

Future Internet and Smart Cities, avagy a jövő internete és az okos városok

KOVÁCS KÁLMÁN, BAKONYI PÉTER

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Egyesült Innovációs és Tudásközpont
kovacsk@mail.bme.hu, bakonyi@eit.bme.hu

Kulcsszavak: okos város, jövő internet, IoT, Big Data, integrált intelligens infrastruktúra, Smartpolis – Smart City Regionális Kiválósági Központ

A gyorsuló urbanizációs folyamat, az egyre nagyobb koncentráció révén keletkező tömegszolgáltatási problémák mellett növekszik az egyéni igényeket kielégítő szolgáltatások iránti tömeges kereslet is. Olyan intelligens megoldásokat kell találnunk, amelyek egyrészt igen hatékonyak és fenntarthatóak, másrészt elősegítik a gazdasági prosperitást és az egyre komfortosabb, biztonságosabb életvitelt. A jövő internet az a platform, amely ezeket a kihívásokat kezelni tudja és az okos város (Smart City) koncepció egyike azon megoldásoknak, amelyek a jövő internet segítségével a fent felsorolt problémákra megoldást kínálnak. Ezért felértékelődött, s mára már különösen fontosá vált a jövő internetének és ezzel párhuzamosan az okos városok kialakításának egyidejű kutatása, s ehhez kapcsolódóan a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem bázisán létrejövő Smart City Regionális Kiválósági Központ (Smartpolis).

1. Bevezetés

A 20. század elejétől kezdve – elsősorban az iparosítás, majd az újabb és újabb technológiai fejlesztések által indukált, egyre bővülő közösségi szolgáltatások rendkívül gyors fejlődése és elterjedése révén – rohamosan növekszik a világ energia- és ásványianyag-felhasználása, a forráskészletek felélése, környezetünk terhelése, s mindezekkel párhuzamosan gyorsul az urbanizáció folyamata. A felmérések alapján a harmadik évezred elejére a folyamatok fenntarthatósága szempontjából több területen is elértük a kritikus pontot. Van, ahol magát a trendet kell gyökeresen megváltoztatnunk. Ilyen például a széndioxid kibocsátás, a fosszilis energia-készletek, az esőerdők, vagy az édesvíz készletek területe, ahol a további növekedés helyett csökkenést kell elérnünk. S természetesen van, ahol a trendet magát nem tudjuk megváltoztatni. Ilyen például az urbanizáció folyamata: a világ lakosságának több mint fele városokban él, s ezen belül a fejlett országokban ez az arány még magasabb, az Európai Unió esetében már eléri a 75 százalékot. Ráadásul a városokban növekszik a leggyorsabban az energiefelhasználás (és nő a környezet terhelése), hiszen az egyre nagyobb koncentráció révén keletkező tömegszolgáltatási problémák mellett rohamosan növekszik az egyéni igényeket kielégítő, testre szabott szolgáltatások iránti társadalmi méretű kereslet is. Városi környezetben kell tehát elsődlegesen megtalálnunk azokat a megoldásokat, amelyek a hosszú távú fenntarthatóságot biztosíthatják.

Az IKT (Infokommunikációs Technológia) az a kulcs-technológia, amely ezeket a kihívásokat kezelni tudja és a Smart City (másnéven okos város) koncepció egyike azon megoldásoknak, amelyek az IKT segítségével a fent felsorolt problémákra hatékony választ kínálnak. Az IKT, és annak meghatározó elemeként az internet ös-

szeköti és erősíti az ember–ember, ember–gép, gép–gép kapcsolatokat, elősegíti azok bővítését, az infrastruktúra fejlesztését, az üzleti tevékenységet. Így épül ki fokozatosan az IKT és a társadalom egymásra utaltsága és fonódik össze a jövőbeli fejlődésük. Ennek IKT oldali kritikus eleme a „jövő internete” (Future Internet), azaz a robbanásszerűen növekvő igények kielégítésére alkalmas kommunikáció-technológiai felület létrehozása.

Ilyen módon a jövő internet kutatása és fejlesztése, valamint a okos város alkalmazás-kutatási és szolgáltatás-fejlesztési tevékenységek szorosan összekapcsolódnak. Hiszen a következő évtizedek intelligens városi szolgáltatásainak kifejlesztésekor figyelemmel kell lennünk arra a megváltozó internetes technológiai környezetre (jövő internete), amelyen meg kell valósulniuk. És fordítva, a jövő internet kutatások során fontos szem előtt tartanunk azokat a nagy fejlesztési és szolgáltatási irányokat, amelyek kiszolgálására hosszú távon alkalmas (azaz gyors, biztonságos és nem utolsó sorban energiatékony) eszközt kívánunk megalkotni. Ennek a szakmai felismerésnek köszönhetően jött létre a Jövő Internet Nemzeti Technológiai Platform keretében az azóta már jelentősen önállósodott Smart City Tagozat.

