszteződési lámpa mindjárt pirosra fog váltani [13].

5. ObdCanCompare alkalmazás

Az ObdCanCompare az előző fejezetekben bemutatott OBD-II és CAN bus mérést egyszerre megvalósító és összehasonlítását biztosító, a SensorHUB keretrendszer felhasználó, Androidra készült alkalmazás (7. ábra).

Az alkalmazásban először a mérések tulajdonságait állíthatjuk be (a Bluetooth engedélyezése után): a két Bluetooth-os eszközt, az üzemanyag típusát, a motor térfogatát és hatásfokát. Ezután indíthatjuk el a mérést. Ekkor mind a Dashboard, mind a Details, mind a Diag-

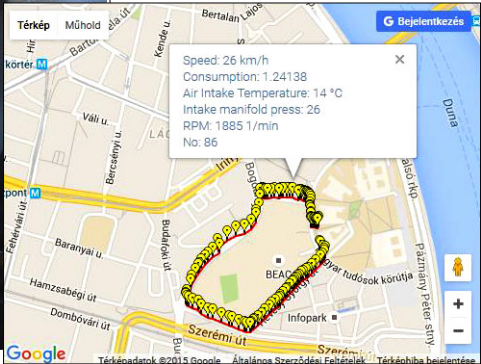
rams fűleken olvashatóak az adatok. Az OBD és CAN mérés adatainak megjelenítés között az OBD/CAN gombbal tudunk váltani (8. ábra).

Mérés közben, ha van netkapcsolat, akkor a mért adatok feltöltésre kerülnek a SensorHUB rendszerbe (9. ábra). Továbbá, ha a helymeghatározás is engedélyezve van, akkor az adatcsomagokba bekerülnek a mérés közben aktuális földrajzi koordináták is.



9. ábra
Tesztelés

10. ábra
Interaktív térkép megjelenítés
a Pentaho reportban



6. Big Data a szerver oldalon

A szerveroldal alapja az elosztott fájlrendszer, a Cloudera Hadoop rendszere, melynek Data Lake-jében gyűlhetnek a telefon szenzorjaiból az adatok. Az adatak feldolgozásához és elemzéséhez a Pentaho Data Integration és Pentaho Report Designer alkalmazásokat használjuk. A Pentaho egy nyílt forráskódú, Java alapú, Big Data rendszerekkel összeköthető programcsomag [14].

A Data Integration különböző forrásokból származó adatokat tud egységesen kezelni. ETL (Extract-Transform-Load) transzformációkat állíthatunk össze benne a Spoon eszköz grafikus felületén. Ez a rész az adatfolyam manipulálásáról szól, ekkor kell kiválasztani azokat a rekordokat és attribútumokat, melyekre az elemzés során szükségünk lesz [15].

Az így elkészült adattáblát a Report Designer-ben tudjuk felhasználni különböző táblázatok, grafikonok, diagramok és további elemzések, összehasonlítások adatforrásaként. Ennek kimenetei különböző formátu-

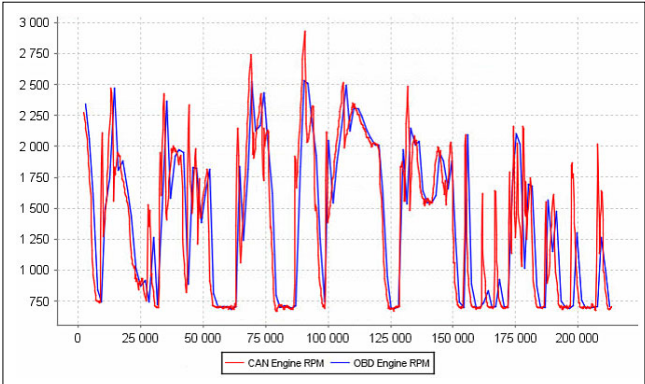
mák lehetnek: PDF, HTML, Excel, RTF, Text, CSV. Továbbá a struktúrák feltölthetők az üzleti intelligencia szerverre, ami generálni tudja a megfelelő formátumú riportot.

A térképes megjelenítés nem a Report Designer-be került beépítésre, hanem egy a riportba belekódolt Java Script kód hozza létre (10. ábra), mely a Google Maps API adatformátumát rendeli össze a lekérdezés eredményének soraival.

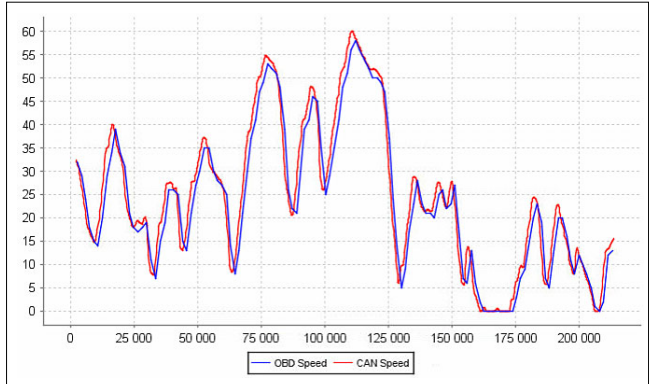
Az előző mobilképernyős, valamint a 11., 12. és 13. ábrákból kitűnik, hogy mennyire hasonlítanak az ObdCanCompare-ben látható diagramok, a Pentaho segítségével készült diagramokhoz. A két megjelenítési forma konzisztens. Az ObdCanCompare-es az azonnali megjelenítéshez hasznos, míg a Pentaho-s a későbbi elemzésekhez szolgál.

A Hadoop klaszter online HUE felülete számos adatvizualizációs lehetőséget biztosít [16]. Az adatfolyam összeállítására az Oozie eszközt használtuk, amiben folyamatábraként állítottuk össze az ETL folyamatot [17]. Mindezt tudjuk ütemezetten végrehajtani.

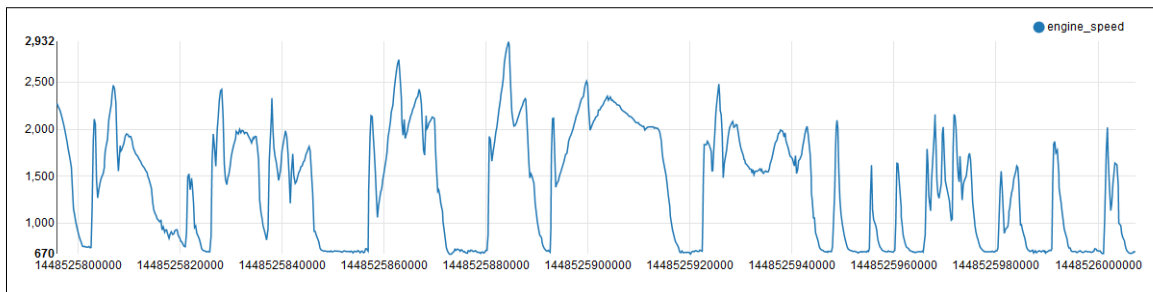
11. ábra
Fordulatszám összehasonlítása a Pentaho reportban



12. ábra
Sebesség összehasonlítása a Pentaho reportban



13. ábra
Fordulatszám
a HUE felület
diagramján



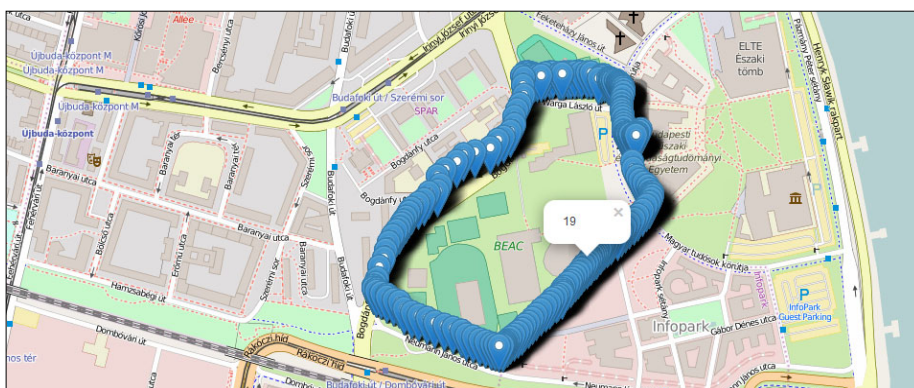
A térképes megjelenítés az online felületen került összeállításra. Itt beállítható, hogy a térképen kattintva mely adatok jelenjenek meg az útvonal adott pontjához. Végül az eredmény megjelenik egy OpenStreetMap alapú térképen (14. ábra).

7. Összefoglalás

Az elkészült alkalmazás, riportok és diagramok alapján látható, hogy az OBD-II mérés és a CAN bus mérés eredményei számos jellemzőben megegyeznek egymással. Ilyen például a fordulatszám és a sebesség értéke. Ezen esetekben apró késleltetés látható az OBD-s adatokban a CAN bus adataihoz képest. Ugyanakkor más, meghatározóan a származtatott (aggregát) értékek már eltéréseket mutattak. Itt az eltérés oka, hogy különböző összetett formulák léteznek például a fogyasztás vagy a CO₂-kibocsátás meghatározására, amikből eltérő eredmények születhetnek az OBD-s és CAN bus-os mérés összehasonlításában.

A fentiek alapján elmondható, hogy az alapvető okosautó-alapú megoldásokhoz elegendő az OBD-II port használata, például a Social Driving alkalmazás esetében, de fontos, hogy a származtatott értékek formulái mindenütt egységesen kerüljenek definiálásra. Amennyiben pedig professzionális megoldásra van szükségünk, például flottamenedzsment esetén, akkor a CAN bus-alapú megoldás a javasolt választás.

