

OKOSVÁROS-TECHNOLÓGIÁK I.

Az okosváros-koncepció és az internettechnológia



SALLAI GYULA

Dialog Campus

Sallai Gyula

AZ OKOSVÁROS-KONCEPCIÓ
ÉS AZ INTERNETECHNOLÓGIA

OKOSVÁROS-TECHNOLÓGIÁK
A TECHNOLÓGIA FEJLŐDÉSÉNEK IRÁNYAI ÉS HATÁSA
I. KÖTET

Sorozatszerkesztő
Sallai Gyula

Sallai Gyula

AZ OKOSVÁROS-KONCEPCIÓ
ÉS AZ INTERNETTECHNOLÓGIA

DIALÓG CAMPUS KIADÓ ❖ BUDAPEST

A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú,
„A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű
kiemelt projekt keretében működtetett 2017/162/BME-VIK számú,
Okos város – okos közigazgatás elnevezésű Államtudományi
Kutatóműhely keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem
felkérésére készült.

Szakmai lektor
Jakab László

© Dialóg Campus Kiadó, 2019
© Szerző, 2019

A mű szerzői jogilag védett. Minden jog, így különösen a sokszorosítás, terjesztés és fordítás joga fenntartva. A mű a kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül részeiben sem reprodukálható, elektronikus rendszerek felhasználásával nem dolgozható fel, azokban nem tárolható, azokkal nem sokszorosítható és nem terjeszthető.

Tartalom

1. Bevezetés	7
1. A digitális technológia fejlődése és a jövő internete	11
1.1. A digitális konvergencia	11
1.1.1. A digitális konvergencia fázisai	12
1.1.2. A konvergencia horizontális szintjei	14
1.1.3. A digitális ökoszisztéma	16
1.2. A klasszikus internet kihívásai	17
1.2.1. A tárgyak internete	18
1.2.2. A tartalomtér kitágítása	20
1.2.3. A feloldandó korlátok	21
1.3. A jövő internet válaszai	23
1.3.1. A jövő internet víziója és koncepciói	23
1.3.2. A jövő internet kutatásának területei	26
1.3.3. Jövőinternet-megoldások	30
1.3.4. Az 5G hálózati infrastruktúra	35
1.3.5. Az internetkormányzás	40
1.3.6. A jövő internet szabványosítása	42
2. Az okosváros-koncepció kibontakozása	47
2.1. Az urbanizáció kihívásai és a technológia válaszai	47
2.1.1. A cél egy élhetőbb, szerethetőbb város	47
2.1.2. A digitális technológia válasza: okos ICT-megoldások	48
2.1.3. Okosváros-alkalmazások	50
2.2. Az okos város fogalma és kulcsterületei	54
2.2.1. A digitális, az intelligens és az okos város	54
2.2.2. Okosváros-kritériumok és -dimenziók	55

2.2.3. Okosváros-modellek	57
2.2.4. Stratégiai kulcsterületek	60
2.3. Az okos város rendszertechnikai alapelvei	63
2.3.1. Rendszertechnikai elvárások	63
2.3.2. A horizontális megközelítés	64
2.3.3. A körkörös megközelítés	67
2.3.4. Az okos fenntartható város teljesítményindikátorai	70
2.4. Az okosváros-projekt	72
2.4.1. Az okos várossá válás stratégiai terve	73
2.4.2. Az okosváros-terv megvalósítása	75
3. Jövőkép: smartinternet-ökoszisztéma	79
3.1. Jövőinternet-trendek: az internet következő generációja	79
3.1.1. A technológiai lehetőségek új hulláma	79
3.1.2. Egy humáncentrikusabb internet célkitűzése	82
3.1.3. A smartinternet-képességek bővülése	84
3.2. A smartinternet-ökoszisztéma modellje	86
Irodalomjegyzék	89

1. Bevezetés

Az információs és kommunikációs technológiák, azon belül az internet-technológiák robbanásszerűen fejlődnek, behatolnak mindenhová, és átalakítják az élet minden területét, így a közszolgáltatást, illetve a közigazgatást is. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) együttműködési megállapodásának keretében létrejött *Okos város – okos közigazgatás: A technológia fejlődésének irányai és hatása* elnevezésű államtudományi kutatóműhely* a közigazgatás/közszolgáltatások szempontjából releváns technológiai irányokat és technológiai megoldásokat vizsgálja, amelyeket hat témakörre bontva számos kismonográfiában mutat be. Az első, átfogó jellegű témakör keretében e kismonográfia az okosváros-koncepció kibontakozását, ebben az internettechnológiák szerepét, az internettechnológia kihívásait és fejlődésének irányait taglalja. A kutatóműhely egyéb kismonográfiái olyan területeket mutatnak be, mint a szenzorhálózatok, a tárgyak internete, az adatelemzés, a dokumentumkezelés, a térinformatika, a virtuális valóság, az informatikai rendszerek teljesítménye és hibátűrése, amelyek különösen hatékonyak lehetnek a közigazgatás/közszolgálat technológiai megújulásában, tervezésében. E kismonográfia pozicionálja a különféle területeket, azonban természetesen nem törekedhet teljességre és a szóba jövő technológiák széles körének elhelyezésére.

A digitális technológia fejlődésével a távközlési, az informatikai és a tartalomkezelő technológiák integrálódtak, amely leghatékonyabban az internetprotokoll (IP) segítségével valósult meg. Olyan technológiai bázis született, amely megteremtette a lehetőséget, hogy városi életünk kritikus kihívásaira hatékony válaszokat adjunk, a változásokra gyorsabban és pontosabban reagáljunk, a környezetet kíméljük, életünk kényelmesebb és biztonságosabb legyen, a termelési folyamatokat tudásunkra és a rendelkezésre álló adatokra támaszkodva optimalizáljuk. E technológiai bázis, amely a társadalmi hasznosságából fakadó kihívások folytán

* Kutatásvezető: Prof. Dr. Jakab László, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karának dékánja.

markánsan továbbfejlődött és fejlődik, ma már életünk minden területét áthatja és átalakítja. Hatása, szerepe az elektromosság és a közlekedés életünket teljesen átalakító hatásához hasonlítható, és jövőképünk szerint egy okos, internetalapú ökoszisztéma kialakulását eredményezi, amelyben az internet és mindennapi életünk szimbiózisa nyilvánul meg. Ebben az átalakulási folyamatban a közigazgatás központi szerepet játszik, katalizátorszerepet tölthet be.

Jelen kismonográfia a bevezetőt követően három nagy fejezetből áll. Először, az 1. fejezetben a digitális technológia fejlődését a digitális konvergenciát eredményező hatásán keresztül mutatjuk be: a kommunikációs rendszerek, majd a médiarendszerek konvergenciáján keresztül jutunk el mindennapjainkig, amikor a tárgyak internetbe való bevonása által hasznosítható adatok tömege áll rendelkezésünkre, és az okostelefonok révén szinte bármely tudás elérhetővé válik természetessé, a klasszikus internet továbbfejlesztése elengedhetetlenné, ugyanakkor garantáltan sikeresen megoldhatóvá vált. Az elmúlt időszak egyik legintenzívebb kutatási területe az internet megújulását, a jövő internetének kialakítását tűzte ki célul. Ez a kutatás jelenleg is változatlan erővel folyik, egyrészt törekedve az innovatív alkalmazások, például okos közlekedési, egészségügyi vagy környezetvédelmi alkalmazások hatékony megvalósítására, másrészt megcélozva a megfogalmazódott elvárások minél előnyösebb megoldását, illetve a megnövekedett hálózati képességek minél teljesebb kiaknázását.

Az internet fejlődése természetessé tette, hogy a városfejlesztés kihívásainak megválaszolására e technológiát is segítségül hívjuk. A 2. fejezet mutatja meg, hogy napjainkra képesek lehetünk az urbanizációs kihívások megválaszolására, különösen az okos, internetalapú megoldások alkalmazásával. Rendszertechnikai szempontok mentén megfogalmazzuk a digitális, az intelligens és az okos város különbségeit, meghatározzuk az okosváros-alkalmazások ismertetőjegyeit, ismertetjük az integrált okos városi informatikai rendszerek közös jellemzőit. Az okos városá válás egy átalakulási folyamat, amely nem nélkülözheti az átgondolt stratégiát, a prioritások megfogalmazását, amelyben meghatározó az alkalmazások preferált kulcsterületeinek megválasztása. Éppen ezért értelmezzük az egyes stratégiai kulcsterületeket, amelyeket okosváros-alkalmazások bemutatásával szemléltetünk. A fejezetet az okos városok kialakításának tapasztalataival zárjuk.

A 3. fejezet az előző két fejezet ötvöződése, az elemeiben már jelenleg is meglévő jövőképet festi fel. A megvalósuló trendekre alapozva okos-,

azaz smartinternet-funkciók sora valósul meg, amely trendeket tovább erősítik a kutatás előterébe kerülő olyan területek, mint a hálózat társadalmi teljesítőképeségének, humáncentrikusságának fokozása. Ennek legfontosabb pontjai az internet biztonságának és a magánszféra védelmének markáns javítása és a termelési folyamatok digitalizálása, amely akár a termelés korszakváltását válhatja ki. Erre építhetjük a digitális ökoszisztéma koncepcióját felváltó smartinternet-ökoszisztémát, amelynek két markáns okos alkalmazási területe az okos város és az okos termelés, egyaránt öt-öt alkalmazási kulcsterülettel és közös infokommunikációs infrastruktúrával.

A kisonográfíát részletes irodalomjegyzék zárja.

*A szerző^{***}*

^{**} Prof. Dr. Sallai Gyula okleveles villamosmérnök, a Magyar Tudományos Akadémia doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem professor emeritusa. Szakmai és tudományos életpályája során a távközlés, illetve az infokommunikáció különböző szakterületein dolgozott. Az utóbbi években fő érdeklődési területe a jövőinternet-technológiák és azok okosváros-alkalmazásai.

Vákát oldal

1. A digitális technológia fejlődése és a jövő internete

Az okosváros-koncepció a digitális technológia fejlődése és az internet elterjedése nélkül nem születhetett volna meg. Ugyanakkor az okos város gondolata és a városok „smartosodásának” elindulása serkentően hatott az internettechnológia fejlődésére. Ebben a fejezetben technológiai oldalról tekintjük át a fejlődés folyamatát, az internettechnológia kihívásait, az internet kutatásának célkitűzéseit, kutatási irányait és a jövő internetének megoldásait.