Ennek a cikknek a tárgya a jövő internet és ezzel párhuzamosan az okos város szolgáltatások kutatása jelentőségének, előzményeinek és lehetőségeinek elemzése és bemutatása. A második szakaszban bemutatjuk az EU Smart City kezdeményezését. A harmadik szakaszban röviden áttekintjük a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen (BME vagy Műegyetem) folyó jövő internet kutatásokat, a negyedikben a BME Egyesült Innovációs és Tudásközpont (BME EIT) koordinálásában kialakított smart city K+F+I kompetenciát. Az ötödik szakaszban pedig bemutatjuk a Smartpolis program keretében a Műegyetem bázisán megvalósuló Smart City Regionális Kiválósági Központot.

2. Az EU Smart City kezdeményezése

E részben bemutatjuk az Európai Unió Smart City kezdeményezését, a Horizon 2020 célokkal összhangban kidolgozott fejlesztési stratégiáját és támogatási rendszerét.

2.1. Társadalmi és szakmai kihívások

A városok a gazdaság és a társadalom kiemelt szereplőivé válnak, elsősorban az urbanizáció és a tudásintenzív gazdaság kialakulása, valamint az egyre növekvő fogyasztás és károsanyag-kibocsátás miatt [1]. Az EU 20-20-20 célkitűzésének teljesítése (20% károsanyag-kibocsátás csökkentése, 20% megújuló energia, 20% energiahatékonyság-növelés) azt jelenti, hogy az energia-felhasználás, a közlekedés és az infrastruktúra területén dinamikus változás szükséges és ebben a városoknak kulcsszerepük van. Az EU-ban a lakosság 75%-a városokban él, a felhasznált energia 70%-át használja fel és ugyanez az arány a károsanyag-kibocsátás területén.

Az EU-ban 2005-ben széles körben történtek intézkedések az energiefelhasználás csökkentésére, de a kezdeti kedvező hatások 2009 után már nem érvényesültek, s a rendszer 2013-ra lényegében visszaállt ugyanarra a gradiensű növekedési pályára [2]. Az elemzők az okokat többek között abban látták, hogy az egymástól független iparági megoldások nem álltak össze integrált, egymást erősítő rendszerré, a kezdeményezések nem koncentrálták a legkritikusabb területre, a városokra, s megoldások hosszú távú üzleti modellje sem készült el.

2.2. Intelligens válaszok

A városokban számos más feszültségpont is van. Ilyenek a közüzemek (pl. gáz- és vízellátás, a közlekedés), a mindennapi élet környezetei (pl. a lakóépületek, intézmények, munkahelyek), az ipari-szolgáltató övezetek és a zöldterületek. Olyan intelligens vagy más néven „okos” megoldásokat kell találnunk, amelyek igen hatékonyak és fenntarthatóak egyrészt, másrészt elősegítik a gazdasági prosperitást és az egyre komfortosabb, biztonságosabb életvitelt. Ezt úgy lehet leghatékonyabban elérni, ha mobilizáljuk a város összes erőforrását és koordináltan, az új technológiák alkalmazásával alakítjuk ki a fejlesztési stratégiát. Az okos város (Smart City) kezdeményezés, stratégia, majd megvalósítási terv különösen a következő területek fejlesztésére hat ki: kormányzás, életvitel, mobilitás, gazdaság, környezetvédelem és energiaellátás.

2.3. Az EU Smart City stratégia és megvalósítási terve

Az új kezdeményezés lényege, – tanulva a 2005-ben bevezetett első intézkedések sikertelenségéből – hogy széleskörű, átfogó, integrált, fenntartható „okos város” megoldásokat fejlesztünk ki az energetika (épületek és szolgáltatások), a mobilitás (azaz a közlekedés) és az infokommunikációs technológiák területén. Ezek a megoldások közösek és átvihetők városról városra. Számos megoldás már kifejlesztésre került, de még hiányzik a nagyobb mértékű ipari bevezetés.

Az EU Smart City program új paradigmaként jelenik meg a városok technológiai, gazdasági és szociális témájú fejlesztéseiben:

- Felgyorsítja az innovációt és a befektetéseket, hogy a társadalmi, gazdasági és környezeti feltételek javuljanak.
- Jelentős előrelépést hoz az életminőség, a fenntarthatóság és a versenyképesség területén:
- Fenntartható üzleti modelleket alakít ki és kínál, növeli a hatékonyságot és versenyképességet helyi és EU szinten.

A stratégia megvalósítási tervében az EU tizenegy egymással összefüggő prioritási területet jelölt meg [3]:

1. Társadalmisítás – polgárok bevonása az átalakulási folyamatokba.
2. Politika és szabályozás – fejlesztést támogató környezet kialakítása.
3. Integrált tervezés – ágazatokon és igazgatási határokon átívelő megoldások.
4. Tudásmegosztás – megoldások terjesztése, innovációs képesség kialakítása.
5. Indikátorok – fejlődési (átalakulási) paraméterek meghatározása, mérése.
6. Adatmegosztás – információszabadság és a személyes adatok védelme.
7. Szabványosítás – biztosítva a fejlődés konzisztenciáját (alkalmazhatóság).
8. Üzleti modell és támogatás – integrált megoldások EU- és világszintűen.
9. Fenntartható városi mobilitás (közlekedés).
10. Fenntartható városrész és épített környezet.
11. Integrált infrastruktúra és szolgáltatások.