A bemutatott mérések, az adatgyűjtés és a következtetések egyszerű, a működést szemléltető példák. Célnk a jövőben, hogy a beérkező adathalmaz alapján összetettebb üzleti intelligencia módszerekkel további érdekes és hasznos összefüggéseket nyerjünk ki, valamint a tendenciák alapján a jövőbeli értékeket jelezzük előre. Ezekkel az adatokkal akár a gépjármű vezetőjét is tudjuk értesítésekkel támogatni, figyelmét felhívni.



14. ábra
HUE Map a sebesség kijelzésével

Köszönetnyilvánítás

A kutatás folytatása és a publikáció az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-2-I. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával, az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-4-III. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

A szerzőkről



SIK DÁVID 2016-ban szerezte meg mérnök-informatikus BSc diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán, majd folytatta tanulmányait az MSc fokozatért alkalmazott informatika főspecializáción és mobilsoftver-fejlesztés mellékspecializáción az Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszéken. Kutatási témája: Big Data alapú elemzési és előrejelzési lehetőségek vizsgálata.



EKLER PÉTER 2007-ben szerezte mérnök-informatikus diplomáját a BME Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszéken. PhD fokozatát 2011-ben szerezte, majd ezt követően adjunktusként folytatta oktatói, kutatói és fejlesztői munkáját az egyetemen. A kutatási és fejlesztői munkák mellett jelentős szerepet vállalt az oktatásban és több tantárgy kidolgozásában. Mobil softverfejlesztés területén két könyv társszerzője és szerkesztője: Bevezetés a mobilprogramozásba, Android-alapú softverfejlesztés. Rendszeres résztvevője és feladatvállalója a témákhoz kapcsolódó hazai és nemzetközi konferenciáknak és projekteknek. Jelentősebb kitüntetések: Bolyai János kutatói ösztöndíj (2016-), NJSZT Kemény János-díj (2015), BME Innovációs Díj (2015), Műegyetem kiváló oktatója díj (2015), Év Informatika Oktatója (2014).



LENGYEL LÁSZLÓ 2006-ban kapta meg PhD oklevelét. Egyetemi docensként dolgozik a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszéken. Kutatási területei: softvermodellezés, szakterület-specifikus modellezés, metamodellezés, modellalapú fejlesztés, validált modelltranszformáció, IoT rendszerek és felhő-alapú módszerek. Számos nemzetközi konferencián és folyóiratban megjelent publikáció szerzője. Jelentősebb kitüntetések: Bolyai János kutatói ösztöndíj (2007–2010 és 2015–2018), Siemens Excellence Award (2008), és NJSZT Kemény János-díj (2012), BME Innovációs Díj (A SensorHUB koncepció és keretrendszer) (2015).

Irodalomjegyzék

- [1] Charaf Hassan: Az infoszféra tudást közvetítő szerepe a mai társadalomban,
<http://www.matud.iif.hu/2015/02/03.htm>
(2016. október).
- [2] SensorHUB keretrendszer,
<https://www.aut.bme.hu/Pages/Research/SensorHUB>
(2016. október).
- [3] VehicleICT keretrendszer,
<https://www.aut.bme.hu/Pages/Research/vehicleict>
(2016. október).
- [4] Lakatos I., Nagyszokolyai I.: Gépjárművek üzeme I., Typotex Kiadó, 2012.
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0018_Gepjarmuvek_uzeme_1/adatok.html
(2016. október).
- [5] Menedzsment és motordiagnosztika,
<http://www.geree.hu/motormenedzsment-es-diagnosztika/>
(2016. október).
- [6] ELM327,
<http://www.elmelectronics.com/obdic.html#ELM327>
(2016. október).
- [7] Fodor Dénes, Szalay Zsolt: Autóipari kommunikációs rendszerek,
http://moodle.autolab.uni-pannon.hu/Mecha_tananyag/autoipari_kommunikacios_rendszerek/ch03.html
(2016. november).
- [8] CAN bus communication,
<http://fmsgateway.com/glossary/can-bus-communication>
(2016. november).
- [9] László Lengyel, Péter Ekler, Tamás Ujj, Tamás Balogh and Hassan Charaf: SensorHUB: An IoT Driver Framework for Supporting Sensor Networks and Data Analysis, Intern. Journal of Distributed Sensor Networks, 2015.
<http://www.hindawi.com/journals/ijdsn/2015/454379/>
(2016. október).
- [10] Innovációs díjban részesült a SensorHUB
<https://www.vik.bme.hu/hir/874-bme-innovacios-dijban-reszesult-a-sensorhub-fejlesztes>
(2016. október).
- [11] Jereb László, Lengyel László: Jármű ICT fejlesztési irányok és kihívások, Híradástechnika, HTE Infokom 2014 – LXIX. évfolyam, 2014.
- [12] László Lengyel, Péter Ekler, Tamás Ujj, Tamás Balogh and Hassan Charaf: Social Driving in Connected Car Environment, European Wireless 2015.
- [13] A SensorHUB,
Mérnök újság, XXII. évf. 10. szám, 2015. október.
- [14] Pentaho Community,
<http://community.pentaho.com/>
(2016. november).
- [15] Dudás Ákos, Ekler Péter, Tömösvári Imre: Üzleti intelligencia tantárgyi jegyzetek,
<https://www.aut.bme.hu/Course/BMEVIAUMA02>
(2016. november).
- [16] HUE – The Hadoop UI,
<http://gethue.com/>
(2016. november).
- [17] Oozie Workflow Scheduler,
<http://oozie.apache.org/>
(2016. november).



Adat-alapú gondolkodás a modern vállalati környezetben

STADLER GELLÉRT

Oracle Hungary Kft.
gellert.stadler@oracle.com

Kulcsszavak: üzleti elemzés, döntéstámogatás, üzleti intelligencia, Big Data

Az élet egyre több területére betörő digitalizáció és az adattárolási költségek tartós csökkenése miatt folyamatosan növekszik a digitális formában eltárolt adatok mennyisége. Ezzel együtt megjelent a tárolt adatok hatékony elemzésének igénye is. Az új típusú adatok új gondolkodásmódot és új elemzési módszereket is igényelnek. Az elemzési és riportkészítési eszközökben és folyamatokban történt változások hatással vannak a szervezeti keretekre is. Nagy mennyiségű adat elemzéséhez és a felgyorsuló elemzési munkamódszerek támogatására a szervezeteknek is változnia kell, ha hatékonyak akarnak maradni. Az adat alapú gondolkodás elterjesztését vagy egyszerűbben fogalmazva a rendelkezésünkre álló nagy mennyiségű adat üzleti tőkévé alakítását számos tényező befolyásolhatja. Ezen tényezők mindegyike kihatással lehet vállalkozásunk sikerére. Építsünk meglévő adatainkra! Hosszú távon is megmaradó, skálázható infrastruktúrát tervezzünk! Végezetül pedig adjuk meg a szükséges eszközöket és rugalmasságot az elemzőknek.

1. Bevezetés

Az élet egyre több területére betörő digitalizáció és az adattárolási költségek tartós csökkenése miatt folyamatosan növekszik a digitális formában eltárolt adatok mennyisége. Ezzel együtt megjelent a tárolt adatok hatékony elemzésének igénye is. Az új típusú adatok új gondolkodásmódot és új elemzési módszereket is igényelnek.

Az első részben röviden áttekintjük az elemzési módszerek változását. A második részben megvizsgáljuk a változások hatását a vállalati környezetre. A harmadik részben pedig választ keresünk arra, hogy milyen sikertényezők vannak az adat-alapú gondolkodás megteremtésének egy szervezetben belül.

2. Klasszikus elemzési gyakorlat

A vállalati elemzések területét hagyományosan két részre szokták bontani:

- **Operatív lekérdezések:**
általában azonnali választ igénylő, aktuális adatokat lekérdező elemzések
(például: azon ügyfelek listája, akiknek ma számlát állítottunk ki).
- **Analitikus lekérdezések:**
általában történeti adatokat igénylő, hosszabb időszakot lefedő lekérdezések
(például: Top 10 termék a bevétel nagyságában mérve, az elmúlt 5 évben).

A két csoport hagyományosan eltérő informatikai támogatást igényel. Az operatív lekérdezéseket gyakran az üzleti rendszereken (ott ahol az adatok keletke-

nek) szolgálják ki vagy azok lekérdezésekre létrehozott adatbázis másolatain. Az analitikus lekérdezéseket általában erre a célra létrehozott külön adatbázissal rendelkező, úgynevezett analitikus rendszereken (ODS – operative data store –, adattárházak, adatpiacok) szolgálják ki. E szétválasztásnak alapvetően informatikai, technikai oka van. Az üzleti rendszerek adatbázisai a mindennapi operatív működésen túli terhelést általában nem viselik el teljesítménycsökkenés nélkül. A már nem változó régi adatok tárolása, de még inkább ezen adatok gyakori lekérdezése az operatív funkciók időbeli végrehajtását is veszélyeztetheti.

Ugyanebből az okból kifolyólag egy operatív rendszeren futó analitikus lekérdezés végrehajtási ideje olyan hosszú is lehet, ami megakadályozza az elemzés végrehajtását. Az analitikus célrendszerek (amelyek az operatív rendszerekből betöltött adatokat tartalmazzák), nem rendelkeznek ezzel a hátránnyal. Kapacitásukat több évnyi adat tárolására és hatékony lekérdezésre alakítják ki.