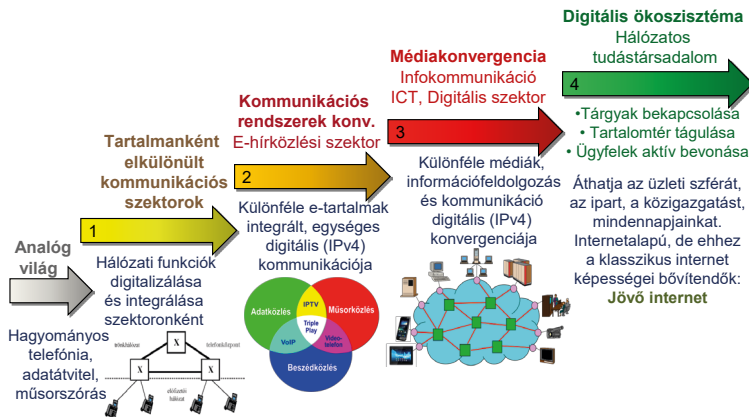
1.1. A digitális konvergencia

Az elmúlt 40–50 év során az integrált áramköri technológia, a mikroelektronika töretlen fejlődése – a Moore-törvényt mind a mai napig követve – digitalizálta a távközlést és a médiatechnológiát, integrálta a távközlést, az informatikát és a médiát. Ennek folyamatát *digitális konvergenciának* szokás nevezni, amely a technológián túl a szolgáltatások és az érintett szektorok konvergenciáját is felöleli, és kihat szabályozásukra is [EC 1997] [HENTEN–SAMARAJIVA–MELODY 2003] [SALLAI 2007].

A digitális konvergencia átütő erejét jól szemlélteti, ahogy az információ tárolásának, feldolgozásának és továbbításának fajlagos költségei csökkentek az elmúlt 40 év során. A fajlagos, bitenkénti költség a tárolás és feldolgozás esetében két évente, az átvitel esetében még ennél is gyorsabban, kb. másfél évente feleződött, azaz két évenkénti ütem esetében is milliomod részére esett. Ebben szerepet játszott, hogy mindhárom szektorban, a távközlésben, az informatikában és a médiában egyaránt e funkciók alapvetőek, és saját értéktermelő folyamataik különböző szakaszaiban is megjelennek, ezáltal egy-egy szektoron belül a tartalom forrásától a felhasználásig terjedő értéklánc egységesen digitálisan valósulhatott meg, és kézenfekvővé vált a különböző területek összefonódása, megoldásaik kombinálása.

1.1.1. A digitális konvergencia fázisai

A 1.1. ábra mutatja a digitális konvergencia fázisait, a digitális technológia és az internet behatolásának lépéseit [SALLAI 2016]. Az 1. fázisban a hálózati funkciók digitalizálása és integrációja kommunikációs szektoronként, elkülönülten valósult meg. A hálózati funkciók közül először az átvitel, majd a vezérlés, végül a kapcsolástechnika digitalizálása vált valóra. A 2. fázisban a különféle tartalmak integrált, egységes digitális kommunikációja jött létre. A beszéd, kép, adat, szöveg, videó vagy más médiatartalom egyaránt digitalizálva és egy digitális jelfolyamba egyesítve hatékonyan továbbíthatóvá vált. A 3. lépés a kommunikáció, az információfeldolgozás és a médiaszektor digitális technológián alapuló konvergenciája. A távközlés infokommunikációvá szélesedik a távközléssel ötvöződött területek felölelésével [ITU 1994]; megszületik az információs és kommunikációs technológia (*Information and Communications Technology, ICT*) fogalma az informatika, a távközlés és a konvergens területek egyesítéséeként [STEVENSON 1997] [OECD 2011] [SALLAI 2012] (1.2. ábra); és egy egységesen digitális technológiájú távközlés-informatika-média (TIM) szektor, egy úgynevezett digitális szektor jön létre [WEF 2007].



1.1. ábra

A digitális konvergencia fázisai

Forrás: a szerző saját szerkesztése



1.2. ábra

*Az infokommunikáció és az ICT értelmezése
a távközlés, az informatika és a média konvergenciájában*

Forrás: a szerző saját szerkesztése

A különféle tartalmak egységes digitális kommunikációjának legsikeresebb technológiája az Internet Protocol version 4 (IPv4) lett, amely egy globális méretű hálózat technológiájává vált, és az információ feldolgozásában és a tartalomkezelésben is hasznosnak bizonyult [CERF 2009]. Mindez egy digitális ökoszisztéma kialakulásához vezet (4. fázis), amely a digitális információs infrastruktúra és a lakossági ügyfelek, az üzleti, kormányzati és civil szervezetek szimbiózisát, kölcsönösen hasznos együttélését jelképezi [WEF 2007]. Internetalapú szolgáltatások sokasága valósul meg, amelyek az életünk szinte minden területén megjelentek, életvitelünket átalakítják, egyes szolgáltatások az ügyfelet is bevonják, nemcsak mint felhasználóra számítanak rá, hanem aktivitására is építenek.

A technológiai konvergencia általánosságban azt jelenti, hogy különféle szolgáltatások nemcsak meghatározott számítógépes hardver- és/vagy szoftverkörnyezetben, úgynevezett platformokon valósulhatnak meg, hanem különféle platformokon is, többé-kevésbé hasonló módon [EC 1997] [LIU 2013] [SALLAI 2012]. A konvergenciafolyamat jellemzően oda vezet, hogy további platformok születnek, amelyek számos szolgáltatás nyújtására egyaránt alkalmasak, így hatékonyabbak, és további szolgáltatások létrehozására sarkallnak. E másodgenerációs szolgáltatások

már az elődszolgáltatások kombinációi lehetnek, előnyösen ötvözve az összetevők funkcióit. E szinergikus hatásokat tekinthetjük a technológiai konvergencia legfőbb hajtóerejének, ami a szektorok konvergenciáját, összefonódását is kiváltja, és a szektorok szabályozásának harmonizálását, egységesen alkalmazható szabályozás kialakítását is elkerülhetlenné teszi. Ez történt a 2. fázisban, a különféle *kommunikációs rendszerek konvergenciája* során, amikor a beszéd, adat és kép/videó átvitele egy egységes digitális szélessávú (más néven nagysebességű) hálózaton valósult meg (IPv4-alapon), egy elektronikus hírközlési (*electronic communications*) szektor jött létre, amelynek technológiásemleges szabályozását céloztuk meg [EC 1997]. Ez történik a 3. fázisban a különféle *médiák konvergenciája* során, amikor a rádió, televízió, nyomtatott sajtó, előadások, rendezvények, CD/DVD-k tartalmai az interneten egyaránt elérhetővé válnak, újszerű kombinációk, többféle médiatípust magában foglaló multimédia-tartalmak jelennek meg, amelyben a mobilitás mind meghatározóbb szerepet játszik [CHIARIGLIONE–SZABÓ 2014] [EC NETWORKED MEDIA 2010]. Sőt az internetes, online média az egy-sok tömegtájékoztatósi funkció (*broadcasting*) mellett a sok-sok kapcsolati rendszerhez is platformot nyújt (*multicasting*), a hagyományos rádió-tv műsorterjesztés időbeli kötöttségeit oldani képes (a keresett információ bármikor és bárhol elérhetővé válik); és a tartalom-előállítók körét szélesre tárja, társadalmasítja (*social media*/közösségi média). Egyre könnyebb és elterjedtebb a különböző tartalmak átdolgozása, más platformokra való átültetése, a médiafogyasztók is egyre többen képesek tartalmat létrehozni és terjeszteni, megosztani [YOONAI DHARMA et al. 2014].

1.1.2. A konvergencia horizontális szintjei

A digitális konvergencia kézzelfoghatóan megjelenik az eszközök többcélú használatában (például az okostelefonunkkal nemcsak kommunikálunk, hanem tartalmakhoz férünk hozzá, és számítógépként, memóriánk kiegészítőjeként is használjuk), és mint látjuk, a hálózatok, a szolgáltatások és a médiák szintjén is. A digitális konvergencia e megjelenési formái az úgynevezett horizontális konvergencia esetei, amelyek a konvergáló szektorok tartalomforrástól a felhasználásig terjedő értékláncának azonos fázisai, funkcionális szintjei közti közeledés, összekapcsolódás, összefonódás formájában jelentkeznek [HENTEN–SAMARAJIVA–MELODY

2003]. Az értéklánc azonos szintjén megjelenő teljes egybeforrást horizontális integrációnak nevezzük. (Értelemszerűen vertikális konvergenciáról, illetve integrációról a konvergálódó szektorok különböző fázisainak összefonódása, összeolvadása esetén beszélünk.) A horizontális konvergenciának tehát négy technológiai szintjét különböztetjük meg, úgymint:

- *Eszközök konvergenciája*, amely a felhasználói készülékfunkciók egybeépülését jelenti, például a már említett okostelefon, a hálózatra kapcsolt személyi számítógép (PC) vagy tablet.
- *Hálózatok konvergenciája* az azonos technológiai bázison a szolgáltatások együttes kiszolgálását lehetővé tevő kapacitásokat és hálózati funkciókat jelenti (például szélessávú hálózatok);
- *Szolgáltatások konvergenciája* egy konvergens szolgáltatásban különféle információs tartalmak együttes megjelenése (tipikusan ilyenek a multimédia-termékek);
- *Médiák konvergenciája* pedig, amikor ugyanazon tartalmak, akár multimédia-tartalmak különböző médiákon is elérhetőek (például valamely nyomtatott sajtó, amely interneten is hozzáférhető).

A horizontális konvergenciák e technológiai szintjei felett értelmezhetjük az érintett *piacok konvergenciáját*, amely a termékpiacok ötvözőedésében, vállalatok szövetségében, fúziójában nyilvánul meg, valamint a *szabályozások konvergenciáját*, amely a konvergálódó szektorok szabályozásának harmonizálását kívánja elérni mind a kombinálódó szakmai szabályozások ütközéseinek feloldásával, mind a szabályozások nemzetközi, lehetőség szerint globális egységesítésével. A konvergencia horizontális szintjeit a 1.3. ábra szemlélteti [SALLAI 2007] [SALLAI–ABOS 2007] [SALLAI 2012].



1.3. ábra

A horizontális konvergencia szintjei

Forrás: a szerző saját szerkesztése

1.1.3. A digitális ökoszisztéma

A konvergenciafolyamatok eredményeként az internet megjelenik a társadalom és a gazdaság minden területén, átalakítja az üzleti folyamatokat, a bankszférát, a gyártást és a kereskedelmet, áthatja a közigazgatást és a közszolgáltatásokat, az egészségügyet, az oktatást, a kutatás-fejlesztést, a közlekedés szervezését, az agráriumot, befolyásolja egész életvitelünket, szokásainkat, emberi kapcsolatainkat, tájékozódásunkat, információhoz, tudáshoz való hozzáférésünk technikáit. A felhasználók már nemcsak fogyasztói a digitális tartalomnak, hanem irányíthatják, hogy hol, mikor és hogyan fogyasztják a tartalmat, és részt vehetnek a digitális tartalmak létrehozásában és terjesztésében, egy digitális közösség részeseivé válnak. Ennek megjelenései azok a különféle okos városi, közösségi alkalmazások, amelyek a felhasználók aktív bevonására törekednek (*crowdsensing*) [SZABÓ–FARKAS–ISPANY et al. 2013]. Ezért beszélnek a *digitális ökoszisztéma* (*digital ecosystems*) kialakulásáról. A digitális ökoszisztéma fogalmát, a digitális konvergencia hatásaként kialakuló hálózatos tudástársadalom jövőképét a World Economic Forum 2007-ben formálisan is lefektette, és megvalósulásának három szcenárióját dolgozta ki [WEF 2007]:

- *A biztonságos világ forgatókönyve (Safe Havens)* egy olyan digitális világot eredményez, ahol az online biztonság igénye a meghatározó. A digitális szektor vertikálisan integrálódik, és biztonságos falakkal védetten nyújtja az összes szolgáltatást zárt szabványok keretei közt, ami a felhasználókban mindinkább a bezártság érzését kelti.
- *A középutas világ forgatókönyve (Middle Kingdoms)* szerint egy olyan digitális világ jön létre, amelyben az ügyfelek, az állam és az elöretékintő cégek együttműködésre törekednek, amelyet az életképes részmegoldások széles köre és a közvetítők domináns megjelenése jellemez. A hatalom a felhasználók és a vállalatok között oszlik meg.
- *A közösségi világ forgatókönyve (Universe)* pedig egy olyan digitális világot hoz, amelyet a személyre szabott digitális élmény jellemez, amelyben az alulról szerveződő közösségek válnak az értékteremtés fő forrásaivá, megváltoztatva a tradicionális üzleti gondolkodást. Új típusú szervezetek születnek, azok a cégek maradnak talpon, amelyek képesek kiaknázni az elosztott innovációt, és átvészelik a bizonytalanság időszakát.