Megvizsgálva ezek kölcsönhatásait, az egyes prioritásokat csoportosítani lehet aszerint, hogy a döntési folyamathoz, a társadalmi kohéziót erősítő belső információ és tudásmegosztás kérdésköréhez, vagy a finanszírozás, azaz a működés anyagi fenntarthatósága kategóriájába tartozik. Az első nyolc prioritás horizontálisan megjelenik mind a három szakmai prioritásterületen. A maradék három prioritás pedig valójában a megvalósítás átfogó szakmai területeit jelenti. Ezt a kölcsönhatást és a stratégia megvalósításának belső folyamatait mutatja be az 1. ábra.

1. ábra A Smart City stratégia prioritás területei [4]



3. Jövő internet kutatások a BME-n

A 2. szakaszban bemutatott Smart City stratégiai elképzelések megvalósítása szükségessé teszi a környezet, az eszközök, az igények és a szolgáltatások közös adaterendszerének létrehozását és az arra épülő integrált intelligens megoldásokat. Ehhez nyilvánvalóan jelentős kutatásokat és fejlesztéseket kell végrehajtanunk az IKT területeken, különösen a jövő internet témakörökben. Itt is a jövő internet fogalmának tágabb értelmezését használjuk, beleértjük az Internet of Things (IoT), a Big data, az IPv6, a cloud és egyéb kapcsolódó témaköröket is.

A következőkben ezért rövid áttekintést adunk a Műegyetemen, elsősorban a Villamosmérnöki és Informatikai Karon (VIK) folyó jövő internet kutatási és alkalmazott kutatási eredményekről. A téma szerteágazó jellege miatt nem törekszünk teljességre, de számos jellemző tématerületet bemutatunk. A példákat javarészen a BME jelentős szerepvállalása mellett megvalósuló, kitűnő eredményeket hozó „Jövő internet kutatások az elméletől az alkalmazásig (FIRST)” [5] és az „Infokommunikációs technológiák és a jövő társadalma (FuturICT.hu)” [6] című TÁMOP projektekből vettük. Külön kitérünk a Smart City területekhez kapcsolódó kutatási témákra.

3.1 A jövő internetének elméleti alapjai

A jövő internetének elméleti alapjai témakörben a BME leginkább az adatvédelem, adatbiztonság megerősítésének lehetőségeit kutatta, valamint az informatikai hálózatok matematikai (logikai) modellezésével, számítástudományi megalapozásával foglalkozott. Az adatbiztonság az okos város szolgáltatások megbízhatósága és a biztonságos szolgáltatásba vetett bizalom szempontjából alapvető kérdés.

3.2 A modern hálózati technológiák

A jövő internet kutatások másik nagy fejezete a modern hálózati technológiák (pl. xDSL, LTE, Wi-Fi, WiMAX) sztochasztikus modellezése, valamint olyan fontos területek, mint például a médiaszolgáltatások (VoIP, video streaming, IPTV) minőségi paramétereinek online vizsgálhatósága, a skálázható forgalomnedzsment és erőforrás-allokációs módszerek kutatása. A smart city alkalmazhatóság szempontjából is meg kell felelnie a jövő internetének olyan kihívásoknak, mint a

- hozzáférés biztosítása bárholonnan, bármilyen eszközzel az elvárt minőségben,
- mobilitás biztosítása tetszőleges hálózati technológiák és rendszerek között,
- felkészülés a tárgyak internetének (IoT) hálózati kihívásaira az átbocsátóképesség jelentős növelésével,
- a növekvő arányú multimédia-forgalom hatékony kezelése.

A BME által elért néhány releváns eredmény:

- Többszörös hozzáférésű csatornák modellezése.
- Mérések a földi digitális sugárzású TV sávok vételi frekvenciáinak környezetében, mozgó eszközökön elhelyezett műszerekkel, városi környezetben.

- A DFCP transzport protokoll sikeres összehasonlító teljesítményelemzése teszthálózati, ns-2 szimulációs és EMULAB környezetben.

3.3. Tartalomfejlesztés és adatbányászat

A tartalomfejlesztés területén elsősorban a testreszabható tartalomkezelő eljárások, azaz a felhasználó által előírt elvárásoknak megfelelő alkalmazások létrehozása és az alkalmazást alkotó komponensek felhasználóbarát áttekinthetőségének biztosítása a cél, amelyhez multimodális kommunikációt megvalósító felhasználói felület tartozik. A BME-VIK munkatársai további kutatásokat céloznak meg a szemantikus keresés témakörében, valamint vizsgálják, miként lehet a 3D interneten megjelenő 3D-s tartalmat és a tárgyak internetét, azaz, az interneten megjelenő valós tárgyak, eszközök, robotok által biztosított interaktív dinamikus tartalmat hatékonyan kezelni távolságtól függetlenül több felhasználó együttes kollaborációjában.

Itt is érdemes kiemelni néhány fontos eredményt:

- Szemantikus képkeresés olyan esetekben, amikor nem állnak rendelkezésre metaadatok a kereséshez, csak a képek tartalmi információit tudjuk használni.
- Tanulóállományra építő gépi tanulási módszer alkalmazása ismeretlen képi állományban történő szemantikus keresés során.
- Saját titokvédő algoritmusok továbbfejlesztése.
- Videó-visszakereséssel, böngészéssel és multimédia visszakeresést támogató adatszerkezetek vizsgálata.