Ugyanakkor az analitikus rendszerek sajátossága az, hogy adat bennük nem keletkezik, azt át kell tölteni az üzleti folyamatokat támogató rendszerekből. Ezen áttöltés gyakorisága és időtartama rendszerenként változó lehet, attól függően, hogy egyszerű adatmásolásról van-e szó vagy komplex transzformációkat, kalkulációkat, adattisztítási funkciókat is végrehajt az analitikus rendszer. A modern analitikus rendszerek elődjeinél nem volt ritka a havi vagy heti áttöltés sem, ami a technikai fejlődéssel fokozatosan csökkent a legjellemzőbb napi egyszeri gyakoriságra. E korlát miatt az analitikus rendszerek tipikusan nem voltak alkalmasak sok operatív jellegű lekérdezés kiszolgálására.

Funkcionálisan az üzleti rendszerek és a klasszikus analitikus rendszerek (adattárházak, adatpiacok)

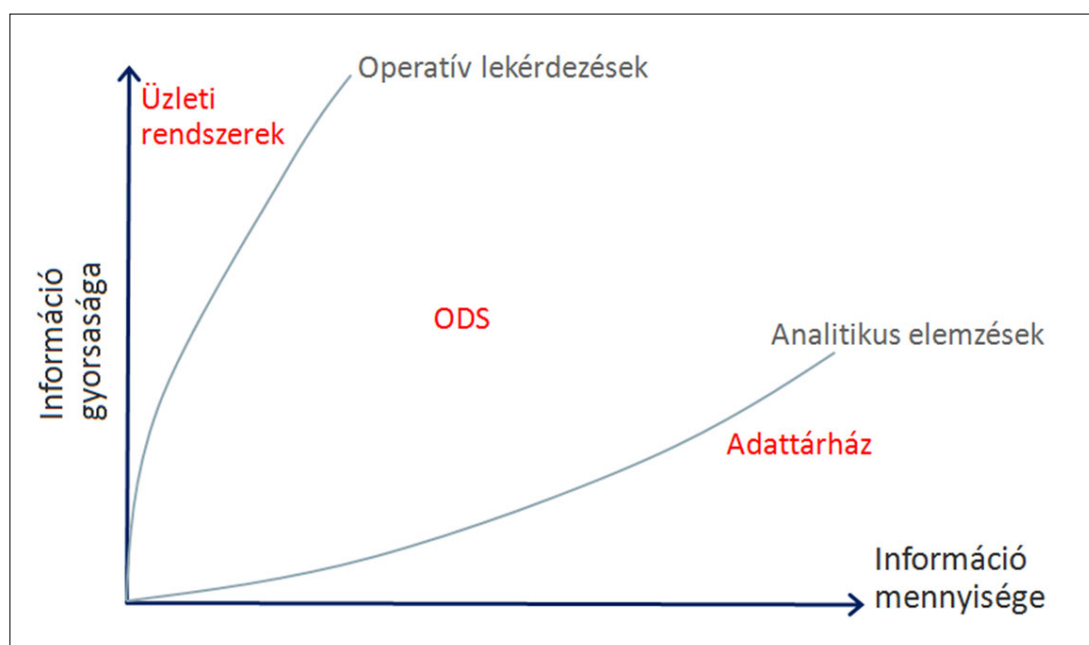
között helyezkedik el az „Operative Data Store” (ODS), amely általában változatlan forrásrendszeri adatokat tárol, transzformációt, adattisztítást nem végez, de az adatokat történetiségükben, időbélyeggel együtt tárolja el. Az áttöltési gyakoriság által korlátozott módon alkalmas bizonyos operatív funkciók ellátására is, ugyanakkor a benne foglalt történetiség miatt egyszerűbb analitikus funkciók ellátására is képes. Fontos még megjegyezni, hogy mindhárom rendszertípusnál valós korlátot jelentett az adatmennyiség tárolása és kezelése, azaz csak olyan adatot tároltunk el és dolgoztunk fel, amiről a priori tudtuk, hogy szükségünk van rá az elemzéseinkben.

Ezen rendszerek tipikusan relációs adatbázis alapú rendszerek. Bizonyos speciális elemzéstípusoknál alkalmaztak még egyéb nem relációs adatbázis alapú technológiákat is (pl. OLAP).

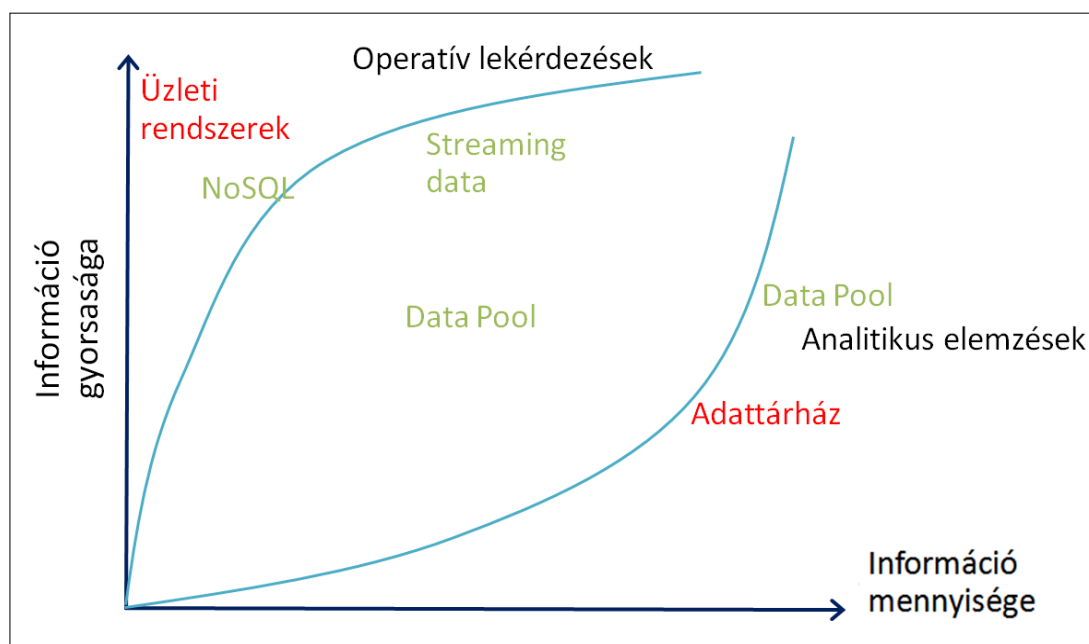
3. Változások az elemzési módszerekben

A technikai fejlődés (az adattárolási költségek drasztikus csökkenése és a számítási kapacitások növekedése) lehetővé tette azt, hogy az operatív rendszerek több történeti adatot is tudjanak on-line elérhető módon tárolni és arra lekérdezési lehetőséget biztosítani, ugyanakkor az analitikus rendszerek pedig egyre gyorsabban és kevesebb késleltetéssel tudjanak egyre több adatot áttölteni az operatív rendszerekből.

A lekérdezések klasszikus szétválasztásának analitikus és operatív lekérdezésekre egyre kevésbé lett értelme azáltal, hogy kitolódta a rendszerek technikai korlátai. Ez a modell a Big Data technológiák (lásd: „Big Data – tömeges adatelemzés gyorsan” – Híradástechnika, Volume LXX., HTE MediaNet 2015.) megjelenésével vált végképp elavulttá. Ezek segítségével a vállala-



1. ábra
Klasszikus
elemzési csoportok
és azokat támogató
eszközök



2. ábra
Új technológiák
az elemzés
támogatásában

tok olyan komplex adatplatformokat (adattárolásra és -elemzésre szolgáló hardware és szoftver megoldások együttese) tudnak kiépíteni, amelyek képesek a vállalat összes keletkező adatát tárolni, ezzel együtt pedig mindenféle elemzési igényt kiszolgálni.

Az elérhető és elemezhető adatok mennyiségének ilyen mértékű növekedése nem csak a technológiai háttérre volt hatással, hanem arra is, ahogy a vállalatok az adatokat felhasználják. A cél már nem csak az előreláthatólag elemzésre kijelölt adatok tárolása, hanem minden keletkező adat tárolása, beleértve azon adatokat is, amelyek értéke ma még nem nyilvánvaló. Ez a fajta megközelítés más módszereket igényel abban, ahogy a keletkező adatokat kezeljük.

A hagyományos munkamódszer szerint az előre kiválasztott, üzleti rendszerekből származó adatokat tárolás előtt többféle módon is feldolgozzuk:

- **Szemantikus definíció:**

A tárolandó adat pontos, üzleti nyelven leírt jelentésének definiálása.

- **Adattisztítás:**

A definíciónak megfelelő formára és tartalomra hozás, hibás értékek korrigálása vagy törlése/helyettesítése.

- **Szerkezeti transzformáció:**

Adattárolásra vagy lekérdezésre optimalizált szerkezetbe helyezés (adatmodell).

- **Rendszerek közötti konszolidáció:**

Eltérő adatforrásokból is elérhető adatelemek tartalmi és szerkezeti harmonizációja.

A fenti folyamatok informatikai rendszerekben történő tervezésének és fejlesztésének nagy ráfordítási igénye van, amely mind erőforrás-felhasználásban, mind időben megterheli a végrehajtó szervezetet. Ezen folyamatokra csak korlátozott mértékben van kész szoftveres támogatás, mivel a feldolgozási szabályok minden vállalatnál, sőt vállalaton belül is különböző adatok között eltérőek és egyedi fejlesztést igényelnek. A keletkező adatok fenti folyamatokon keresztül rendszeres transzformációja pedig általában – adatmennyiségtől függően – komoly informatikai támogatást igényel eszközoldalról és üzemeltetési oldalról egyaránt. Ugyanakkor az ehhez szükséges ráfordítást az elérhető üzleti érték indokolja. A konszolidált, egységes és tisztított vállalati adatok által pontos, átfogó képet kaphatunk a működésről, ami versenyelőnyhöz juttatja a szervezetet.