Ma már látszik, ami reálisan várható volt, hogy ezeknek egy keveréke valósul meg, sőt a *digitális ökoszisztéma* elnevezést – az internettechnológián alapuló megvalósítást, a hálózatosodást és a globális, társadalmi jelleget találóbban kifejezve – egyre inkább az *internet-ökoszisztéma* elnevezés váltja fel. Az internet-ökoszisztéma a tárgyak internetbe kapcsolásával és a kognitív képességek bevonásával teljeseedik ki (4. fázis).

1.2. A klasszikus internet kihívásai

Az internet koncepcióját a múlt század hetvenes éveiben Vinton G. Cerf és Robert E. Kahn, az internet két atyja fektették le. Azóta az internet egy hatalmas világhálóvá vált, és gyakorta internetkorszakról beszélünk. Az internethez kapcsolódhatunk okostelefonunkon, PC-nken, tabletünkön keresztül, vagy éppen közösségi hálón át, mint a Facebook vagy LinkedIn. Az interneten elérhető tartalom az elmúlt 10 év alatt több mint százszorosára nőtt, és a növekedés üteme fokozódik. A gépek közötti (M2M) kommunikáció is az internetre terelődik. A „klasszikus” internet merőben más

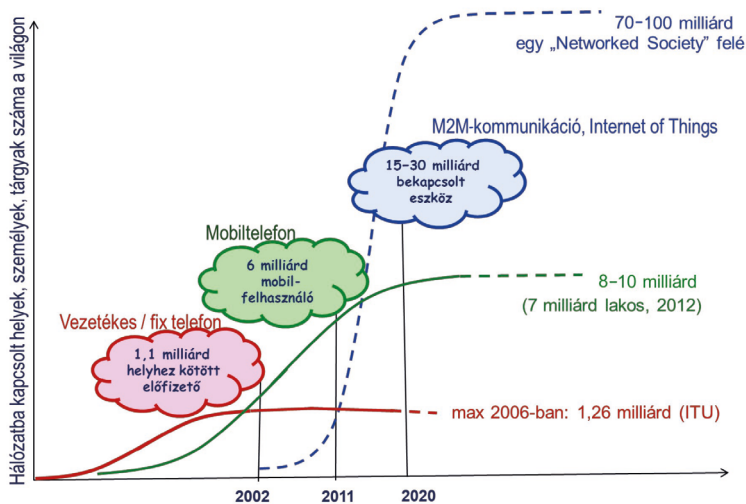
feltételek és célok mentén született, amelyek ma már továbbfejlődésének korlátaiként jelentkeznek. Újabb társadalmi követelmények, kihívások jelentek meg, ugyanakkor a technológiai fejlődés új lehetőségeket és megoldásokat nyújt a kihívások megválaszolására [SALLAI 2016].

1.2.1. A tárgyak internete

A hálózat mérete, összetettsége nagyságrendileg növekszik a szenzorok tízmilliárdjainak hálózatba való bekapcsolásával, a *tárgyak vagy dolgok internete (Internet of Things, IoT)* koncepció kiteljesedésével [FIA 2010] [SMITH 2012] [VERMESAN–FRIES 2011] [VERMESAN–FRIES 2013]. A tárgyak internete a fizikai környezettel való interakció lehetőségét teremti meg. Képesek lehetünk környezetünk érzékelésére és befolyásolására hálózatba kapcsolt különféle eszközök segítségével, amelyek azonosíthatók, az interneten keresztül együttműködésre képesek egymással és más rendszerekkel, beleértve valós idejű monitoring, adatfeldolgozó és elemző, valamint döntéshozó és vezérlő rendszereket.

A különféle IoT-rendszerek beágyazódnak a termelési és üzleti folyamatokba, mindennapjainkba, a szenzorok kitágítják az emberek hálózathoz való kapcsolódásának lehetőségeit, sőt az IoT tágabb értelemben a virtuális környezetünkkel való interakcióra is kiterjed. Az IoT fogalmára több definíció ismeretes, azonban azok lényegében hasonlóak. A tárgyak internetének ITU-definíciója az Y.4000-es ajánlás szerint [ITU-T REC Y.2600/Y.4000 2012]: fejlett szolgáltatásokat lehetővé tevő globális infrastruktúra az információs társadalom számára, amely a tárgyaknak a meglévő és a kifejlődő, egymással együttműködni képes információs és kommunikációs technológiákon keresztül történő összekapcsolásán alapul. A tárgy a tárgyak internetében a fizikai világ egy objektuma (fizikai tárgy/dolog, például egy eszköz) vagy az információs világ egy objektuma (virtuális tárgy/dolog, például egy médiatartalom), amelyik alkalmas azonosításra, valamint kommunikációs hálózatba való integrálásra. Kihhasználva az azonosításra, az adatok megszerzésére és feldolgozására, valamint a kommunikációra való képességeket, a tárgyak internete teljeskörűen felhasználja a tárgyakat arra, hogy szolgáltatást nyújtson az alkalmazások minden fajtája számára, miközben biztosítja, hogy a biztonságra és a személyes adatok védelmére vonatkozó követelmények teljesüljenek.

A földrajzi helyek, majd a személyek hálózatba kapcsolása után csak a fizikai tárgyak, eszközök hálózatba kapcsolása is a hálózatosodás nagyságrendi növekedését jelenti (1.4. ábra). A vezetékes telefónia 1,2 milliárd földrajzi helyet, majd a mobil telefónia 7 milliárd személyt kapcsol a hálózatba, az internetbe kapcsolt intelligens, kommunikációra képes eszközök számát 2020-ra 20–50 milliárdra becsülik. Ennek érdekében évek óta a szenzorok és szenzorhálózatok intenzív kutatása és fejlesztése folyik. Az IoT-koncepció megvalósítása a klasszikus internet hálózati architektúrájának újragondolását és a forgalom önmenedzselését követeli meg, a szenzorok által generált adatözön tárolása, feldolgozása és hasznosítása pedig egy átfogó adattudomány és technológia (*data science & engineering*) megszületéséhez vezetett.



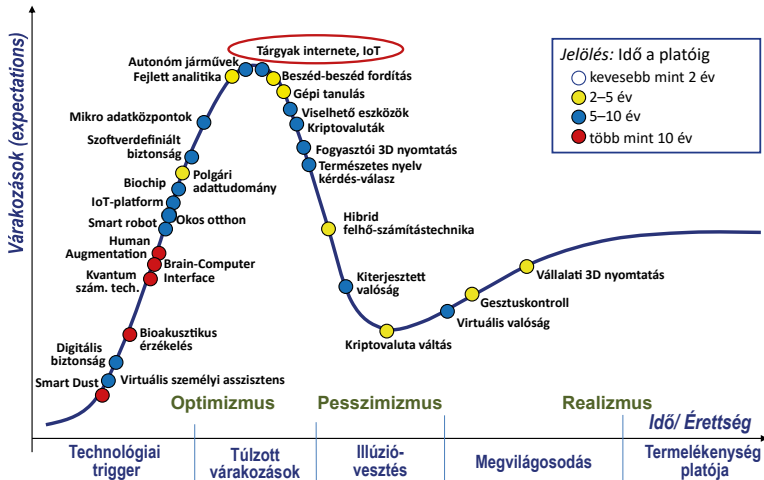
1.4. ábra

A hálózatosodás füzisai, a hálózatba kapcsolt helyek, személyek és eszközök száma

Forrás: a szerző saját szerkesztése

Az IoT-technológiát évek óta az innováció legfőbb technológiai forrásának tekintik. A technológiai trendek elemzésében meghatározó Gartner elemzőcég által évente készített *hype cycle* grafikon azt mutatja meg, hogy mely technológiák, mely irányvonalak kerülnek a cégek és a felhasználók érdeklődésének fókuszába. 2015-ben az IoT a *hype*-görbe csúcsán helyezkedett el (1.5. ábra). Az IoT elérte azt a pontot, ahol a felfokozott

elvárásokhoz igazodva már készen áll mind a fejlesztés, mind a gyártás, mind a felvevőpiac. Azt is látjuk viszont, hogy az IoT a Gartner várakozása szerint csak 5–10 éven belül éri el a produktív platót, azaz azt a fázist, ahol a technológia végérvényesen, széles körben elterjed [GARTNER 2015].



1.5. ábra

Az ICT-trendek a Gartner elemzőcég szerint 2015-ben

Forrás: a szerző szerkesztése [GARTNER 2015] alapján

1.2.2. A tartalomtér kitágítása

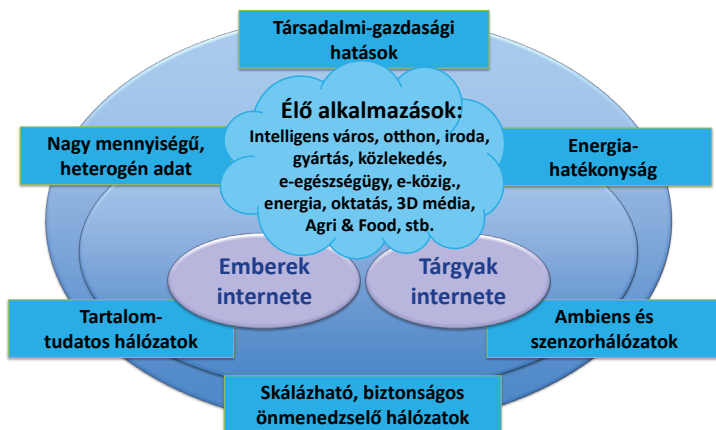
A másik fontos társadalmi igény a klasszikus internettel szemben, hogy a beszéd, kép, videó, adat, szöveg és webes tartalom mellett gesztusok, érzelmek, hangulatok, valamint a megfigyelés, az észlelés (percepció), általában a valóság felfogását, megismerését lehetővé tevő kognitív folyamatok is tárolhatók, feldolgozhatók, továbbíthatók legyenek. Az elsődleges cél, hogy az emberi agy kognitív funkcióit ne csak kiterjesszék földrajzilag az infokommunikációs eszközök, hanem a mesterséges kognitív rendszerekkel (robotokkal, mesterséges intelligenciával) kölcsönhatásba is hozzák. A tartalomtér ilyen kitágítása az ICT és a természetes és mesterséges kognitív rendszerek ötvöződéssel valósul