3.4. A tárgyak internete

Mint a bevezetőben említettük, a jövő internet fogalomkör tágabb értelmezésével dolgozunk, amelynek egyik fő eleme a tárgyak internete. Ebben a témakörben a BME-n többek között az alábbi területeken végeztek kutatásokat:

- Infokommunikációs eszközök energiahasználatának hatékonysága.
- Az IoT heterogén, nagyszámú kommunikációs elemek rendszerszintű modellezése és tervezése. IoT hálózat függőségének olyan módon történő kialakítása, ami a megbízhatóságot, biztonságot és titkosságot a több milliárd különböző, heterogén eszköz egyedi hitelesítési mechanizmusánál is figyelembe veszi.

A tárgyak internete témakörben megjelennek a Smart City szolgáltatások kutatására és fejlesztésére irányuló témák is, mint például:

- Időskori életvitel intelligens segítése (távfelügyelet) érdekében internetre csatlakozott, fejlett érzékelőkkel, elektronikai és automatizált eszközökkel kialakított monitoring és beavatkozó rendszerek fejlesztése.
 - Időjárásmérő és -előrejelző hálózat fejlesztése, klímaváltozáshoz való intelligens alkalmazkodás kutatása.
- Néhány kapcsolódó további eredmény:
- Adatfeldolgozási algoritmusok Sensor Web szolgáltatáshoz.

- Szenzoradatok integrálása Sensor Web szolgáltatáshoz.
- Szenzorok, mérőrendszerek hibáinak kompenzálása inverz módszerekkel.

3.5. Jövő internet közösségi alkalmazások

Külön említjük a jövő internet közösségi alkalmazások K+F témakörét, mert közvetlenül kapcsolatban vannak az okos városi szolgáltatások fejlesztésével.

A cél olyan szolgáltatási platformok, és hozzájuk tartozó, közösségi érzékelésen, intelligens eszközökön és rendszereken alapuló adatgyűjtési és feldolgozási módok kutatása és kifejlesztése, amelyek biztosítják a Smart City koncepcióba illeszkedő intelligens szolgáltatások fejlesztési környezetét. A szerteágazó témákból itt is kiemelnénk a – számos érzékelő szenzorral (pl. GPS, mikrofon, kamera stb.), vezeték nélküli interfésszel (pl. Wi-Fi, Bluetooth, GSM/3G/4G stb.) és állandóan kommunikációs kapcsolattal, valamint egyre növekvő teljesítményű processzorral rendelkező – okos telefonra épülő pilot-alkalmazásokat, valamint ezzel összefüggésben a nyitott, mobil-alapú közösségi érzékelés keretrendszer és szolgáltatási platform kifejlesztését.

Néhány idevágó eredmény:

- Mobil-alapú közösségi érzékelés területén crowdsourcing és crowdsensing alkalmazásokat támogató kommunikációs és szolgáltatási keretrendszerek vizsgálata.
- Adattárházak építése elosztott technológiákra alapozva.
- Intelligens oktató–hallgató (UDPROG) rendszerek fejlesztése.
- Kontextus (hely, idő, jármű típus) alapján várható események előrejelzése (pl. utastájékoztató rendszer mintaalkalmazás fejlesztése).
- Pontatlan adatokból megfelelően nagy megbízhatóságú adatok előállítására mobil környezetben.

Fontos lépés a hazai jövő internet K+F+I területén a Jövő Internet Kutatáskoordinációs Központ (FIRCC) által [7] 2013-ban elindított Jövő Internet Nemzeti Kutatási Akcióprogram (JINKA), amely a hazai jövő internet kutatások folyamatos feltérképezését és koordinációját célozza [8].

4. Okos város K+F+I a Műegyetemen

4.1. Okos város kutatások a BME EIT koordinációjában

Az BME Villamosmérnöki és Informatikai Kara 2009-ben azzal a céllal hozta létre az Egyesült Innovációs és Tudásközpontot (BME-EIT), hogy kari szintű szolgáltató központként részt vegyen a VIK feladatainak ellátásában, szolgáltatásaival segítse a kar szervezeti egységeinek és munkatársainak tevékenységét, valamint a különböző VIK-érdekeltségű szakterületeken integrált, koordinált K+F+I feladatokat lásson el. Az EIT az elmúlt hat évben 12 projektet (összesen mintegy 6 Mrd Ft pályázati támogatást) menedzselte sikeresen.

Az EIT feladata többek között, hogy a több tanszékhez, esetleg több karhoz tartozó, több szakterületet érintő

komplex tématerületeket koordinálja. Az egyes tanszékek, illetve kutatócsoportok önkéntesen vesznek részt az EIT koordinációban, azzal a céllal, hogy a közösen felmutatott szakmai potenciál révén nagyobb eséllyel tudnak bekapcsolódni nagyobb konzorciumokba, K+F+I pályázati és ipari projektekbe. Ilyen koordinációs terület például a Műegyetemen folyó úrkutatási tevékenység, vagy éppen az okos város kutatások és fejlesztések.