A Big Data technológiák által nyújtott nagy tárolókapa-
 citás és gyors betöltési sebesség az adatok változatlan formában történő tárolására kiváló megoldást nyújt, de a fenti feldolgozási folyamatok támogatását csak kisebb mértékben támogatja, mint a hagyományos relációs rendszerek. Ugyanakkor látni kell azt, hogy amikor a vállalat teljes adatvagyonának eltárolása a cél, akkor nem is lenne célszerű a fenti komplex folyamatokat az összes adatra végrehajtani, ennek sem költsége sem időbeli vonzata nem indokolható.

Ilyen nagy mennyiségű adat elemzését, a belőle fakadó üzleti érték megtalálását nem lehet a hagyomá-

nyos elemzési módszerekkel elvégezni. Kialakult egy új típusú elemzési munkamódszer, amelynek neve: felfedező típusú elemzés (Data Discovery).

A hagyományos elemzési munkában általában előre tudjuk, vagy elég pontos elképzelésünk van arról, hogy:

- Milyen adatokat akarunk látni az elemzés végén (pl. eladási adatok termékenként, időszakonként, üzletkötőnként)?
- Milyen adatokat akarunk ehhez felhasználni (pl. eladási adatok tábla, üzletkötő törzs, idő dimenzió tábla stb.)?
- Hogyan fogjuk kalkulálni az eredményt (összegzés)?

Ezzel szemben egy felfedező típusú elemzésnél magasabb szinten definiáljuk az elérendő célt:

- Miért nőtt meg az elmúlt időszakban a garanciális problémák száma?
- Milyen kereszt-értékesítési ajánlatokat érdemes adni az ügyfeleimnek?
- Hol tudnám csökkenteni a költségeimet?

Az ehhez felhasznált adatok körét sem feltétlenül kell előre bekorlátozni. Például a garanciális problémák növekedését egyaránt okozhatja beszállítói alkatrészprobléma, gyártási probléma vagy üzembehelyezési, tesztelési probléma. A lehető legtöbb adatot meg kell vizsgálni ezzel kapcsolatban, de majd részleteikben csak azokra az adatokra kell koncentrálni, amelyek az elemzéseink szerint korrelálnak a problémával.

Ezért a felfedező típusú elemzéseknél más hangsúlyok vannak, mint a pontos kimutatásokat előállítani tudó klasszikus elemzésnél:

- A gyors közelítő eredmény fontosabb elérendő cél lehet, mint a pontos, de lassan előálló.
- Több nyers adat hasznosabb lehet, mint kevesebb tisztított adat.
- Nem mindig fontos a rendszerek közötti adat konszolidáció.
- Különböző elemzések tartalma nem mindig hozható értelmes kereteken belül közös logikai definíciókra.

A felfedező típusú elemzések során az elemző egyszerre sokkal szélesebb adatkört tekint át, mint a hagyományos elemzéseknél, amelyek általában előre definiált, pontosan megfogalmazott eredmények előállításánál játszanak szerepet. A felfedező típusú elemzések kimenetele akár drasztikusan megváltozhat az előzetes koncepcióhoz képest akkor, ha az adatok ilyen irányba mutatnak. Mivel az adatelőkészítési szakasz időben drasztikusan lerövidül, a felfedező típusú elemzések gyorsabban állhatnak elő, mint a hagyományosak – abban az esetben, ha a hagyományos elemzés már nem egy kész elemzési adatszerkezeten történik. A felfedező típusú elemzések ezért bizonyos esetekben helyettesíthetik, de jellemzően inkább megelőzik a hagyományos elemzést / riportkészítést. Az elemzés által „felfedezett” üzleti sajátosság vagy probléma részletesebb, rendszeres elemzésére, monitorozására készülhetnek klasszikus elemzési módszerrel készülő riportok.

4. Szervezeti és működési trendek

Az elemzési és jelentéskészítési eszközökben és folyamatokban történt változások hatással vannak a szervezeti keretekre is. Nagy mennyiségű adat elemzéséhez és a felgyorsuló elemzési munkamódszerek támogatására a szervezeteknek is változnia kell, ha hatékonyak akarnak maradni. A legegyszerűbb, egyszersmind a múltban legelterjedtebb elemzési szervezeti struktúra *szakterületi elemzési silókból* állt.

Ebben a struktúrában nincs különálló elemzői szervezet, hanem minden üzleti egységben dolgoznak elemzők, akik kiszolgálják az adott terület igényeit. Az *ábrákon* a sötét pöttyök jelképezik az elemző munkatársakat. Tipikusan nincs jelentős kommunikáció az egyes területi elemzők között, mindenki csak a saját területére koncentrál. E modell „antitézise” lehetne az, amikor minden elemző egyetlen, elkülönülő üzleti elemzési szervezetben van és mintegy különálló szolgáltató szervezetként valamilyen előre meghatározott folyamatok keretében közösen kiszolgálják a különböző üzleti területi igényeket. A gyakorlat azt mutatja, hogy egy ilyen fajta merev elkülönülés nem működhet hatékonyan, ezért a vállalatok nem is alkalmazzák.

A leginkább elterjedt működési modell jelenleg az, hogy létezik egy *központi elemzési szervezet*, de ettől függetlenül léteznek szakterületi elemzők az egyes üzleti területeken.

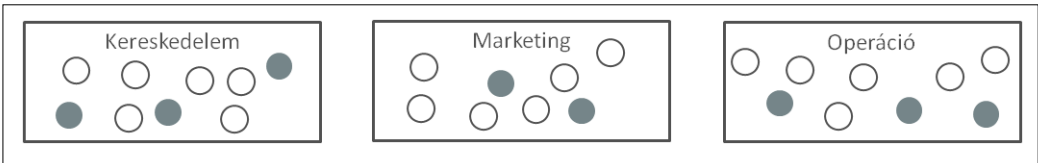
E modell hatékonysága nagymértékben függ a központi szervezet és a szakterületek közötti kommunikáció mennyiségétől és minőségétől és általában véve a

különböző szervezetek együttműködésétől. A tapasztalat azt mutatja, hogy ilyen keretek között is könnyen kialakulnak egymásnak ellentmondó párhuzamos folyamatok és kommunikációs hiányosságok, elsősorban a szervezetek és a bennük dolgozók munkahelyi és menedzsment hierarchiában meglévő elkülönülése miatt.

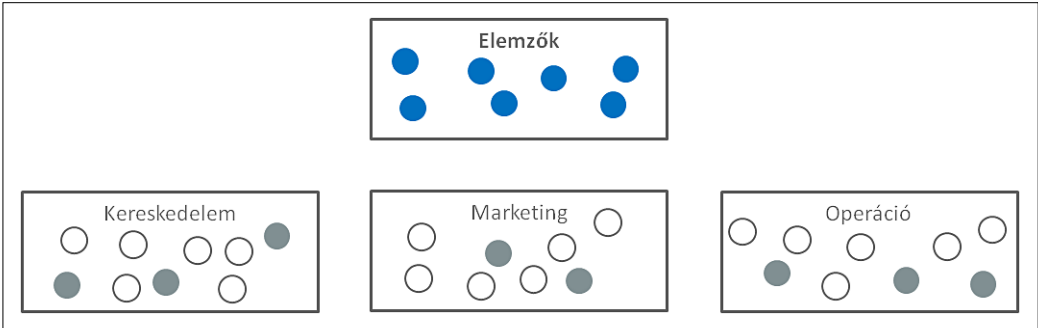
A legfejlettebb elemzési kultúrával rendelkező szervezeteknél található gyakorlat szerint ennél egy nagyságrenddel hatékonyabb tud lenni a *kétszintű elemzői szervezet*. Ebben szintén megtalálható egy központi elemzési szervezet, de a különbség az előző modellhez képest az, hogy a szakterületi elemzők menedzsment-hierarchia szempontjából a központi elemzői szervezethez tartoznak. Helyileg viszont a szakterületeken dolgoznak és a mátrixszervezeti minta szerint közvetlen feladatokat a helyi szakterületek vezetőitől is kapnak, nem csak az elemzési szervezet vezetőjétől. Ez koordinációt igényel a két vezető között, de az ezzel kapcsolatos nehézségeket kompenzálják az alábbi működési előnyök.

A központi elemzői csapat felel a vállalaton átívelő egységes adat definíciók kialakításáért és karbantartásáért. Tágabb analitikai képességekkel rendelkeznek, mint a szakterületeken dolgozó elemzők. Ők azok, akik nagyobb fejlesztési feladatokat tudnak bevállalni. A központi elemzői szervezetben meglévő szenior pozíciók előrelépési lehetőséget biztosíthatnak a többi elemző számára.