meg, amelynek technikáit, módszereit, alkalmazási lehetőségeit a kognitív infokommunikáció (*CogInfoCom*) diszciplínája vizsgálja, kutatja [BARANYI–CSAPÓ 2012] [COGINFOCOM 2010] [COGINFOCOM2016] [COGINFOCOM 2017]. Természetesen a CogInfoCom megvalósítása internettechnológián alapul, ezért beszélünk háromdimenziós (3D) internetről a gesztusok kapcsán [ALPCAN et al. 2007] [DARAS–ALVAREZ 2009] [COGINFOCOM 2013], és beszélhetünk általánosságban kognitív internetről, akár az emberek, akár a tárgyak internetének kognitív képességekkel való kiegészítése (beszédszintézis, beszélőazonosítás, képfelismerés, forgalomanalízis, krízis detektálás, hálózatok környezettudatos önmendezelő képessége stb.) esetén. E körbe tartoznak az olyan technológiák is, mint a háromdimenziós vizualizáció, a tudásreprezentáció, a valóság egyfajta virtuális kiegészítése további információkkal (kiterjesztett valóság), a gesztusokkal való vezérlés vagy a távoli szereplők interaktív együttműködését, közös fejlesztések, tervezések megvalósítását segítő 3D virtuális kollaborációs platformok, és általában a mesterséges intelligencia korszerű technológiai (mélytanulás, gépi tanulás stb.). Fontos példa a kognitív funkcióink korlátait kompenzáló kiterjesztett megismerés (*augmented cognition*), amelynek során például EEG, pupillatágultság, szívverés vagy éppen a számítógépes egér nyomásából származó információt építjük be a kognitív képességeinkre alapozó döntési folyamatokba [BARANYI–CSAPÓ–SALLAI 2015].

1.2.3. A feloldandó korlátok

Az internet világhálóvá vált, az elérhető tartalom gyorsan bővül, alkalmazási lehetőségei radikálisan kiszélesedtek, közben a klasszikus internet technológiája lényegét tekintve nem változott. A mobil médiaforgalom intenzív növekedése, az intelligens tárgyak milliárdjainak bekapcsolása, a generált nagymennyiségű adat és a tartalomtér kognitív kiterjesztése indította el a klasszikus, IPv4-alapú hálózati architektúra újragondolását az elmúlt évtized közepén, a klasszikus internet hiányosságai, korlátai feloldandóvá váltak.

A klasszikus internet kihívásait az 1.6. ábra összegzi a nemzetközi gyakorlat csoportosítása szerint, [NISHINAGA 2010] nyomán, kiemelten jelölve a tárgyak internetének megjelenését és feltüntetve a társadalmi kihívásokat is.



1.6. ábra

A klasszikus internet kihívásai

Forrás: a szerző szerkesztése [NISHINAGA 2010] alapján

Az IPv4 címtartománya lényegében kimerült, elengedhetetlen egy hatékonyabb, jól skálázható mobilitáskezelés és hálózatmenedzsment, a hálózati architektúra újragondolásánál pedig számításban kell venni a nagyméretű tartalmak lehívásának és a heterogén adattömegek mozgatásának fontosságú feladatait. A *best effort* szolgáltatásminőség helyett garantált és differenciált szolgáltatásminőség szükséges, javítani kell a hálózat- és információbiztonságot, meg kell oldani a személyiségi adatok védelmét, biztosítani kell az információk hitelességét, rugalmasabb alkalmazásfejlesztést lehetővé tevő platformok kellene, ugyanakkor a növekedés fenntarthatósága az energiahatékonyság lényeges növelését követeli meg. A klasszikus internet korlátainak, hiányosságainak felszámolása, a jövő internetének kutatása az ICT-kutatások legkiemeltebb területévé vált [NISHINAGA 2010] [FIA 2010] [FIA 2011] [FIA 2012] [FIA 2013] [EC HORIZON 2013] [LEE–SESHIA 2011] [PAPADIMITRIOU et al. 2012] [SMITH 2012] [GARZO–BENZUR et al. 2013] [HAJDU et al. 2013] [VERMESAN–FRIES 2013] [SZABO–FARKAS–ISPANY et al. 2013] [BAKONYI–SALLAI 2014] [CHIARIGLIONE–SZABÓ 2014]. A kutatások célkitűzéseiről, koncepcióiról és megoldásairól a következő alfejezetben szólunk.

1.3. A jövő internet válaszai

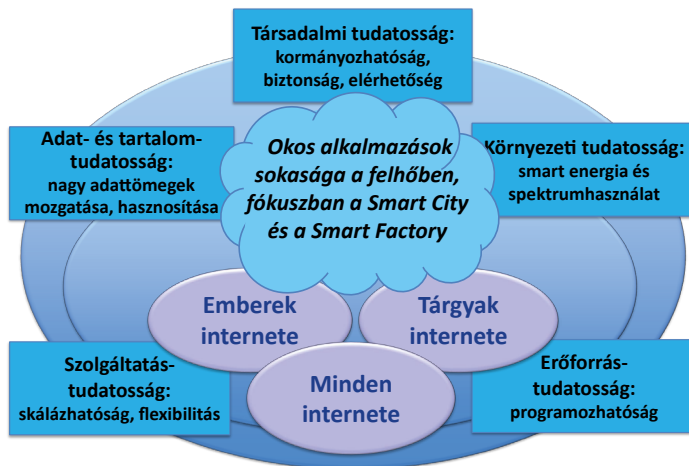
1.3.1. A jövő internet víziója és koncepciói

A jövő internet kutatása az elmúlt évtized közepén kezdődött, elindítása formálisan a 2008-ban, az első FIA (*Future Internet Assembly*) rendezvényen aláírt *Bled Declaration*hoz kapcsolható. A klasszikus internet korlátai, képességei bővítésének igénye, illetve a technológiai lehetőségek megszabták a kutatási-fejlesztési célokat és az internet jövőképeinek, víziójának, koncepciójának megfogalmazására készítettek.

A jövő internethez köthető első jövőképet a japán National Institute of Information and Communications Technology (NICT) készítette el 2008-ban az Új Generációs Hálózatok (NWGN – New-Generation Networks) számára, amely a kutatási célok, technológiai követelmények felállítását célozta meg úgy, hogy az NWGN új értékeivel társadalmi problémák megoldását (energiatakarékosság, egészségügyi ellátás javítása, bűnözés megelőzése, technológiai szakadék áthidalása stb.) és a jövő tudástársadalmának megvalósítását mozdítsa elő [NISHINAGA 2010]. Víziójuk sémáját a jövő internet európai seregszemlék (FIA 2010 Gent, FIA 2011 Spring Budapest, FIA 2011 Autumn Poznan, FIA 2012 Aalborg, FIA 2013 Dublin, FIA 2014 Athén) átvették jövő internet víziójukhoz, és folyamatosan továbbfejlesztették; a jövő internet általános törekvéséként egy intelligens, fenntartható világot, egy innovatív, biztonságos társadalmat fogalmaztak meg [FIA 2010] [FIA 2011] [FIA 2012] [FIA 2013] [WAINWRIGHT–PAPANIKOLAOU 2012].

Az International Telecommunication Union Távközlésszabványosítási szektora (ITU-T) a jövő hálózatok (*Future Networks – FN*) szabványosításának megalapozásaként készítette el vízióját. Ennek során két, egymást kiegészítő megközelítést kombinált: a *top down* módszert, a célkitűzésekből és tervezési szempontokból való kiindulást, és a *bottom up* módszert, a szóba jövő, viszonylag már érett technológiákból való építkezést [MATSUBARA–EGAWA 2013]. Az ITU-T Y.3000-es ajánlásai (Recommendations Y.3001, 3011, 3021 és 3031) olyan alapvető célokat azonosítottak, amelyek a tradicionális hálózatok tervezése során még nem kaptak elegendő figyelmet [ITU-T Y.3001 2011] [ITU-T Y.3011 2012] [ITU-T Y.3021 2012] [ITU-T Y.3031 2012]. A jövő hálózatát kommunikációs, számítási és tárolási erőforrások mint hálózati erőforrások egységes

infrastrukturájaként írták le, amely összekapcsolja és összehangolja az emberek, tárgyak, tartalmak és számítógépek jövőbeni internetét.



1.7. ábra

A jövő internet víziója

Forrás: a szerző saját szerkesztése

A 1.7. ábra a jövő internet vízióját a NICT kutatóorientált víziója és az ITU szabványosítás-orientált víziója alapján a FIA-seregszemlék eredményeit számításba véve ábrázolja. A jövő internet víziója 2011-re kialakult, 2014-re vált kiforrottá, és 2017-ben változatlanak tekinthetjük. Az ábra demonstrálja a vízió három pillérét, megjelöli az elvárásokat reprezentáló öt stratégiai célkitűzést, és jelzi a közös platformokon, felhőben szolgáltatásként nyújtott alkalmazások sokaságát mint a jövő internet végső célját.

A vízió három pillére közül az emberek internete a hagyományos internetet, a tárgyak internete az internet alapvető kiterjesztését, a tárgyak, dolgok bekapcsolását képviseli. A minden internete (*Internet of Everything, IoE*) e kettő egyesítését és holisztikus kiterjesztését reprezentálja, amelybe nyilvánvalóan beleértjük a virtuális világ bekapcsolását, a tartalmak internetét és a kognitív internetet is, de beleértik az IoE intelligenciáját fokozó, menedzselését segítő folyamatok és adatok bekapcsolását is [SMITH 2012] [FIA 2013] [BARANYI–CSAPÓ–SALLAI 2015].

Az öt stratégiai koncepció a szolgáltatástudatosság, az erőforrás-tudatosság, az adat- és tartalomtudatosság, a környezeti tudatosság és a társadalmi tudatosság koncepciói. Az e koncepciókba foglalt célkitűzéseket az alábbiakban foglaljuk össze:

A) A szolgáltatástudatosság célkitűzése egy kapacitásában bővíthető, skálázható, rugalmasan igénybe vehető hálózati architektúrára utal. A hálózati architektúrának támogatnia kell az újonnan jelentkező szolgáltatások bevezetését, mégpedig úgy, hogy azok az igényelt erőforrások gyökeres növekedése nélkül nyújthatók legyenek, és lehetővé kell tennie, hogy kapacitásából akkor és annyit vegyünk igénybe, amennyi számunkra szükséges. A hálózati architektúrának képesnek kell lennie – fokozott megbízhatósági és biztonsági követelményű, illetve szupervalós idejű – kritikus szolgáltatások támogatására is [CLOUDNET 2014] [ECFI 2014] [FETTWEIS 2014] [NETWORLD 2014] [SHENKER 2011] [ZIEGLER et al. 2013].

B) Az erőforrás-tudatosság célkitűzése egy egységes, hatékony hálózati erőforrás-menedzsmentre utal, amely lehetővé teszi, hogy a hálózatot programozhatóan állítsuk össze, az erőforrásokat igény szerint vegyük igénybe, és egy fizikai hálózaton több logikailag elkülönült hálózat jöjjön létre [ITU-T Y.3011 2012] [LYNCH et al. 2014] [ONF 2012] [ONF 2014] [SHENKER 2011].