Az okos város témakörben az EIT jelentős hazai és nemzetközi aktivitást fejt ki. Az EIT szervezi a Jövő Internet nemzeti Technológiai Platform keretében létrejött Smart City Tagozatot, melyben részt vesznek a kormányzat, az önkormányzatok, a ipari szolgáltatók és az akadémiai oldal képviselői is. Az EIT szervezésében a BME részt vesz több H2020-as nemzetközi pályázati konzorciumban is Smart City témában.

4.2. A BME okos város kompetencia területei

A BME EIT az elmúlt másfél évben hét kar önkéntes együttműködésében összeállított egy javaslat- és kompetencia gyűjteményt [9] az EU követelményeit teljesítő Smart City koncepció implementációjához. Ennek alapján az alrendszerek és a koordináló BME karok listája a következőképpen alakult:

1. *Smart energetika:*
Villamosmérnöki és Informatikai Kar és Gépészmérnöki Kar
2. *Intelligens urbanisztika:*
Építészmérnöki Kar
3. *Intelligens közlekedés:*
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
4. *Klímaváltozás:*
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
5. *Környezetvédelem:*
Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
6. *Életminőség – egészségügy:*
Egyesült Innovációs és Tudásközpont
7. *Közösségi részvétel a városfejlesztésben:*
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
8. *Vízminőség és vízgazdálkodás:*
Építészmérnöki Kar
9. *Integrált intelligens infrastruktúra:*
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
10. *Smart alrendszerek informatikai támogatása:*
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Az alrendszerek integrációját az Egyesült Innovációs és Tudásközpont végzi.

4.2.1. Smart energetika

Az intelligens energia és hatékony hálózatok területén célszerű mintaprojekteket indítani, amelyek a helyi adottságtól függően az alábbi feladatokat oldanák meg:

- villamos hálózati energiamedzsment, megújuló energiák, energiatárolás, vezérlés, fogyasztói befolyásolás összehangolása nagyvárosi szinten,
- a városi (közúti és vízi közlekedés) és a nagytávolságú (vasúti) közlekedés, valamint a villamosenergia-rendszer együttműködése tárolási funkciók megvalósításával,

- hőszivattyúk bevonása a villamosenergia-rendszer szabályozásába,
- különböző energiaszállító infrastruktúrák összekapcsolása energiatárolás céljából,
- intelligens közvilágítási rendszerek kialakítása.

A már működő és a létesítendő mintaprojektek során keletkező adatokat egy közös platformra gyűjtve lehetővé válik a rendszerszintű szabályozási tartalékok felajánlásából és igénybe vételéből adódó megtakarítások optimalizálása.

Online épületenergetikai döntéstámogató rendszer kidolgozása (Smart Buildings as Microgrids), amelyben megvalósul az épületállomány hő- és villamosenergia-fogyasztásának mérése és távfelügyelettel történő nyomon követése, elemzése (optimalizálása) és a beavatkozás lehetősége.

4.2.2. Intelligens urbanisztika

Cél az évszázadok, évezredek során megszerzett, megtapasztalt tudás felelevenítése és „újrahasznosítása” az intelligens – azaz védett, biztonságos, természetközeli, költséghatékony és emiatt fenntartható – épített városi környezet érdekében. A megvalósítás eszközei:

- Egyensúlyi helyzetek megteremtése az épületek és közterek egymást kiegészítő, harmonikus egyensúlyában, az időjárás szélsőségek hatásainak csökkentésével.
- Energiagazdálkodásban a helyi energiák felhasználása, a „szelíd” (emberi erővel folytatott) közlekedés lehetőségeinek bővítésével.
- Fenntarthatóság a városépítészetben a regionális karakterek erősítése, a felhagyott városrészek funkcióváltása, helyi, illetve újrahasznosított anyagokból építkezés stb.
- Fenntartható közösségek, több generációban gondolkodva.

Az IKT alkalmazása lehetőséget ad a hasonló adottságú területekkel való összevetésre, a mindenkori optimumok keresésére és a folyamatos monitoringra.

4.2.3. Intelligens közlekedés

Egy intelligens közlekedési rendszer tipikus K+F+I elemei:

- Pálya: energia-visszatápláló rendszerek, járműirányító rendszerelemek pozíciójelző elemek.
- Jármű: e-gépkocsi rendszerek (töltőállomás-kiosztás), autonóm járművek, flották.
- Irányítás: dinamikus forgalomirányítás, a közlekedési ágazatok információcseréje, csúcspont optimalizálása a forgalmi dugók elkerülése érdekében, dinamikus érkezési és távozási útvonal optimalizálás, csoportszintű vezérlés.
- Szolgáltatás: útvonalválasztási tanácsadó rendszer, aktív és passzív útvonalirányító és konfliktuskezelő rendszerek.

4.2.4. Klíma

Éghajlati szélsőségek kezelése városi környezetben:

- A klímaváltozással összefüggő szélsőségek gyakoriságának és intenzitásának lokális feldolgozása, a hősziget-hatás fokozó hatásának kezelése (pl. a lakó- és irodaépületek intelligens hűtési rendszere).
- Egyes légszennyező anyagok esetében (pl. PM₁₀, PM_{2,5}, O₃) a városokon kívülről származó nagytávolságú légköri transzport szerepe.
- Az időjárás változékonyságának élettani (keringési, pszichés), közlekedési (baleseti), korróziós stb. hatásainak vizsgálata, előre jelzése, mérséklése.