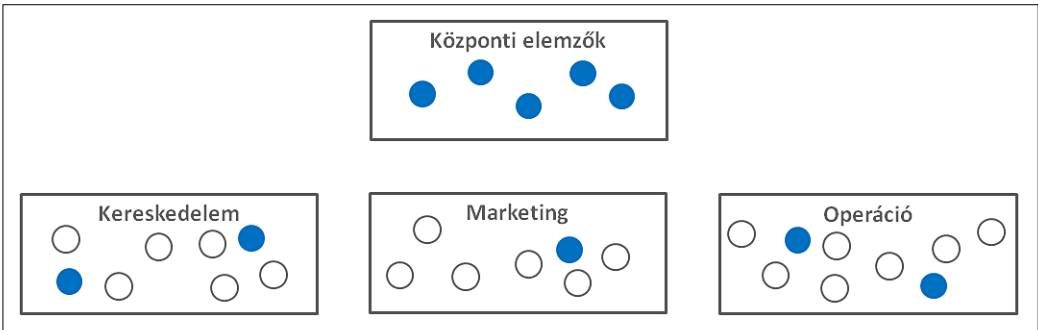
A helyi (szakterületi) elemzési csapatok feladata az egységes vállalati tudás közvetítése az üzleti szervezetek felé. Ugyanakkor, ők rendelkeznek a legmélyebb



3. ábra
Szakterületi elemzési silók



4. ábra
Központi elemzési szervezet és szakterületi elemzési silók



5. ábra
Kétszintű elemzői szervezet

szakterületi ismeretekkel és tudásukat közvetítik a központi elemzői csapat felé. Mivel a szakterületek munkatársaival szorosan együtt dolgoznak, ők azok, akik azonnal tudnak reagálni ad-hoc vagy sürgős üzleti elemzési igényekre.

5. Sikertényezők

Az adat alapú gondolkodás elterjesztését vagy egyszerűbben fogalmazva a rendelkezésünkre álló nagy mennyiségű adat üzleti tökévé alakítását számos tényező befolyásolhatja. Ezen tényezők mindegyike kihatással lehet vállalkozásunk sikerére.

Jogi környezet

Az ügyfeleinkkel meglévő szerződéses viszonyunknak szabályoznia kell az ügyfélről általunk tárolt adatok felhasználásának lehetséges módjait. Amennyiben olyan adatokat is gyűjtünk ügyfeleinkről, amelyeket nem kötelezően kell megadniuk, biztosítanunk kell az önkéntes adatszolgáltatás későbbi visszavonási vagy törlési lehetőségét. Ha tevékenységünk több jogi egységbe van szervezve, akkor a jogi egységek közötti adatmegosztásnál figyelembe kell venni az egyes egységek között meglévő szerződések adatátadásra vonatkozó rendelkezéseit és az ügyfél erre vonatkozó rendelkezéseit is. Ha harmadik féltől vásárolunk adatot vagy publikus adatokkal egészítjük ki saját adatainkat, akkor figyelniük kell arra, hogy ezeket az adatokat nem tekinthetjük egy megbízhatósági szinten az okirattal igazolt vagy ügyfél által megadott adatokkal. Végül pedig meg kell felelnünk az adatkezeléssel kapcsolatos felügyeleti és törvényi előírásoknak.

Adatok keletkezése

Elemzéseink pontosságát, eredményességét befolyásolja, hogy milyen körülmények között, mennyire ellenőrzött módon keletkeznek üzleti rendszereinkben az adatok. Vannak-e adatrögzítési szabályok, automatikus adatellenőrzések a hibás adatok bekerülésének megakadályozására. A hibás vagy a hiányzó adat pótlása adatrögzítés után már nagyságrendekkel nehezebb – gyakran pedig lehetetlen – mint az adatrögzítés kori ellenőrzés. Fontos ismernünk az üzleti rendszereink adattárolási módját. Sok szoftvergyártó fekete dobozként árulja termékét, ami csak az előre definiált üzleti funkcionalitást támogatja. Ezek általában nem vagy csak nagyon korlátozott szinten nyújtanak analitikus funkciókat. Amennyiben elemezni akarjuk a rendszerben keletkező adatokat, ismernünk kell a belső adatstruktúrát és értenünk kell azt, hogy az egyes technikai tartalmaknak milyen üzleti jelentésük van. Ehhez rendelkezniük kell a megfelelő szoftver dokumentációkkal, adat szótárakkal.

Adatok összegyűjtése, tárolása

Az elemzésre szánt adatok összegyűjtését és tárolását tipikusan erre a célra épített analitikus célrendszerek végzik. Ennek megfelelősége kulcs-sikerténye-

zője az egész tevékenységünknek. Amennyiben ez rosszul vagy nem kielégítően működik, akkor nem fogjuk tudni tökévé alakítani a rendelkezésünkre álló adatokat. Egy ilyen rendszernek számos fontos tulajdonságát lehetne említeni, de a cikk a terjedelmébe nem fér bele minden ilyen tulajdonság megemlézése sem. Két kulcs tényezőt érdemes kiemelni:

- **Teljesítmény:** a rendszer adatfeldolgozási gyorsaságát értve ez azt jelenti, hogy kellő sebességű elemzői munkát kell tudni biztosítani. Ez azért fontos, mert az analitikus rendszerek üzleti szempontból általában nem minősülnek kritikusnak (vannak kivételek ez alól). Ha egy nem kritikus rendszert a felhasználók lassúnak, nehézkesnek találnak akkor el fognak tőle fordulni és egyre kevésbé fogják használni, akár teljesen meg is szűnhet a valós felhasználás. Erre sajnos számos valós példa is van.

- **Integrációs képességek:** ez biztosítja azt, hogy a felhasználók rövid időn belül, gyakorlatilag bármilyen adatforrásból képesek legyenek adatokat kapni vagy adatokat tölteni az analitikus rendszerbe. Ha ez a képesség csak részben van jelen, akkor az ismét a használatától való elforduláshoz vezet.

Elemzés

Önmagára mutató hivatkozásnak tűnik a fejlett elemzési kultúra kialakításának sikertényezőjeként magát az elemzést említeni. De hiába gyűjtjük össze a vállalatunk és az ügyfeleink összes adatát egy kellően modern és nagy teljesítményű analitikus rendszerben, ha aztán nem történik meg az, amiért az egész folyamatot elkezdtük. Ahhoz hogy elemzőink valóban el tudjanak kezdeni dolgozni, biztosítanunk kell az alábbiakat:

- *Adatok hozzáférhetősége:*

kerüljük a nagyon részletesen, adatelemenként szabályozott jogosultsági szabályok erőltetését és a nehézkes (értsd: egy munkanapnál több időt igénylő) jóváhagyási folyamatokat.

- *Zavartalan elemzési folyamatot biztosító rendszer:*

abból a szempontból összefügg a teljesítménnyel, hogy a rendszerünkben történő adatbetöltések nem hátráltathatják a napi elemzési munkát. A különböző karbantartási és egyéb üzemi folyamatokat munkaidőben ne végezzünk a rendszeren.

- *Igényekhez és képességekhez igazodó elemzési eszköztár:*

Ne erőltessünk egységes eszközt minden elemzőre! Adjunk lehetőséget azon eszközök használatára, amelyet az elemző az adott feladat elvégzéséhez optimálisnak tart.

- *Elemzői kapacitás:*

képezzük ki elemzőinket az új típusú elemzések végrehajtására. Ez persze a személyes affinitás és képességek kérdését is felveti. Amennyiben a képzés nem járható út, a munkaerő piacról kell beszerezniük olyan elemzői tudást, amely ki tudja használni az általunk biztosított környezetet és eszközöket is abból a célból, hogy elérjék a kitűzött céljainkat.

Alkalmazás

Bármilyen jó munkát végeztünk a célból, hogy biztosítsuk a sikeres elemzői munkát szervezetünkben, a végső sikerhez elengedhetetlen, hogy értékelhető üzleti eredményt tudjunk produkálni. Ez nem mindig kézenfekvő vagy könnyen kivitelezhető. A statikus riporting által biztosított üzleti mérőszámok (amelyek tipikusan múltbéli időszakokat vizsgálnak) segítenek a problémás területek azonosításában, de kevés útmutatást adnak arra vonatkozóan, hogy min kellene változtatni a jövőben. Az ilyen döntések általában az üzleti vezetők tapasztalatán, megérzésein, „üzleti érzéken” alapulnak. A nagy adatmennyiségeken alkalmazott új típusú, statisztikai, adatbányászati elemzések viszont tényeken alapuló, adatokkal támogatott javaslatokat tudnak tenni, amelyek birtokában megalapozottabban dönthet egy vezető arról, hogy milyen irányban változtat. Egy ilyen típusú elemzés sikere a segítségével meghozott üzleti döntés hatásán alapul.

A változtatás jellegétől függően a hatás mérése rövidebb vagy hosszabb időtávon lehetséges:

- Valamilyen üzleti eredményességet mérő mérőszám (KPI – Key Performance Indicator) javulása
- Termék- vagy kondícióváltozás
- Üzleti folyamatváltozás
- Ügyfélviselkedés megváltozása

Az adat-alapú gondolkodás elterjedésének a vállalatban belül sokféle hatása lehet:

- Axiómának tekintett üzleti elképzelések megdőlése.
- Termékstruktúrák, marketingkonceptciók változása.
- Ügyfél- és partnerkapcsolatok újraértékelése.
- Szervezeti hatékonysági problémák feltárása.
- Üzleti folyamatok változása.

A szervezeti viszonyok és a meglévő szervezeti kultúra függvényében a fenti hatásokkal szemben ellenállás is várható a szervezet azon részeitől, amelyekre hatással szeretnénk lenni.

6. Összefoglalás

Az adat-alapú gondolkodás elterjesztésének kapcsán legyünk tisztában azzal, hogy honnan indulunk, hová szeretnénk eljutni és várhatóan milyen nehézségekbe fogunk ütközni. Érdemes elgondolkozni saját szervezetünkkel kapcsolatban a felsővezetői szemléleten, a szervezeti egységek közötti viszonyon, a munkatársi kezdeményező készségen.