C) Az adat- és tartalomtudatosság célkitűzése egyrészt a nagy méretű, heterogén adathalmazok (*Big Data*) hatékony kezeléséhez, átviteléhez, elemzéséhez és megjelenítéséhez kapcsolódik, másrészt a kéréselt tartalmak elérésének, a nagyméretű tartalmak elosztásának hatékony megoldására utal [EC HORIZON 2013] [ITU-T Y.3031 2012] [SMITH 2012] [WU et al. 2014] [ZAHARIADIS 2010].

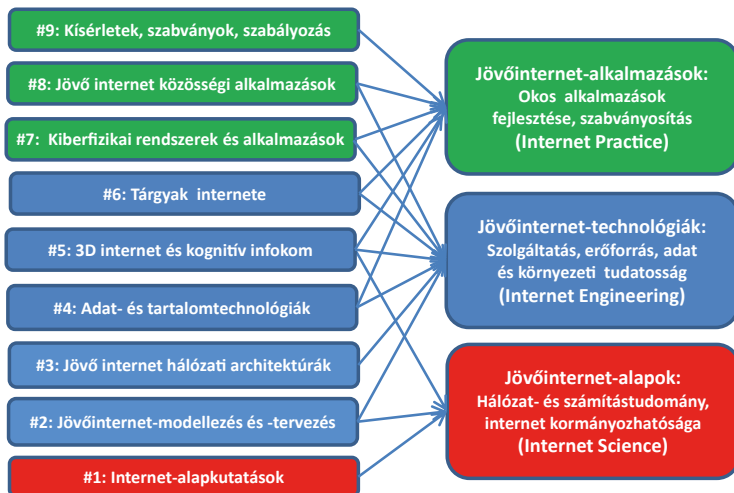
D) A fenntarthatóság, környezeti tudatosság célkitűzése az energia-tudatosságra és a hatékony spektrumhasználatra utal, de felölelhet bármilyen más ökológiai szempontot is. Az internetforgalom óriási növekedése az energiafelhasználás intenzív növekedését eredményezi, ezért az energiatakarékosság, az energiatudatosság szempontja prioritást élvez [ANTONOPOULOS et al. 2015] [BALLON et al. 2013] [CLOUDNET 2014] [NGUYEN 2011] [ZELLER et al. 2013].

E) A társadalmi tudatosság célkitűzése az intelligens, innovatív és biztonságos társadalom, amely magában foglalja az internet elérhetőségének, kormányozhatóságának és biztonságának követelményét. A kialakuló internet-ökoszisztémában az internet nélkülözhetetlen

infrastruktúrává, közművé válik, a globális hálózathoz való univerzális hozzáférés várhatóan az egyik alapvető emberi jog lesz. A jövő internetének tekintetbe kell vennie társadalmi-gazdasági célokat, mint az internet kormányozhatósága (például a hálózatsemlegesség biztosítása, a hálózaton átmenő adatsomagok egyenlő kezelésének elvárása a szolgáltatóktól), az információ hitelessége, integritása, elérhetősége, a személyes adatok védelme, az innováció ösztönzése stb. [EC EINS 2013] [EC EINS 2015] [LIU 2013] [MUELLER–BOHLIN 2012] [YOONAI DHARMA 2014].

1.3.2. A jövő internet kutatásának területei

Természetesen a klasszikus internet kihívásaira választ keresve elindultak a kutatások a jövő internet víziójának megfogalmazását már jóval megelőzően is, sőt a vízió megfogalmazásában, finomításában fontos szerepe volt e kutatások eredményeinek. A jövő internethez kapcsolódó kutatási témákat, közleményeket tanulmányozva, különösen a FIA (*Future Internet Assembly*) 2010 és 2014 közötti rendezvényeit és kiadványait, a Horizon 2020 munkaprogramját, valamint a hazai jövőinternet-kutatási tevékenységet [BAKONYI–SALLAI 2014], azonosíthatjuk a kutatási területeket és a releváns kutatási témaköröket. A kutatási területeket egy rétegmodell szerint rendeztük, amelynek egyes rétegei a jövőinternet-kutatás tárgyköreit képezik, az alapkutatástól kezdve az alkalmazott műszaki kutatásokon keresztül az internet gyakorlatáig. A 1.8. ábra mutatja a kilencrétegű modellt, a kilenc kutatási tárgykört és azok kapcsolódásait a kutatás-fejlesztés-innováció három fő célterületéhez. Az internettudomány (*Internet Science*) képezi a legalsó, alapkutatási réteget, az 1. tárgykört. Felette az *Internet Engineering*, a mérnöki kutatások öt réteget alkotnak (2–6. tárgykörök). Az *Internet Practice*, a különféle alkalmazások, kísérleti rendszerek, szabványosítás és szabályozás három réteget képeznek (7–9. tárgykörök) [SALLAI 2013] [SALLAI 2014].



1.8. ábra

A jövőinternet-kutatások rétegmellje

Forrás: a szerző saját szerkesztése

A következőkben definiáljuk a kutatási tárgyköröket, és feltüntetjük a legfontosabb referenciákat; a kutatások azonosított témaköreit (tárgykörönként 5–7 témakört) [SALLAI 2014] ismerteti, a hazai kutatási eredmények egy seregszmléjét a [BAKONYI–SALLAI 2014] kiadványban tanulmányozhatjuk.

1. *Az internet-alapkutatások (internettudomány)* mind az internet-hálózatnak, mind az internet és a társadalom egymásra hatásának integrált, interdiszciplináris megértését célozzák, felölelve többek között a hálózattudományt, nagyméretű rendszerek modellezését és vizsgálatát, a számítástudományt a számításelmélettől a számítógép-architektúráig, a kriptográfiát, a kvantum- és nanotechnológia kapcsolódó területeit, az internet gazdaságtanának, kormányozhatóságának témaköreit, a személyiségi jogok és a kognitív folyamatok kérdéseit [BARABÁSI–NEWMAN–WATTS 2006] [BUTTYÁN 2016] [EC EINS 2013] [EC EINS 2015] [FÖLDESI–BOTZHEIM 2012] [LEWIS 2009] [LIU 2013] [MUELLER–BOHLIN 2012] [WEF 2007].

2. *A jövő internet modellezése, analízise és tervezése* tárgykor rendszertechnikai kutatási témákat fog össze, amelyek a jövő internetét meg-
alapozó modern infokommunikációs rendszerek, hálózati koncepciók
és technológiák modellezését és sokoldalú elemzését (teljesítmény, skáláz-
hatóság, stabilitás, rendelkezésre állás, rugalmasság, szolgáltatásminőség,
életképesség, hibatűrés stb.), valamint tervezési módszerek kidolgozá-
sát célozzák [BÍRÓ 2010] [DO-CHAKA-SZTRIK 2013] [STRATOIANNIS-
TSIROPOULOS 2013] [GULYÁS et al. 2015] [MATERA-LISTANTI-PIÓRO 2016]
[TAPOLCAI-HO ET AL. 2014].

3. *A jövő internet hálózati architektúrák* központi jelentőségű kuta-
tási terület, a jövő internet vízió célkitűzései közül a szolgáltatás-, az erő-
forrás- és a környezeti tudatosság kifejezetten e kutatási tárgykörhöz
tartozik, és e kutatásoktól várható a minden internetének kigondolása is.
Az itt született válaszokból forrtak ki a jövő internet releváns új funk-
ciói, megoldásai, amelyek kiterjednek a jövő internet infrastruktúrájára,
a jövő médiahálózataira, a hálózatok virtualizálására, a felhőszolgálta-
tásokra stb., amelyekről a következő szakaszban részletesebben is szó-
lunk [CLOUDNET 2014] [ETSI 2012] [EC NETWORKED MEDIA 2010] [EC
HORIZON 2013] [FIA 2010] [FIA 2011] [FIA 2012] [FIA 2013] [SHENKER
2011] [ZAHARIADIS et al. 2010] [LYNCH et al. 2014] [MATSUBARA-
EGAWA 2013] [MEER et al. 2012] [NETWORLD 2014] [PAPADIMITRIOU et al.
2012] [STRATOIANNIS et al. 2013] [FETTWEIS 2014] [KREUTZ et al. 2015].

4. *Az adat- és tartalomtechnológiák* körébe tartozó kutatási témák
a hatalmas mennyiségben jelentkező heterogén adatok és médiatartalmak
menedzselését és hasznosítását célozzák, beleértve az adatok gyűjtését,
feldolgozását, elemzését, keresését, megjelenítését, más nyelvre fordítá-
sát és a különféle digitális könyvtár- és térinformatikai funkciókat [EC
HORIZON 2013] [FIA 2011] [FIA 2012] [GARZO-BENCZUR et al. 2013]
[HAJDU et al. 2013] [PREKOPCSÁK et al. 2011] [SHARP et al. 2015] [SZÜCS
2014] [WU et al. 2014].

5. *3D internet és kognitív infokommunikáció* kutatási terület a ter-
mészetes és mesterséges kognitív képességek kiterjesztésének és kom-
binálásának hatékony megoldásait keresi az ICT segítségével, beleértve
a multimodális ember-gép interfészektől a háromdimenziós internetalapú
virtuális kollaborációig terjedő széles témakört [DARAS-ALVAREZ 2009]
[CSAPÓ-BARANYI 2010] [COGINFOCOM 2010] [GALAMBOS et al. 2012]
[BARANYI-CSAPÓ 2012] [COGINFOCOM 2013] [BARANYI-CSAPÓ-
SALLAI 2015] [COGINFOCOM 2016] [COGINFOCOM 2017].

6. *Tárgyak internete (IoT)* a jövő internet vízió kulcseleme, intelligens eszközök, szenzorok és aktuátorok sokaságának valós idejű együttműködését célozza. A kutatások többek között technológiai (miniatürizálási), topológiai, kommunikációs, adataggregációs, hálózat- és információbiztonsági kérdésekre keresik a választ, különös tekintettel a vezeték nélküli szenzorhálózatok energiahatékonyságára [FIA 2010] [FIA 2011] [FIA 2012] [FIA 2013] [SMITH 2012] [VERMESAN–FRIES 2011] [VERMESAN–FRIES 2013] [PATEL–NITAL 2015] [WIXTED et al. 2016].