4.2.5. Környezetvédelem

A környezetvédelmi kutatások kapcsolódó témái:

- Városi szennyezett (főként ipari) területek megtisztítása (remediációja) „talajcsere” helyett új, innovatív biotechnológiák alkalmazásával, amelyekkel hosszútávon fenntartható a talaj minősége. A cél olyan intelligens talajkezelési technológia kidolgozása, amely az atmoszférába történő szénkibocsátást és a szerves szén talajban tartását, egyszersmind a leromlott és szennyezett talajok javítását is szolgálja.
- Hulladékok kockázatmentes hasznosítása innovatív technológiai megoldással talajjavításra és termeszto közeg létrehozására a városi zöld területek növelése érdekében.
- Szennyvízkezelés hatékonyságának növelése speciális szenzorok és intelligens szűrőrendszerek alkalmazásával.

4.2.6. Életminőség és egészségügy

A K+F célja olyan IKT technológiák alkalmazása, melyek segítségével az idős emberek életminősége javítható, biztonságérzete növelhető saját otthonukban, illetve megszokott környezetükben. Távfelügyeleti rendszerek segítségével az eddig csak kórházban végzett rehabilitációs folyamatok nagy része elvégezhetővé válik kontrollált környezetben, a saját otthonunkban is. E rendszerek másik eredménye, hogy a megfelelő élettani paraméterek, viselkedési minták és mentális képességek követésével a betegségek hamarabb detektálhatók, és ezáltal könnyebben gyógyíthatók.

A kutatott technológiák többek között a következők:

- 3D kamerán alapuló, emberi mozgást felismerő programok a rehabilitációs tornagyakorlatok tanulására és ellenőrzésére;
- Virtuális társas jelenlétet visszaadó kommunikációs eszköz;
- Otthoni tevékenységek detektálására, az egészségállapot figyelésére passzív szenzorok, okos mérők, intelligens beavatkozó rendszerek.

4.2.7. Közösségi részvétel a városfejlesztésben

Cél az érintett közösségek bevonása, aktív részvétele a városfejlesztésben, az „okos kormányzás” megvalósítása a legújabb IKT technikák felhasználásával.

Például:

- különböző városi társadalmi csoportok, valamint az Y és a Z generációs („IKT bennszülött”) fiatalok város használati (azaz épület-, közlekedés-,

- munkahely-használati stb.) módjának és média szokásainak feltérképezése,
- ezek összefüggésrendszerében kreatív kulturális és társadalmi tőkék felmérése és az abban rejlő fenntartható városfejlesztési potenciál kihasználása.

4.2.8. Vízhőszigetelés és vízgazdálkodás

A jelenlegi infrastruktúrát a mára hibásnak tekintett koncepció jellemzi: a jelenlegi rendszer nem fenntartható, nem érvényesül a költség- és energiahatékonyság, hiányzik az erőforrás-menedzsment és a körforgások zárása (víz és anyagok – foszfor, nitrogén, nehéz fémek stb.), nincsenek benne „okos” megoldások (pl. intelligens mérők). Alapvető cél a szürke szennyvíz, csapadékvíz, öblítéssel WC, szennyzők szétválasztása, szabályozás a keletkezés helyén és decentralizáció.

A megvalósítás legfontosabb elemei:

- A smart elemek (pl. intelligens fogyasztásmérők) alkalmazása.
- A háztartásokban a különböző vízhasználatok során keletkező és lényegesen eltérő szennyezettségű vizek szétválasztása és eltérő kivezetése, új szennyvízcsatornázás és tisztítási rendszer (pl. decentralizált tisztítás).
- A szállított vízmennyiségek és a rendszer energiaigényének csökkentése.
- Csapadékvíz-visszatartás és -használat (ivóvízhasználat részleges kiváltása, ivóvíz és szennyvízrendszeren szállított vízmennyiségek csökkentése).
- Szennyvíz-hőenergia hasznosítása környező épületek fűtésére és hűtésére.
- Zérus energiamérlegű, illetve energiatermelő szennyvíztisztító telepek.

4.2.9. Infokommunikáció

Célkitűzések:

- Városi szintű kapcsolt adatbázisok, valamint közcélú nyílt adatbázisok létrehozása és folyamatos töltése a legkorszerűbb adatgyűjtési technikákkal.
- A jövő lehetséges infokommunikációs szolgáltatásainak bevezetése a helyi lakosság és vállalkozások interaktív bevonásával.
- Az így kialakult infokommunikációs szolgáltatások működőképességének, használhatóságának, fogadtatásának tesztelése,.
- A lakosság képzése az infokommunikációs eszközök és a smart szolgáltatások igénybevételének segítése céljából.

Közvetlen alkalmazási területek:

- Városkártya (arcképes intelligens kártya) segítségével korszerű, közösségi szolgáltatások igénybevétele. A csatlakozó helyi kkv-k hatékony marketing-eszközhöz jutnak.
- Virtuális idegenvezető: a város turisztikai kínálatát bemutató mobilalkalmazás, valós idejű és teljes értékű idegenvezető, amellyel a legfrissebb városi programok is elérhetőek.
- Felhőalapú szolgáltatások, szerverek, adattárolók és szolgáltatások (pl. dokumentum-kezelés) kiváltására.