Ne riadjunk vissza, tűzzünk ki reálisan megvalósítható és mérhető üzleti célt! Találjunk magas szintű üzleti szponzort! Vonjuk be az elemzési tevékenységbe azokat, akiket annak eredménye érinteni fog! Építsünk a meglévő adatainkra! Hosszú távon is megmaradó, skálázható infrastruktúrát tervezzünk! Végezetül pedig adjuk meg a szükséges eszközöket és rugalmasságot az elemzőknek.

A szerzőről

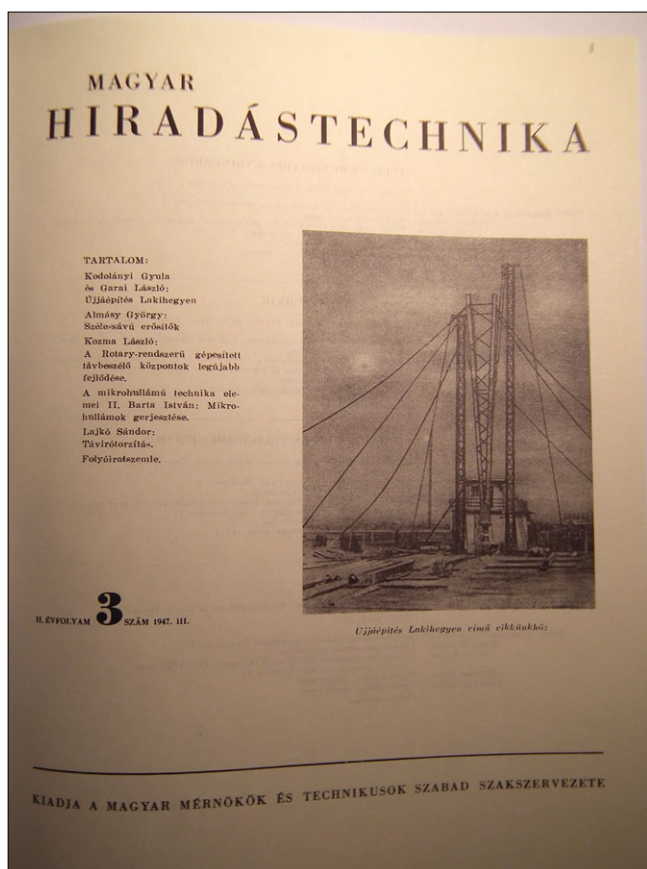


STADLER GELLÉRT 1996-ban szerzett diplomát az Egri Eszterházy Károly főiskolán. 2007-től az IBM Magyarország Kft. rendszerintegrációs részlegén kezdett dolgozni. Elsősorban adattárház és üzleti intelligencia rendszerek tervezésével és fejlesztésével foglalkozott. 2005-től az Oracle Hungary Kft. tanácsadójaként dolgozik az adattárház és BI csoportban. E szerepeiben több magyarországi nagyvállalatnál dolgozott mint tanácsadó: Bricostore Hungária Kft., AUDI Hungária Zrt, ING Biztosító ZRt., Vodafone Magyarország, Budapest Airport Zrt., Generali Zrt., FHB Bank Zrt, Budapest Bank Zrt.

70 éves a Híradástechnika folyóirat

BARTOLITS ISTVÁN

a HTE főtitkára



A Híradástechnika folyóirat jogelődje, a **Magyar Híradástechnika** 1946 szeptemberében jelent meg először. Ekkor azonban még nem önálló folyóirat volt, hanem a *Pattantyús Á. Géza* és *Terplán Zénó* által alapított Magyar Technika folyóirat mellékleteként jelent meg.

A 12-16 oldalas mellékleteket háromtagú szerkesztőség hozta létre: *Gerő István*, *Salló Ferenc* és *Valkó Iván Péter*. A mellékletnek 1946-ban még csak három, 1947-ben tíz, 1948-ban pedig már tizenegy száma jelent meg, legtermékenyebb szerzője *Kozma László* volt, de mellette többek között *Barta István*, *Istvánffy Edvin*, *Izsák Miklós*, *Simonyi Károly* és *Valkó Iván Péter* cikkei is megjelentek benne. Sajnos 1948 végén a Magyar Technika megszüntette a mellékleteket, így 1949-ben már nem jelent meg ebben a formájában lapunk „őse”, a Magyar Híradástechnika.

Az 1949-ben megalakult Híradástechnikai Tudományos Egyesület viszont alapító tagjai között tudhatta a korábbi szerkesztőket, akik 1950-ben – már a HTE lap-

jaként – folytatták a folyóirat kiadását. immár önálló lapként. Ehhez persze lapengedélyt kellett kérni, amit a HTE meg is tett, jelezve, hogy az 1950-es évfolyam a IV. évfolyama a folyóiratnak. Itt jött az első meglepetés, mely kissé megzavarta az évfolyamok számozását. A lapengedélyt az illetékesek – az akkori szabályoknak megfelelően – csak úgy adhatták meg, hogy az évfolyam-számozás újra induljon. Így – bár a jogfolytonosságot felvállalta a HTE –, egészen 1999-ig a Magyar Híradástechnika, majd 1962. januárjától a Híradástechnika folyóirat az 1950-től indított évfolyamszámmal jelent meg.

A lap tehát 1999-ben megünnepelte az ötvenedik évfolyamát, azonban *Simonyi Ernő*, az akkori főszerkesztő életre keltette a korábbi számokat és az 1999-es évfolyam részeként egy kötetben megjelentette az 1946–1950 között megjelent Magyar Híradástechnika számok faksimile kiadványát. Ezek az LI., LII., LIII. és LIV. évfolyamszámozást kapták meg, emiatt 2000-ben már LV. évfolyam-jelzettel jelent meg a folyóirat. Igaz, így az 1950-es szám egyszerre volt első évfolyam és ötvennegyedik évfolyam, de mivel 1949-ben nem jelent meg folyóirat, így módon a számozás az 1946-os kezdéshez képest folytonossá vált. A faksimile kiadvással pedig komoly kortörténeti dokumentumot mentett meg Simonyi Ernő és szerkesztőcsapata.

A jelenlegi szám tehát az első megjelenés dátuma alapján is, de az évfolyam számozása szerint is éppen a hetven éves évfordulón jelenik meg, amiért köszönet jár mindenkinek, aki a 70 év alatt szerkesztőként, szerzőként, olvasóként, támogatóként vagy bármilyen más módon hozzájárult ehhez a szép sorozathoz.

A folyóirat főszerkesztői:

Gerő István	1946–1948
Lévai Pál	1950–1957
Balogh Pál	1958–1965
Boglár Gyula	1965–1983
Tófalvy Gyula	1983–1990
Baranyi András	1990–1997
Simonyi Ernő	1997–2000
Zombory László	2001–2005
Szabó Csaba Attila	2005–

A HTE-ről



dióhéjban

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület (HTE) 67 éves múltjával hazánk infokommunikációs szektorának legpatinásabb szakmai szervezete, tevékenysége a távközléstől és az informatikától a hagyományos postai szolgáltatásokon át az internetig és a médiavilágig terjed. Az egyesület 60 jogi tagot, valamint közel 1000 magánszemélyt számlál. Berkein belül több mint 20 szakmai közösség (szakosztályok, klubok, munkahelyi és területi csoportok) munkálkodik. A HTE évtizedek óta testvérszervezete a világszintű mérnökszervezetnek, az IEEE-nek és az IEEE Communications Society-nek. A HTE a magyar infokommunikációs szakterület meghatározó szereplőjévé vált és rendszeres véleményformáló fejlesztési és szabályozási kérdésekben. A HTE lehetőséget biztosít arra, hogy az ágazat valamennyi szereplője fontos kérdéskörökben kommunikáljon, kifejtse véleményét, megossza tapasztalatait, bemutassa jövőbeli elképzeléseit, ugyanakkor az egyének szakmai kapcsolatrendszerének és karrierjének építésére is teret biztosít. A HTE tevékenységét, véleményformálását elismerten a szakszerűség, a kiegyensúlyozottság és a semlegesség jellemzi.

A HTE naptárában nem telik el hét szakmai találkozó, előadások, kerekasztal beszélgetések és egyéb szervezett események nélkül, de házigazdája volt számos tekintélyes nemzetközi tudományos konferenciának is, mint a *HPSR 2015* (IEEE 16th International Conference on High Performance Switching and Routing), az *ICC2013* (IEEE International Conference on Communications), a *FIA2011* (EU Future Internet Week), a *WCNC 2009* (IEEE Wireless Communications & Networking Conference), a *Networks 2008* (13th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium) stb., valamint olyan nagy látogatottságnak örvendő országos szakmai nagyrendezvény-sorozatoknak is, mint:

- a projektmenedzserek információcseréjét segítő, évente megrendezett *Projektmenedzsment Fórum*,
- a páratlan években megrendezett médiatechnológiai esemény, a *HTE MediaNet konferencia*,
- a páros években megrendezésre kerülő *HTE Infokom konferencia*, amely az infokommunikációs hálózatok és alkalmazások piaci, műszaki és szabályozási kérdéseit öleli fel.

A *HTE Infokom 2016* konferencia, amely elődjeivel együtt már 20. a sorban, idén október 12. és 14. között Tapolcán kerül megrendezésre. Szakmai programjában megtaláljuk az aktuális szakmapolitikai, hálózatfejlesztési és szabályozási témákat ugyanúgy, mint az okos város, a jövő internet, a tárgyak internete, az 5G hálózatok, a felhőkommunikáció és a big data napi közelségbe kerülő izgalmas témaköröit, valamint mindezek társadalmi hatásainak és szakmánk perspektíváinak vizsgálatát.