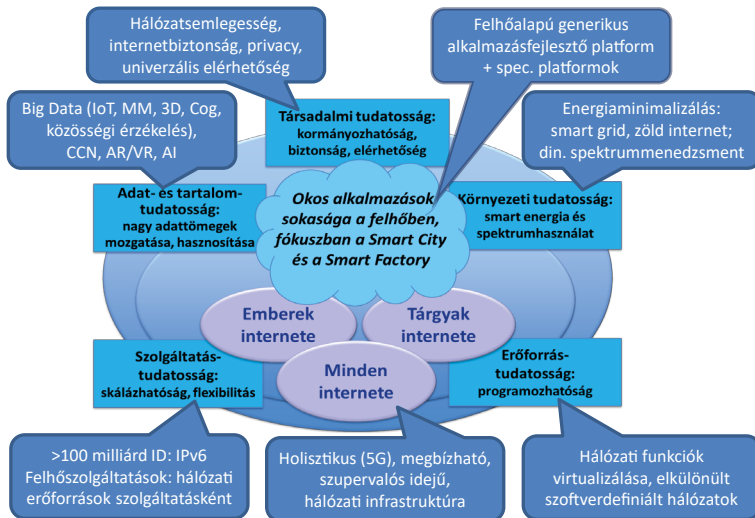
7. *Kiberfizikai rendszerek és alkalmazások.* A kiberfizikai rendszerek (*Cyber-Physical Systems, CPS*) a beágyazott ICT-rendszerek következő generációját jelentik, amelyek a fizikai világ leképzésével a tárgyak internetén keresztül összekapcsolódnak, és intelligens termelési rendszerek, ipari, közlekedési, mérés-technikai alkalmazások széles körének fejlesztését indították el [FISHER et al. 2013] [FIA 2013] [LEE–SESHIA 2011] [NGUYEN et al. 2011] [VERMESAN–FRIES 2013] [ZELLER et al. 2013] [MONOSTORI 2014] [MONOSTORI–KÁDÁR et al. 2016].

8. *Jövő internet közösségi alkalmazások* tárgykör a jövőinternet-technológia képességeire építő okos alkalmazások kutatását célozza, különös tekintettel a szenzorok és a közösségi érzékelés által gyűjtött adatok felhasználására, illetve alkalmas platformok kialakítására. Az idetartozó példák az okosotthon- és irodaalkalmazások, az okos egészségügyi és jóléti alkalmazások, üzleti alkalmazások, közigazgatási alkalmazások, amelyeket összefoglalóan okos város (*smart city*) alkalmazásoknak nevezünk, amelyekről a 2. fejezetben részletesen szólunk [COGINFOCOM 2012] [COGINFOCOM 2017] [COHEN 2015] [FIA 2010] [FIA 2011] [FIA 2012] [FIA 2013] [SMITH 2012] [SZABO–FARKAS–ISPANY et al. 2013] [VERMESAN–FRIES 2013] [GÓDOR–HÖLLER 2016] [VIDA–FEHÉR 2016].

9. *A kísérleti rendszerek, szabványosítás és szabályozás* tárgykör olyan gyakorlatias témákat ölel fel, mint a kísérleti és vizsgáló rendszerek követelményei, tervezése és együttműködése, a kísérletek műszaki, üzleti és szociális tapasztalatai, a jövő internethez, különösen a tárgyak internetéhez kapcsolódó szabványosítási tevékenység, valamint a felmerülő komplex műszaki, gazdasági és tartalomszabályozási kérdések [FIA 2013][ITU-T Y.3001 2011] [ITUT Y.3011 2012] [ITU-T Y.3021 2012] [ITU-T Y.4000 2012] [LIU 2013] [MATSUBARA et al. 2013] [SALES et al. 2012] [VERMESAN–FRIESS 2013].

1.3.3. Jövőinternet-megoldások

A kutatások eredményeként az elmúlt évekre kikristályosodtak a megoldások a jövő internet koncepcióira, célkitűzéseire. A klasszikus internet jellemzően új képességekkel bővült, új funkciókkal, tulajdonságokkal gazdagodott. Az egyes jövőinternet-koncepciókhoz kapcsolódó megoldásokat az 1.9. ábra foglalja össze. A szolgáltatás-, erőforrás-, adat- és tartalom-, továbbá a környezeti tudatosság (A, B, C, D célkitűzések), valamint az alkalmazások alapvetően műszaki megoldásait ebben és a következő szakaszban ismertetjük, a társadalmi tudatosságról (E célkitűzés) az 1.3.5 szakaszban szólnunk.



1.9. ábra

Jövőinternet-koncepciók és megoldások

Forrás: a szerző saját szerkesztése

A skálázható, flexibilis, szolgáltatástudatos hálózat célkitűzésének (A) a teljesítését jelenleg az IPv4-et és a korszerűbb, elegendő kapacitást biztosító IPv6-ot is magában foglaló azonosítási rendszer bevezetésében, a hálózati erőforrások szolgáltatásként való nyújtásában, a felhőszolgáltatásokban és az úgynevezett ötödik generációs (5G) holisztikus

infrastruktúra kialakításában látjuk. Az 5G hálózat nemcsak a szolgáltatástudatosság szempontjainak megvalósítását célozza, hanem a jövő internet átfogó infrastruktúrájának tekinthető, amely a továbbiakban áttekintett funkciókat is integrálja, és mára egy önálló szakmai területté vált, ezért fő jellemzőit egy külön szakaszban összegezzük [ECFI 2014] [NETWORLD 2014].

A jövő internet skálázhatósága az *azonosító rendszer megújítását* követelte meg. Ehhez olyan megoldásra van szükség, amely biztosítja a) a mobilitás beépített, generikus, szerves támogatását, b) a tartalmak/adatok széles körének azonosíthatóságát és c) a kellően nagy azonosító kapacitást, számítva a tárgyak internetének kibontakozására. A klasszikus internet egyetlen azonosítót használ, az IP-címzést (*IP address*), amely mind a számítógépeket, amelyeken a hálózati szolgáltatások vagy a felhasználói programok futnak, mind azok hálózati topológián elfoglalt helyét azonosítja. Az IP-címek több dologra és több protokollrétegben való közös használata statikus megkötéseket eredményez [IETF 1993], amelyek feloldandók a mobilitás generikus támogatása végett. A klasszikus internetben az adatok és tartalmak azonosítása hiányzik, pedig az intelligens, mozgó tárgyak milliárdjainak és a médiatartalmak sokaságának azonosítása elkerülhetetlen a tárgyak internete kibontakozásához és a tartalomtudatosság megvalósításához, a tartalomhálózatok fejlődéséhez. Az IPv4 esetében használatos 32 bites címzéssel szemben az IPv6-címek 128 bitesek, így a nagyságrendekkel nagyobb címtartomány révén közvetlenül címezhetővé teszi az internethez kapcsolódó eszközöket [IPv6 2017] [ZIEGLER et al. 2013]. Az ITU Y.3031 Ajánlásában megfogalmazott azonosítási keretrendszere újfajta azonosítók és új nyilvántartási rendszer bevezetésével átfogó megoldást nyújt, megteremt a kapcsolatot a kommunikációban részt vevő objektumok (felhasználók, kommunikációs eszközök, adatok/tartalmak, szolgáltatások stb.) és a különféle kommunikációs hálózatok (IPv4, IPv6, nem IP-hálózatok) között [ITU-T Y.3031 2012].

A *felhőszolgáltatások* két területen alakultak ki, egyrészt a felhőszámítástechnika, másrészt később a felhőkommunikáció területén. A számítási felhő (*cloud computing*) az adatok interneten keresztül elért, távoli számítógépeken történő tárolását, feldolgozását és felhasználását jelenti. Ily módon a felhasználók szinte korlátlan számítási teljesítményhez juthatnak. Ahhoz, hogy az igényeiket kielégítsék, nincs szükség jelentős beruházásokra, adataikat bármilyen internet-hozzáféréssel rendelkező helyről elérhetik, fizetniük csak az erőforrások tényleges használata után

kell. A kommunikációs felhőhöz (*cloud networking*) az internethálózatokon, a felhőn nyújtott kommunikációs szolgáltatások, alkalmazások és a hozzájuk szükséges kapcsolási, információátviteli és menedzselési funkciók tartoznak [CLOUDNET 2014]. A kommunikációs felhő a számítási felhő részének is tekinthető, azonban míg a számítási felhő esetén általánosságban nem elvárás a valós idejű kommunikációs képesség, a kommunikációs felhő esetén alapvető. A felhőkoncepció terjedésével újabb és újabb felhőszolgáltatás-fajták jelennek meg, amelyek közül öt szolgáltatást említünk meg. A felhő-számítástechnika infrastruktúra-, platform- és szoftverszinteken nyújtott szolgáltatásait (*IaaS, Paas, SaaS*) és a felhő-kommunikáció hálózati és kommunikációs szinten nyújtott szolgáltatásait (*NaaS, CaaS*). A szoftver mint szolgáltatás (*Software as a Service, SaaS*) a legismertebb felhőszolgáltatás; ebben az esetben a felhasználó megvásárolja a hozzáférést és a használatot egy alkalmazáshoz (például egy üzleti alkalmazás szoftveréhez), amelyet a felhőbe telepítettek. *CaaS* esetében az alkalmazás egy kommunikációs alkalmazás. Az *IaaS (Infrastructure as a Service)* a legalacsonyabb, fizikai szintű hozzáférést nyújtja tárhelyekhez, számítási kapacitáshoz, operációsrendszer-menedzsmenthez, *NaaS* esetében hálózati kapacitáshoz [WAJID–MARIN–MEHANDJIEC 2013].

Az *erőforrás-tudatos hálózat célkitűzése* (B) a hálózati erőforrások igény szerinti, rugalmas és gyors konfigurálását célozza. Ennek megoldását a *hálózat virtualizációja* nyújtja, amelyet újabban a hálózat szoftverizációjának is neveznek, amelynek fontos vonásai a szoftver és hardver teljes különválasztása, a hálózati funkciók szoftveres megvalósítása, általános célú szerverek és hálózati eszközök alkalmazása. A hálózat virtualizálása a hálózati funkciók és erőforrások felbontását és absztrakt formában való megjelenítését, valamint a virtuális hálózati funkciók és erőforrások szükség szerinti felhasználásával a kívánt hálózati konfiguráció összeállítását és szoftveralapú virtuális hálózatokba való egyesítését jelenti [ITUT Y.3011 2012] [ETSI 2012]. A hálózatvirtualizálás technikájának két, egymást kiegészítő komponense a szoftverdefiniált hálózatok képzése (*software defined networking, SDN*) és a hálózati funkciók virtualizálása (*network function virtualization, NFV*). Az SDN különválasztja a hálózat vezérlési és adattovábbítási síkját, hatékony szervezést biztosít a hálózati szolgáltatások számára, szoftvervezérelt módon. Az NFV különválasztja magát a hálózati funkciót a célhardver-berendezésektől, ezáltal a szoftverben megvalósított hálózati funkció tetszőleges általános szerverarchitektúrán futhat, lehetőséget adva a szolgáltatás gyorsabb fejlesztésére

és nyújtására. Ily módon a szolgáltatások a virtualizált erőforrásokat rugalmasan, programozhatóan, a hálózat aktuális állapotát is figyelembe véve vehetik igénybe, és lehetővé válik egy fizikai hálózaton több logikailag elkülönült, virtuális hálózat létrehozása [ONF 2013] [ONF 2014] [LYNCH et al. 2014] [KREUTZ et al. 2015] [BORCOCI 2015].