- Biztonság (pl. járműkövetés, iskolai diákazonosító beléptető rendszer stb).
- Tanulás, oktatás (virtuális közösségi tér a virtuális tanteremben).

5. A BME Smartpolis programja

A BME Smart City Regionális Kiválósági Központot kíván létrehozni a „Smartpolis” uniós pályázati projekt keretében, amelyben a BME konzorciumi partnerei a Fraunhofer Fokus Institute (Berlin), az Urban Software Institute GmbH (Chemnitz), valamint a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (SZTNH).

A BME EIT szervezésében, az SZTNH vezetésével létrejött nemzetközi konzorcium a Horizon 2020 Teaming kétfordulós pályázati program első fordulójában közel 400 ezer euró támogatást nyert egy budapesti, több országra kiterjedő, regionális kiválósági központ létrehozását megalapozó üzleti terv kidolgozására, amelyben igazolnia kell, hogy a létrehozandó központ mind a hazai, mind a közép-kelet-európai, régiós okosváros-fejlesztésekhez jelentős szakmai hozzájárulást tud majd hosszú távon is biztosítani [10].

A Teaming második fordulójában a kidolgozott üzleti tervek alapján kilenc nyertes pályázat lehet, amelyek egyenként 15 millió Euro EU-s támogatást kapnak, hogy létrehozzák és elindítsák az általuk választott szakmai területen működő kiválósági központot. A második pályázati forduló megnyeréséhez jelentős – a támogatás nagyságrendjében eső – hazai kormányzati forrást is biztosítani szükséges, az ipari finanszírozás mellett. A Smartpolis pályázat esélyét javíthatja, hogy az első fordulóban a 169 pályázatból nyertes 31 pályázat közül csak ez az egy pályázat foglalkozott az okos városok témájával.

A BME rendelkezik mindazokkal a multidiszciplináris tudományos és technológiai ismeretekkel, amelyek egy okos város szakmai kiválósági központ létrehozásához szükségesek. A külföldi partnerek jelentős nemzetközi elismertséggel rendelkeznek, és így hozzájárulhatnak a szükséges know-how átadásához. A konzorcium vezetője az SZTNH, mely a szellemi tulajdon védelmének, illetve hasznosításának támogatása területén bírt tapasztalatokkal, az akadémiai világ és az ipar együttműködését segíti elő.

A Smart City Regionális Kiválósági Központ katalizátorként működik az European Innovation Partnership Smart City (EIP-SCC) tevékenységének a régióban történő elterjesztésében, amelynek eredményeképpen a városok, az ipar és az állampolgárok együttműködése javítja a városi életminőséget a fenntartható integrált megoldások révén. Hasonlóképpen szoros együttműködést alakít ki a Központ az e területen működő iparvállalatokkal. Segíti kis- és középvállalatok bekapcsolódását az okos városfejlesztési projektekbe, hiszen az okos város szolgáltatások új piaci lehetőségeket nyújtanak a helyi szolgáltató kis- és középvállalkozásoknak, s ezzel jelentős mértékben javítják a helyi foglalkozta-

tást. A Smartpolis keretében megvalósuló jelentős hozzájárulást adhat okos város fejlesztési együttműködések kialakításra a közép-kelet európai régióban és a régió bekapcsolására az EU átfogó Smart City programjaiba. A projekt során keletkezett eredmények, know-how-k megosztásra kerülnek az régióban együttműködő partnerek között, így segítve a felzárkózást az európai élvonalhoz.

6. Összefoglalás

Cikkünkben rámutattuk arra, hogy a jövő internet kutatása és fejlesztése, valamint a Smart City alkalmazás-kutatási és szolgáltatás-fejlesztési tevékenységek szorosan összekapcsolódnak. Egyfelől a következő évtizedek intelligens városi szolgáltatásainak kifejlesztésekor figyelemmel kell lennünk arra a megváltozó internetes technológiai környezetre (jövő internete), amelyen meg kell valósulnia. És fordítva, a jövő internet kutatások során fontos szem előtt tartanunk azokat a nagy fejlesztési és szolgáltatási igényeket, amelyek kielégítésére hosszú távon alkalmas (azaz gyors, biztonságos és nem utolsó sorban energiahatékony) eszközt kívánunk megalkotni.

Konkrét témákon keresztül mutattuk be a Műegyetemen párhuzamosan folyó, egymásra kölcsönösen ható jövő internet és okos város kutatásokat és fejlesztéseket, valamint a BME Smartpolis (Smart City Regionális Kiválósági Központ) programját.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak azért a tevékenységért, amelyet az elmúlt közel két évben Bóna Krisztián, Bozó László, Charaf Hassan, Feigl Viktória, Henk Tamás, Jeréb László, Molnár Mónika, Orbán Annamária, Pálffy Sándor, Prikler László, Raisz Dávid, Rohács Dániel Somlyódy László, Vajda Lóránt, Varga István és munkatársaik a BME EIT szervezésében a Smart City fejlesztések és elképzelések összeállításának területén végeztek, s ezzel segítették a cikk elkészítését.