A HTE ars poeticájában tradicionálisan hangsúlyos szerepet kap a fiatalokkal való kapcsolat ápolása, a széles látókörű és tudományos érdeklődésű diákok tanulásának és pályaindításának segítése – hiszen ők alkotják majd a jövő szakembereit. Az egyesület amellet, hogy az arra érdemes hallgatóknak biztosítja a különböző rendezvényeken, konferenciákon, fórumokon való kedvezményes részvételt, különböző pályázatokat is hirdet. A *HTE Diplomaterv és Szakdolgozat Pályázatára* például az ország 15 egyeteméről nevezhetnek, de említést érdemel a *HTE Infokom diákszekciójának* szervezése is, vagy a *HTE Akadémia*, amelyek szintén a következő infokommunikációs nemzedék szakmai fejlődését kívánják támogatni.

HTE időszakos kiadványai mellett hagyományosan két folyóiratot jegyez: a *Híradástechnikát* és az *Infocommunication Journalt*. Míg a *Híradástechnika* inkább a hazai szakmai élet tükré, különszamai egy-egy fontos hazai konferenciához kapcsolódnak, az angol nyelven megjelenő *Infocommunication Journal* tudományos folyóirat. Az *Infocommunication Journal* elismertségét jelzi, hogy a Scopus, a Compendex és az Inspec nemzetközi adatbázisokban is szerepel.

További információkért keresse fel a HTE honlapját: www.hte.hu, kérdéseit, észrevételeit, javaslatait pedig az info@hte.hu e-mail címre készséggel várjuk!



Could we see the future? –

History of HTE Infokom conferences

Keywords: Seminar on Telecommunications in the Energy Industry, HTE Infokom conference history

The article presents the history of HTE Infokom conference series. The series started in 1978, the HTE Infokom 2016 conference was the 20th meeting with a great success. The article is a comprehensive retrospection for the previous meetings and examines the question whether we could see the future of telecommunications on these conference events.

Technology evolution of optical access networks

Keywords: Fixed Access, FTTH, GPON, NGPON, XG-PON, XGS-PON, NG-PON2, TWDM PON

In the optical access networks, network providers' target is to grant suitable bandwidth to their subscribers. This can be achieved by selecting the right access technology and network evolution. The article describes the NG-PON technologies (NG-PON1, XGS-PON, TWDM-PON), related standards, the path to build or migrate to next generation PON networks and the Nokia fiber access portfolio.

One-year-old experience of the measurement program for increasing consumer awareness and propagation enhancement of broadband telecommunication services

Keywords: consumer awareness, SW and HW test, upload speed, download speed, net neutrality

The article provides a short introduction about the public measurement and publication system of broadband Internet launched on 19 August 2015. It reveals operational experience of the one-year-old system, provides an overview of the measurement results and draws conclusions along statistical data. This article also analyses comments and possible improvements of experts and users in connection with usage of the system.

Application of information and communication technology in medicine

Keywords: medical informatics, medical systems, model based approach, tight glycaemic control, STAR

Model based approach can be effectively applied for the solution of medical diagnostic and treatment problems. These solutions enable the IT support of the resulted medical system and generally increase the systems efficiency. Thus, these solutions are highly beneficial for the healthcare system. In the article the general methodology of the model based approach is introduced by the development example of a concrete medical treatment system. The described development steps of the STAR tight glycaemic control system also illustrate how to solve the typical problems of the model based system development.

Three-dimensional technologies in dentistry

Keywords: 3D scanning, intraoral scanning, 3D modelling and printing, digital dentistry

Three-dimensional devices, software products are already available in dentistry as well, but their regular

usage is still not typical. The reasons for it were not looked for, but current 3D technologies, principles they are based on, and their applications in practice are discussed.

Answering the challenges of radio communications for underground areas

Keywords: repeaters, critical communication, RF networks, remote control

Providing proper radio service for underground infrastructures is a special case of shadowed and confined places because they have a number of challenging factors from radio reception point of view. The main goal of the present article is to introduce some of the major technical difficulties and their solutions applied in dedicated land mobile services and broadcast communications in the field of critical communication networks. Basic functionality of remote control is also described in the article besides hardware set up.

Extracting and utilization of diagnostics data in smart car environment

Keywords: OBD, CAN, vehicle diagnostics, IoT, SensorHUB, VehicleICT, Big Data, Hadoop, business intelligence

Vehicles are not just a means of transportation anymore. They are also entities that collect a great amount of data, captured by sensors such as the smartphones. Using appropriate devices and smartphones it is possible to extract the data and connect the vehicle to the Internet of Things (IoT) world. Based on the extracted data, using the SensorHUB framework, we developed community and analytic smartphone applications.

Building a data driven enterprise

Keywords: business analytics, decision support, business intelligence, Big Data

The volume of data stored by enterprises is exponentially increasing due to the ever-decreasing cost of data storage and the penetration of digital technology into all aspects of human life. The demand of analyzing this huge data volume followed shortly. New data types require new ways of analysis. The changes in the world of business analytics tools and methods have an impact on organizations. They also need to change if they want to support huge data volumes and stay competitive. There are several aspects of building a data driven enterprise and monetizing our data assets. Considering all aspects can make or break our endeavor to be a data driven enterprise. Build on existing assets. Plan a scalable, long-term infrastructure. Give the required tools and the necessary flexibility to analysts.

PROJEKTMENEDZSMENT A GAZDASÁGBAN

2017. április 6. (csütörtök) Budapest

SZERVEZŐ BIZOTTSÁG

Elnök

Prónay Gábor (Pro-COMpass Kft.)

Szervező Bizottsági tagok

Baczó Tamás (Ericsson)

Balogh István (IVSZ)

Bálint Ákos (IPMACERT)

Charaf Hassan (BME AAIT)

Csanádi Péter (Csanádi Csoport Kft.)

Cserna József (PMSZ)

Csutorás Zoltán (Adaptive Consulting)

Deák Csaba (Miskolci Egyetem)

Dervarics Ákos (Bay Zoltán Alapítvány)

Görög Mihály (Corvinus Egyetem)

Gyenes Péter (Nokia Networks)

Hajdú Miklós (BME)

Hegyháti Péter (RacioNet)

Kapitány Attila (HP Magyarország)

Károlyi László (Legrand Magyarország)

Kiss Mihály (T-Systems)

Kovács Endre (NMHH)

Kórácz Tamás (KPMG)

Magó Dalma (Telenor)

Mihály Anita (SchisCom)

Nagy Olivérné (HTE)

Nagy Péter (HTE)

Pap Gyula

Pethő Éva (Miniszterelnökség)

Strommer Pál (RacioNet)

Szádeczky-Kardoss Gábor (ÉTE)

Szalay Imre (PMI Budapest)

Szilágyi János (Legrand Magyarország)

Takács Gergely (Magyar Telekom)

Tárnoki Péter (FÖVOSZIPMA)

Török L. Gábor

A fórum célja

A világ globalizációja és technológiák fejlődése alapvető változásokat kényszerít ki a szervezetek felépítésében és működésében, a szakemberek együttműködésében, a sikerekhez nélkülözhetetlen egyéni kompetenciák fejlesztésében. Az évente megrendezésre kerülő Fórum, ebben a jubileumi évben is lépést kíván tartani az alkotó-üzleti világ nemzetközi tendenciáival, segítséget nyújtva a projektmenedzsmentben érdekelt vezetőknek és szakembereknek az új megoldások megismerésében, a különböző szakmai kultúrák együttműködését befolyásoló kapcsolatok építésében, a személyes kompetencia fejlesztések kívánatos irányainak megismerésében. Az előttünk álló korban egyre nagyobb szerepe lesz az egyénnek, az egyének együttműködésének, amihez a szervezeteknek is alkalmazkodniuk kell.

A horizontális együttműködés és -irányítás válik meghatározóvá, ami a projektmenedzsmentben jártas menedzserek számára könnyen befogadható. Az együttműködés és a kapcsolatok jobb lehetőséget teremtenek az innovációk megvalósításához, a változások kezeléséhez, a kiemelkedő tehetségek hatékony munkavégzéséhez. A komplex feladat megoldásokban egyre nagyobb szerepet kapnak az egyedi feladatra/projektekre/programokra szervezett csapatok és a munkájukat szervező projektmenedzsment. A Fórum a hazai és nemzetközi tendenciák figyelembevételével, a legjobb gyakorlatok, tapasztalatok bemutatásával és megosztásával kívánja elősegíteni a projekt sikert támogató kompetenciák fejlődését, valamint a projektmenedzszeri kapcsolati háló fejlődését, az egyéni felelősségvállalás és az ezzel összefüggő kölcsönös szakmai közösségi fejlődését, növekedését. A hagyományoknak megfelelően a Fórum a különböző iparági projekt tulajdonosok és projektmenedzserek éves találkozója, a tapasztalatcsere és kapcsolatépítés helyszíne, mely a hazai szakmai szervezetek mindegyike támogatásával valósul meg.