Az adattudatosság szempontja (C) az adattudomány (data science) megszületésének és intenzív kibontakozásának talán legfontosabb kiváltója volt [EC HORIZON 2013]. A tárgyak internete és a különböző médiaforrások sokféle, hatalmas mennyiségű adatot generálnak (big data), beleértve a közösségi érzékelésből (crowdsensing) származó adatokat [PETKOVICS et al. 2015], a multimédia-, 3D- és kognitív tartalmakat is. A big data jellemzésére kezdetben a 3V-t, jelenleg már a 6V-t használják, amelyek az big data-elemzés, -továbbítás, -feldolgozás és -megjelenítés kulcskérdéseire utalnak: volume (nagy adatmennyiség), velocity (gyorsan bejövő, gyors feldolgozást igénylő adatok), variety (nagyon különböző adattípusok), valamint veracity (az adatok igaz volta, megbízhatósága, azaz nem téves vagy hamis). validity (az adatok érvényesége, pontossága) és volatility (az adat relevanciájának, érvényességének időtartama) [NORMANDEAU 2013]. Az adattudományon belül kiemelendők az adat-, szöveg- és médiabányászati eljárások, amelyekkel összefüggések feltárására, objektumok osztályozására, illetve klaszterezésére stb. törekszünk, valamint a különféle kereső és felismerő algoritmusok (például jelentéstartalom alapján kereső, úgynevezett szemantikus eljárások, mozdulat- és érzelemfelismerés, beszéd-, beszélő- és arcfelismerés) és a tartalomkezelő és vizualizációs technikák. A mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI) korszerű technológiái még összetettebb és mélyebb analízisfeladatok ellátására képesek [WU et al. 2014] [GARZO-BENCZUR et al. 2013] [PREKOPCSÁK 2011] [SZÜCS 2014].

A kiterjesztettség- és virtuálisvalóság-rendszerek (AR/VR) már egyfajta adatmegjelenítést, adathasznosítást, alkalmazást jelentenek; a felhasználó eddig még nem tapasztalt élményekhez juthat. A kiterjesztettség-technikák virtuális alkotóelemeket, digitális képeket, grafikákat, szövegeket jelenítenek meg a képernyőn, építenek rá a valós világra, ezzel fokozzák egymás határfokát. A virtuális valóság egy életszerűnek tűnő valóság mesterséges, számítógépes megalkotása: egy VR-headset segítségével valódi életkörülményeket szimulálhatunk, vagy egy képzeletbeli valóságban mozoghatunk [BARANYI-Csapó-SALLAI 2015] [SHARP et al. 2015] [GALAMBOS et al. 2012] [HALASKA 2017].

A *tartalomtudatosság* a tartalomalapú hálózatszervezésre utal. A keresett tartalmak elérésének és letöltésének hatékony megoldását a *tartalomcentrikus hálózatok* különböző formái (CCN, CDN) valósítják meg. A hálózat forgalmi terhelésének csökkentése végett a nagyméretű, gyakran igényelt tartalmak többszörözése lehet célszerű. A tartalmak azonosításával, egy tartalomalapú forgalomirányítás segítségével a kívánt tartalmat a legközelebbi helyről tölthetjük le [EC NETWORKED MEDIA 2010] [ITU-T Y. 3031 2012] [ZAHARIADIS 2010] [LIAN–GRITZALIS 2015].

A *fenntarthatóság, környezettudatosság célkitűzése* (D) az energiatudatosságra és a hatékony spektrumhasználatra irányította a kutatók figyelmét. Az energiatudatosság mind a sok számítógépet egyesítő, nagy fogyasztású adatközpontok (*data centers*), mind a minél kisebb fogyasztású szenzorok miatt kritikus szemponttá vált. Az energiával való takarékoság érdekében a hálózat konfigurációját, illetve azon belül az adatközpontok konfigurációját a forgalmi terhelés függvényében optimalizálják, forgalmakat áterhelve egyes hálózati erőforrásokat altatnak (*Green Internet*) [CLOUDNET 2014] [NGUYEN et al. 2011] [ZELLER et al. 2013] [ANTONOPOULOS et al. 2015]. Természetesen az energiafelhasználás hatékonyságát javítják alacsony teljesítményigényű elektronikai eszközök alkalmazásával, illetve dinamikus szabályozási technikák segítségével is. A spektrumhasználat optimalizálásában a dinamikus spektrummenedzsment (*dynamic spectrum assignment, DSA*) kiemelten fontos példaként említendő, amelynél a rádiócsatornák használata programozható, dinamikusán átrendezhető úgy, hogy a csatornák forgalmi terhelését és átviteli minőségét (interferenciáját) figyelembe véve a lehető legjobb teljesítményt érjük el [BALLON et al. 2013].

A *jövőinternet-alapú alkalmazások* (okos város, otthon, iroda, életvitel, közlekedés, egészségügy, termelés, agrárium, energetika, e-business, e-közigazgatás stb.) mint szoftvermegoldások a jövő internet vízió végcélját jelentik [FIA 2011] [FIA 2012] [FIA 2013] [SZABO–FARKAS–ISPÁNY et al. 2013] [BAKONYI–SALLAI 2014]. Az alkalmazások fejlesztését segítő a *Future Internet Public-Private-Partnership (FI-PPP)* szervezésében *FIware* felhőalapú generikus alkalmazásfejlesztő platformot hoztak létre. A generikus platform alkalmazási terület specifikus modulokkal egészült ki, mint *FI-Content* (audiovizuális média, webes tartalom, metaadatok, játékok, felhasználói készítésű tartalmak kezelésére), *FI-Space* (közlekedés, logisztika, agrárium-élelmiszer), *FITMAN* (gyártástechnológia), *FI-STAR* (egészségügy), *FINENSCE* (megújuló energia) stb. [FIWARE

2015]. Az *FI-PPP* intenzíven támogatja *FIware*-alapú alkalmazások fejlesztését (*FIware accelerator* program), és a platform elterjesztését Európában és Európán kívül is (*FIware Regions* és *FIware Mundus* programok) [FIA 2013] [ECFI 2014]. Az alkalmazások széles körén belül jelenleg két terület kap kiemelt hangsúlyt, egyrészt az okos város, amelyhez már jelenleg is sok alkalmazás kapcsolódik, és kialakult metodológiák léteznek [COHEN 2015], másrészt az okos gyár, az okos termelés, az okos ipar kibontakozó területe, amelyhez a negyedik ipari forradalmat, technológiai korszakváltást kapcsolják (Ipar 4.0) [MONOSTORI et al. 2016]. Ezekon a prominens alkalmazási területeken átfogó, az alkalmazásokat integráló platformok jöttek, illetve jönnek létre, amelyek közül az okos városra vonatkozóan a következő fejezetben részletesebben szólnunk.

1.3.4. Az 5G hálózati infrastruktúra

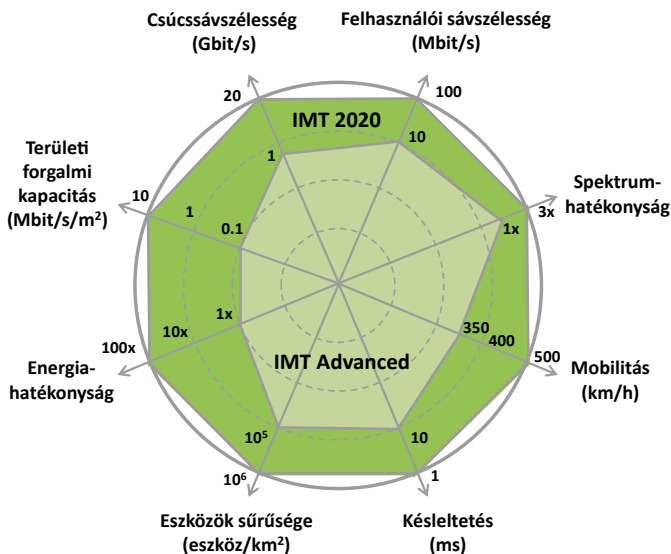
Az ötödik generációs (5G) hálózati infrastruktúra a jövő internet átfogó infrastruktúrájának tekinthető, amelynek kialakításában a jövő internet koncepciói, célkitűzései meghatározó szerepet játszottak, ennek megfelelően az előző szakaszban ismertetett megoldásokat magában foglalja (felhőszolgáltatások, szoftverdefiniált hálózatok, tartalomcentrikus hálózatok), illetve alkalmas támogatásukra (adattechnológiák, közösségi érzékelés, 3D internet, energiahatékonyság). Az 5G infrastruktúra vízióját az 5G PPP (*The 5G Infrastructure Public Private Partnership*) fogalmazta meg [5G PPP 2015]. Megjegyzendő, hogy az 5G hálózati technológiákkal és szolgáltatásokkal való foglalkozás különféle más elnevezések alatt is folyik, például az ITU az *International Mobile Telecommunications 2020*, röviden az *IMT 2020* terminológiát használja.

Az 5G hálózatokkal szemben támasztott minőségi követelményeket az ITU-R ajánlása alapján mutatjuk be [ITU-R M.2083 2015]:

- *Nagyon kis késleltetés és magas megbízhatóság* támogatása mind az emberek közötti, mind a gépek közötti kommunikáció számára. E kritikus követelmények kiemelten fontosak lehetnek termelési folyamatoknál, a vezető nélküli autók esetében, a forgalomirányítás valós idejű optimalizálásához, vészhelyzetek kezelésében, a virtuálisvalóság- és a kiterjesztettvalóság-alkalmazásoknál, egészségügyi, irodai alkalmazásoknál stb.

- *Nagy felhasználásűrűség támogatása.* Megfelelő végfelhasználói élményt kell biztosítani sok, egyidejűleg nagy fajlagos forgalom-sűrűséggel forgalmazni kívánó felhasználó esetén is, például nagy tömeg által látogatott rendezvények, bevásárlóközpontok, forgalmi dugók esetében.
- *Kiváló minőség megtartása nagy mobilitás esetén.* A felhasználó a nagy sebességgel mozgó járművön (például gépkocsin vagy nagysebességű vonaton) megkívánja az alkalmazások zavartalan működését, akár több országon keresztül is.
- *Emelt szintű multimédia-szolgáltatás, magasabb felhasználói sebesség.* A felhasználói eszközök emelt szintű médiafogyasztási képessége (ultra HD-, többnézetű HD-, mobil 3D-kijelző, kiterjesztett valóság stb.) jelentősen magasabb adatátviteli sebességet igényel, aminek a szórakoztatáson kívül az egészségügyi és biztonsági alkalmazásoknál is növekvő szerepe várható.
- *Tárgyak hálózatba kapcsolása, a tárgyak internete (IoT):* Az egymással összekapcsolt tárgyak, dolgok, általában az IoT-alkalmazások más, adott esetben extrém igényekkel lépnek fel az energiafelhasználással, az átviteli teljesítménnyel, a késleltetéssel és egyéb jellemzőkkel szemben, amelyek kielégítésével és a bekapcsolt tárgyak nagy mennyiségével számolni kell.
- *Ultrapontos helymeghatározás.* A helymeghatározás fejlődésével (például GPS-koordináták alapján), pontosságának javulásával a térinformatika és a helytől függő alkalmazások elterjedésével számolhatunk például a katasztrófaelhárításban, a vezető nélküli járművek és drónok földi irányításában.
- *Konvergencia alkalmazások differenciált kezelése.* Amellett, hogy az 5G rendszer a legkülönbözőbb alkalmazások számára egyszerre nyújt hatékony hálózati infrastruktúrát, figyelembe kell venni, kezelni kell az egyes alkalmazások egyedi, differenciált igényeit.