Irodalomjegyzék

- [1] EU Energy, Transport and GHG Emissions Trends to 2050, Reference Scenario (2013), http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/trends_to_2050_update_2013.pdf (2016.03.15.)
- [2] EU primary energy consumption scenarios for 2020 (2013): http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf, p.5. (2016.03.15.)
- [3] Strategic Implementation Plan, see "An Energy Policy for Europe" [COM(2007) 1 final] for the 20/20/20 energy and climate targets, p.3.
- [4] Implementation of EU Smart City Strategy (2010), http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/operational-implementation-plan-oip-v2_en.pdf, p.5. (2016.03.15.)
- [5] Sztrik, J. (ed.): Future Internet Research, Services and Technology,

Final Workshop, 28-29 Nov 2014, Conference Proceedings, Debreceni Egyetem, Debrecen 2014. pp. 4–79. (ISBN: 978-963-473-757-5)

- [6] Agócsi Cs. (ed.): Infokommunikációs technológiák és a jövő társadalma, Zárókiadvány, Szeged 2014.
- [7] Bakonyi, P., Future Internet Research Coordination Center, In: Sztrik, J. (ed.) Future Internet Research, Services and Technology, Final Workshop, 28-29 Nov. 2014, Conference Proceedings, Debreceni Egyetem, Debrecen 2014. pp.75–79. (ISBN: 978-963-473-757-5).
- [8] Bakonyi P., Sallai Gy. (szerk.): A Jövő Internet Nemzeti Kutatási program eredményei (FIRCC jelentés 2014), DE FIRCC, Debrecen 2014. (ISBN: 978-963-473-716-2)
- [9] Kovács K. (szerk.): A BME intelligens város koncepciója és szakmai potenciálja – a BME EIT koordinációjában, BME EIT kiadvány, Budapest 2015, pp.9–28. http://eit.bme.hu/download/Urbania/Intelligens_varos_Urbania21.pdf (2016.03.15.)
- [10] Bakonyi P., Kovács K.: „Smartpolis projekt”, Okos város kiválósági központ létrehozása a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, In: Bíró K., Sebestyén-Pál Gy. (ed.), SzámOkt 2015, XXV. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia (konferencia kiadvány), EMMTT, Arad 2015, pp.177–182. (ISSN: 1842-4546).

A szerzőkről



KOVÁCS KÁLMÁN 1957-ben született Budapesten. A BME-n diplomázik 1982-ben matematikus-mérnök szakon. PhD fokozatot térinformatikai alkalmazásokból szerz. 1984-től oktat a Műegyetemen matematikát, informatikát és térinformatikai alkalmazásokat, egyetemi docens. 1994 és 1998 között közlekedési, hírközlési és vízügyi államtitkár. 2002–2006 között informatikai miniszter. 2001-ben Eisenhower ösztöndíjas (USA). 2005–2008-ig az UN (ENSZ) Internet Governance Forum Advisory Board tagja. Több mint két évtizede részt vesz a hazai úrkutatás irányításában, 13 éven keresztül a Magyar Úrkutatás Tanács elnöke volt. 2009-től a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar Egyesült Innovációs és Tudásközpontjának igazgatója. A Jövő Internet Nemzeti Technológiai Platform Smart City Tagozatának vezetője.



BAKONYI PÉTER 1965-ben diplomázott a Budapesti Műszaki Egyetem villamosmérnöki karán, 1970-ben egyetemi doktori címet szerzett, 1974-ben pedig a műszaki tudományok kandidátusa lett. 1987-ben vendégprofesszorként az Észak-Karolinai Egyetemen tanított. 1965-től az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetének (SZTAKI) tudományos munkatársa, majd főosztályvezetője, 1982–1990-ig, majd 2004–2011-ig ismét tudományos igazgatóhelyettese. 1975 és 1990 között az MTA számítóközpontját irányította. 1986-tól 1999-ig a Nemzeti Információs Infrastruktúra Programot vezette. 1991-től az Allianz Hungária Biztosító IT vezetője. 2002 júniusától 2004 decemberéig az Informatikai és Hírközlési Minisztérium „Információs Társadalom Stratégia” helyettes államtitkára. 2004–2008 között a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács kormány által delegált tagja. 2011-től a BME Egyesült Innovációs és Tudásközpont vezető tanácsadója. 1997-ben a BME-n címzetes docensi kinevezést kapott, 2007-ben címzetes főiskolai tanár lett a BMF-en. 1991–2010 között a Magyar Internet Társaság elnöke, 1990-től a Hungarnet Egyesület ügyvezető elnöke. 2002-től 2008-ig a Neumann János Társaság elnöke, jelenleg tiszteletbeli elnöke. 2011-től a Jövő Internet Nemzeti Technológiai Platform elnöke, a Magyar Jövő Internet Konferenciák szervezője. Kitüntetései és díjai: Sport érdemérem arany fokozata (1964, 1968), Eötvös Loránd díj (1986), Széchenyi-díj (1993), Magyar Köztársaság Érdemrend Tisztikeresztje (2003), Neumann János díj (2014).