A huszadik, jubileumi Fórum kiemelt projektmenedzsment szakmai kérdései (melyek megvitatására szekció szerveződik):

- **az államigazgatás kiemelt projektjei** az olyan stratégiai jelentőségű, országos projektek munkáját,

tapasztalatait tekintti át, mint az oktatás digitális megújítása, kiemelkedő, világszínvonalú sportesemények, nemzetközi kutatás-fejlesztési beruházások. A szekcióban várhatóan országos nagy projektek felelős vezetőinek megszólalása várható. A szekció szervezését Strommer Pál SZB tag végzi, akit Hegyháti Péter SZB tag segíti a munkájában

- **innováció menedzsment** szekció a startup- és nagyvállalati innovációs projektek tulajdonosi és operatív felelősségi kérdéseivel foglalkozik. A szekció szervezését Deák Csaba SZB tag végzi, akit Dervarics Ákos SZB tag segíti a munkájában.
- **a munka világának megatrendjei** (Future of the Work) szekció, a technológiai fejlődés és a globalizáció hatására változó munka szervezetek, szakember kompetenciák, menedzsment módszertanok kérdésekkel foglalkozik (állás lehetőségek, szükséges kompetenciák, piaci tendenciák, szervezeti formák, motivációs megoldások). A szervezete-fejlesztési, módszertani- és HR kérdések bemutatásába, megvitatásába szociálpszichológusok, szociológusok, szervezete-fejlesztők, fejedelmek, vállalati HR szakemberek is bekapcsolódnak. A szekció szervezését Török L. Gábor SZB tag végzi
- **korszerű (state of art) projektmenedzsment megoldások** szekció a legújabb menedzsment trendeket (PM 2.0, PM 3.0), felfogásokat (agilitás), módszertanokat/eljárásrendeket (portfoliómenedzsment) kívánja bemutatni. A szekció szervezését Szalay Imre SZB tag végzi.
- **startup- és nagyvállalati innovációmenedzsment** projektmenedzsment összefüggései. A szekció szervezését Deák Csaba SZB tag végzi
- **agilis-lean szemlélet a projektmenedzsmentben.** A szekció szervezését Csutorás Zoltán SZB tag végzi.
- **az egyéni személyiség típusok** (MBTI) meghatározásával és azok projektmenedzsmentbeni lehetőségeit megvitató workshop is megszervezésre kerül. A workshopot Bálint Ákos és Csanádi Péter SZB tagok szervezik

A kiemelt szekciókban előadást tartani szándékozó jelentkezőket várják a szervezőkkel és koordinációval megbízott szervező bizottsági tagok **2017. január 9-ig** (a HTE Titkárság címén!)

A kiemelt témák mellett a Fórum az alábbi szakterületekkel kíván foglalkozni:

- a projektmenedzserek motiválása és ehhez kapcsolódó érdeklődési rendszer, karrier terv kialakítás és alkalmazásának legjobb gyakorlata
- a projektmenedzsment alkalmazását segítő vállalati kultúra elemek elemzése (különböző projekt kultúra érettségű szervezetek együttműködése)
- a távmunka, benne a virtuális munkacapatok projekt működési lehetőségei, feltételei, gyakorlati eredményei, különös tekintettel a multinacionális projektekre
- a projekt szponzorok és a projektmenedzserek együttműködése
- a projekt kommunikáció különböző szintjei, módszerei és gyakorlati megoldásai
- a tudásmenedzsment projektmenedzsmentbeni alkalmazása



20. Projektmenedzsment Fórum

PROJEKTMENEDZSMENT A GAZDASÁGBAN

2017. április 6. (csütörtök) Budapest

- projektmenedzsment kompetencia fejlesztések megoldási lehetőségei
- vállalati hálózatépítés (közösség építés) és szociometria szerepe, alkalmazása a projektmenedzsmentben
- kulturális gátak (műszaki-technikai, pénzügyi-üzleti, menedzseri) eltüntetésének módszerei, eszközei és felelősségei
- projekt kockázatok vizsgálata, kezelése
- program- és portfóliómenedzsment jellegzetességei, megoldási lehetőségei, gyakorlati tapasztalatai
- az innovációs projektek meghatározó kérdései (egyetemi-akadémiai kutatóhelyek és ipar kapcsolata, EU és más nemzetközi kapcsolatok, finanszírozás és szerzői jogvédelem kritikus kérdései, a hatékony működés kompetenciái, az eredmények mérése és elismertetése).
- projektmenedzsment esettanulmányok bemutatása

A huszadik Fórumon az előadások folyamatát, a hagyományoknak megfelelően a projektmenedzsment hazai jellemzőit és projektmenedzsmentet meghatározóan érintő vállalati-szervezeti kultúra kérdőíves felmérési eredményeit megvitató kerekasztal beszélgetés zárja.

A huszadik Fórumon a munka világának jövőjét vizsgáló szekció szakmai munkájának támogatására a Szervező Bizottság a korábbi évekhez hasonló kérdőíves kutatást szervez a szakmai közösségben. A Szervező Bizottság jóváhagyásával készülő kérdőívvel, interneten kerülnek megkeresésre a projektmenedzsment közösség tagjai. A kutatás eredményei a kerekasztal során kerülnek ismertetésre és megvitatásra. A kérdőív a www.hte.hu, a www.pmi.hu és a www.pmsz.hu portálokon megtekinthető, de a HTE Titkárságon kérhető az elektronikus elküldés. A kitöltött kérdőív visszaküldésének határideje **2017. február 13.**

A Fórumon a kiválasztott témákban 15 perces magyar vagy angol nyelvű (tolmácsolás nincs) előadás megtartására lesz lehetőség, amit 5 perces vita követhet. Az előadási idő meghatározását a Szervező Bizottság a beküldött tartalmi vázlat alapján végzi.

Amennyiben a Fórumon előadást kíván tartani, kérjük az előadás címének és max. 2 A/4 gépelt oldalas tartalmi vázlatának (az előadás célját, fő téziseit tartalmazó) és elfogadás esetén a kiadvány számára történő megírás vállalásának mellékelésével a HTE Titkárságra (1051 Budapest, Bajcsy Zsilinszky út 12. 502. iroda, e-mail: info@hte.hu) szíveskedjen eljuttatni legkésőbb **2017. január 30-ig.**

Az egyéni előadások és a kerekasztal programok elfogadásáról a Fórum Szervező Bizottsága dönt és írásos értesítést küld **2017. február 20-ig.**

A Fórum kiadványa elektronikus formában kerül megjelenítésre. Az előadásokat pdf. formátumban (max. 15 old.) az info@hte.hu címre kérjük beküldeni **2017. március 15-ig.**

Az elfogadott előadásokkal kapcsolatos formai követelményekről az előadók a visszaigazolásban kapnak értesítést.

A Fórumon való részvétellel illetve előadás tartással a PMI PMP minősítéséhez szükséges PDU (Professional Development Unit) pontok szerezhetők. A Fórumon való részvételtől illetve előadás tartásról kérésre a HTE Titkárságon kérhető igazolás. A pontok elismertetéséhez szükséges további információk a www.pmi.hu oldalon találhatók.

A hagyományoknak megfelelően a Fórum résztvevői megválasztják a legjobb előadót.

Szponzorok jelentkezését is várja a Szervező Bizottság **2017. január 30-ig.** A megkötendő szponzori/támogatási szerződés rögzíti a szponzor kötelezettsége mellett a lehetőségeit, a részére nyújtott szolgáltatásokat (Fórum felhívásain, kiadványán való megjelenés, a Fórum helyszínén megadott méretű reklámfelület elhelyezése)

Akik hallgatóként kívánnak részt venni a Fórumon, azok számára a jelentkezés határideje: **2017. március 31.**

Részvételi díj: **59.500.- Ft + ÁFA**

Részvételi díj előadóknak és HTE, PMI Budapest, PMSZ tagoknak: **54.500.-Ft + ÁFA**

Részvételi díj szponzorok szakembereinek és vállalatok szakembereinek a 4. befizetett résztvevőtől: **47.500.-Ft + ÁFA**

Doktoranduszoknak: **25.000.-Ft + ÁFA**
HTE Akadémia által elfogadott dolgozattal pályázó hallgatóknak: **3.150.-Ft + ÁFA**

A részvételi díj 11.000.-Ft + ÁFA továbbszámlázott ellátást tartalmaz, melyet a kiállított számlán feltüntetünk.

A megegyezett szponzorálási díjról, illetve a Fórum részvételi díjáról a HTE a szponzor megállapodás megkötése után, valamint a jelentkezési lap beérkezése után számlát küld.

Lemondás: Kizárólag írásban lehetséges. A rendezvény előtt 30-15 nap közötti lemondás esetén a részvételi díj 50%-át tudjuk visszautalni. 15 napon belüli lemondás esetén a díjat nem áll módunkban visszatéríteni.

Várjuk előadók, résztvevők, és szponzorok jelentkezését!

A RENDEZVÉNY SZPONSZORAI

ERICSSON MAGYARORSZÁG
IPMACERT
LEGRAND MAGYARORSZÁG
MAGYAR TELEKOM
NOKIA
PRO-COMPASS
RACIONET
T-SYSTEMS

A SZERVEZÉSBN EGYÜTTMŰKÖDŐ PARTNEREK

ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET
(ÉTE)
FŐVÁLLALKOZÓK ORSZÁGOS SZÖVETSÉGE
(FŐVOSZ)
HTE PROJEKTMENEDZSMENT SZAKOSZTÁLY
(TIPIK)
INFORMATIKAI, TÁVKÖZLÉSI ÉS
ELEKTRONIKAI VÁLLALKOZÓK SZÖVETSÉGE
(IVSZ)
MAGYAR PROJEKTMENEDZSMENT
SZÖVETSÉG
(PMSZ)
NEMZETI MÉDIA ÉS HÍRKÖZLÉSI HATÓSÁG
(NMHH)
PMI BUDAPEST MAGYAR TAGOZAT