Az 5. generációs *IMT 2020* célul kitűzött nyolc legfontosabb teljesítmény-paraméterét az 1.10. ábra mutatja be a 4,5. generációsnak nevezett *IMT Advanced* rendszer adataihoz hasonlítva. Ezek közül hármat emelünk ki, a felhasználói sebesség 100Mbit/s célértékét, a késleltetés néhány ms-ra való leszorítását, valamint azt, hogy négyzetkilométerenként akár 1 millió eszköz bekapcsolásával is számolnunk kell.



1.10. ábra

Az IMT 2020 (5G) és az IMT Advanced (4,5G) nyolc képességének összevetése

Forrás: [CINKLER et al. 2016]

A követelmények kielégítése végett folyó technológiai fejlesztések főbb területei, amelyekkel az IMT 2020 szabványosítása során az ITU is számol [ITU-R M.2083 2015], az alábbiak:

- *A rádiós interfész hatékonyságát növelő technológiák.* A spektrális hatékonyság növelését célozzák a fejlettebb modulációs és kódolási rendszerek (például *filtered orthogonal frequency division multiplexing – FOFDM*, *filter bank multi-carrier modulation – FBMC*), hozzáférési módszerek (például *pattern division multiple access – PDMA*, *sparse code multiple access – SCMA*, *interleave division multiple access – IDMA* és *low density spreading – LDS*), az aktív antennarendszerek és a hatékony alkalmazásuk (*multiple-input and multiple-output – MIMO*). A rugalmas spektrumhasználat többfajta rádiós hozzáférési technológia egy-egy kezelésére is kiterjed.
- *Hálózatok hatékonysága, szoftverizációja.* Az 5G hálózat hatékonysága a hálózat rugalmas átkonfigurálását igényli, amelyet,

mint az 1.3.3. szakaszban láttuk, a szoftverdefiniált hálózati technikával (SDN) és a hálózati funkciók virtualizációjával (NFV) oldanak meg. A szolgáltatások nyújtásának hatékonyságát a felhőszolgáltatások kiterjedt alkalmazásával növelhetjük, amelyek közös erőforrása igény szerint allokálható.

- *Mobil szélessávú használatot elősegítő technológiák* között említendő a hálózat szélein lévő felhasználók szolgáltatásminőségének javítása ismétlődő állomások alkalmazásán alapuló többszakaszos hálózat segítségével, a sávzélesség hatékonyságának növelése a multimédia csoportos (*multicasting*) terjesztésének dinamikus megoldásaival, személyre szabott tartalomszolgáltatásokkal stb.
- *Tömeges gép-gép közötti (M2M) kommunikációt elősegítő technológiák*, ideértve a nagyszámú, egymástól eltérő teljesítőképességű és működtetési igényű eszköz hatékony összekapcsolásának technológiai megoldásait.
- *Nagy megbízhatóságú és kis késleltetésű kommunikációs technológiák*. E célok érdekében jelentős alaputatási tevékenység igénye fogalmazódott meg és indult el a kommunikációs rendszer-technika területén, különösen az 1–5 ms-os késleltetés elérésére.
- *A hálózat energiahatékonyságát növelő technológiák*. A lehetőségek tartalmazzák a rádiófrekvenciás adók és a hálózat teljesítményfelvételének csökkentését a forgalom függvényében, ennek keretében a nem folyamatos adást, a bázisállomás, illetve antenna némítását, a forgalom kiegyenlítését több rádiófrekvenciás hozzáférési technológia között.
- *Végkészülékek technológiája*. A végkészülékek mindinkább felhasználóbarát, személyes, sokcélú, irodai és szórakoztatási funkciókat egyaránt betöltő ICT-eszközökké válnak, és viselésre alkalmas intelligens eszközökké is fejlődnek. Ennek megvalósulásához a chip-, telep- és kijelző technológiák fejlődése kapott lendületet.
- *A magánélet védelmét és a biztonságot fokozó technológiák*. Az 5G rendszereinek hathatós biztonsági megoldásokkal kell rendelkezniük, hogy az új rádiótechnológiák, szolgáltatások és telepítési körülmények által okozott fenyegetések ellen is megfelelő választ adjon.
- *Nagyobb adatátviteli sebesség és átviteli kapacitás elérését elősegítő technológiák*. Ennek természetes technikái a magasabb frekvenciasávok használata egészen 100 GHz-ig, a spektrális

hatékonyság növelése a már említett fejlettebb modulációs és kódolási rendszerekkel, valamint a hálózat „sűrítése” (*network densification*) lényegében további bázisállomások hozzáadása és a cellák méretének csökkentése révén.

Az EU nagy súlyt fektet az 5G hálózatok kutatására, tervezésére és szabványosítására, támogatja a szolgáltató és gyártó cégek együttműködését, innovációs törekvéseit [EU 5G PPP 2017] [NETWORLD 2014] [FETWIES 2014] [ANTONOPOULOS et al. 2015] [CINKLER et al. 2016].

Az 5G vezeték nélküli technológiákról szóló fehér könyv [IMT2020 PROMOTION GROUP 2015] az 5G négy alkalmazási területét, úgynevezett szcenárióját fogalmazza meg, amelyek az 5G műszaki követelmények különböző csoportjait igénylik:

- *Megszakításmentes nagy területű lefedettség*: A mobil kommunikáció alapkövetelménye. Az 5G nagy kihívása, hogy legalább 100 Mbit/s vagy ennél magasabb fogyasztó által érzékelt sebesség mellett is bármikor, bárhol biztosítani kell az elérhetőséget és a megszakításmentességet akkor is, ha a fogyasztó nagy sebességgel közlekedik, vagy a lefedettségi terület közepén vagy szélén tartózkodik.
- *Nagy kapacitású hotspot*: Ez a szcenárió helyiségen belüli (például irodai alkalmazás, kiállítás) és szabadtéri (például nagy rendezvények) *hot-spot* területeket ír le, ahol a felhasználók számára érzékelt több tíz Gbit/s csúcsadatsebességet kell biztosítani Tbit/s/km² forgalomsűrűség mellett.
- *Kis késleltetés és nagy megbízhatóság*: Ez a szcenárió elsősorban a különleges alkalmazási igények kielégítését célozza, különösen a tárgyak internetében (IoT), a gépjárműiparban, általában az ipari és mezőgazdasági vezérléseknél (*Tactile Internet*, tapintható internet). Itt a néhány ms-os késleltetés és a majdnem 100%-os (több kilences) megbízhatóság a kielégítendő cél.
- *Nagyszámú, kis fogyasztású eszközök kapcsolata*: Ez a szcenárió elsősorban a nagyszámú érzékelőtől származó adatgyűjtést írja le (szenzorhálózat), mint például környezeti monitorrendszer. Jellemzője a kis adatcsomag, kis teljesítményigény és a nagyszámú kapcsolat. Támogatandó lehet több mint 1 millió eszköz bekapcsolása négyzetkilométerenként.

A fehér könyv megállapítja, hogy kicsi a valószínűsége, hogy a fenti szcenáriók egy időben, egy helyen előforduljanak, ugyanakkor az 5G szabványosításának arra kell felkészülnie, hogy egy berendezés bármely szcenárió kezelésére alkalmas legyen rugalmasan konfigurálható modulok segítségével.

1.3.5. Az internetkormányzás

A társadalmi tudatosság célkitűzése (E) tovább erősítette azt a folyamatot, amely az internetnek a társadalomban, üzleti és közéletben, közigazgatásban betöltött mind centrálisabb szerepe folytán az internet szabályozása, illetve szélesebb értelemben az internet kormányzása (*Internet Governance*) érdekében elindult [MUELLER–BOHLIN 2012]. Az internetkormányzás fogalmának első, ma is széles körben idézett értelmezését 2005-ben az ENSZ kezdeményezésű információs társadalom csúcstalálkozó (WSIS) fogalmazták meg. Eszerint az internetkormányzás az internet fejlődését és használatát alakító elvek, normák, szabályok, eljárások és programok kidolgozása, fejlesztése és alkalmazása, amelyben a kormányzat, a magánszektor és a civil társadalom saját szerepe szerint vesz részt [WGIG 2005].

Az internetkormányzás kiterjed mind a hálózati infrastruktúrára, amely az információt szállítja, mind a hálózat vezérlésére, mind a tartalomra, a hálózaton átvitt információra. Az internet kormányzásának diszciplínája széles értelemben felöleli az internet világának olyan kérdésköreit [MUELLER–BOHLIN 2012] [LIU 2013] [YOONAI DHARMA et al. 2014], mint

- internetbiztonság, információ-, hálózatbiztonság (*cyber security*),
- a személyes adatok, bizalmasság védelme (*privacy protection*),
- a tartalmak elérhetősége és felhasználásának jogossága,
- az internet semlegessége (*network neutrality, data neutrality*),
- a nyílt hozzáférés megvalósítása (nyílt platformok, nyílt spektrum),
- a médiaközösségek szabályozása (*governance of social media communities*),

- internetcenzúra (*copyright*) és a kifejezés (*expression*) szabadsága,
- a nem elektronikus média (nyomtatott sajtó, könyv, zene, film stb.) területére is behatoló digitális platformok versenyszabályozása,
- a határokon átvívelő információáramlás illetékessége.

Az internetkormányzás kérdéskörei közül az internetbiztonságot, a személyes adatok védelmét és az internet semlegességét emeljük ki, amelyek fokozott jelentőségűvé váltak és mérnöki megoldásokra is számítanak [KRÄMER 2016] [ATOMIUM–RESEARCH 2017] [ATOMIUM 2017]. A felhőszolgáltatások biztonsága, adatkezelése kapcsán az embereknek rögtön az alábbi három kérdés jut eszébe:

- Ki férhet hozzá az adataimhoz, rajtam, a tulajdonoson kívül?
- Elérhető-e bármikor az adat, amikor csak akarom?
- Valóban azt az adatot kapom vissza, amit eltároltam? Illetve számítási feladat esetén hihető-e egy számítás eredménye?

Az internet semlegessége vonatkozásában általában a hálózatsemlegességre gondolunk, azaz amikor azt várjuk el az illetékes szolgáltatótól, hogy a hálózatán átmenő adatsomagokat egyenlő bánásmódban részesítse. A hálózatsemlegesség megsértésének detektálására mérés-technikai megoldások születtek. Az internetsemlegesség fogalma újabban az adatsemlegességre is kiterjed, amely az adatokkal való visszaélést kívánja megakadályozni, a jogosan elérhető adatokhoz való hozzáférés egyenlő kezelését követelve meg az adatkezelő szolgáltatótól.

Az internetkormányzás fogalma általánosságban is felöleli az internet fejlődését, használatát és kormányzását segítő technológiákat, mint:

- rosszindulatú programok (*malware*) és támadások detektálása [BUTTYÁN et al. 2011],
- magánszféra-erősítő technológiák (*PET, private enhancing technologies*) [KISS 2013],
- mély csomagellenőrző technológiák (*DPI, deep packet inspection*) [MUELLER–BOHLIN 2012],
- hálózat minősítése közösségi érzékeléssel (*crowdsourcing*) [PETKOVICS ET AL. 2015];
- dinamikus spektrummenedzsment (DSA) frekvenciaszabályozása [BALLON et al. 2013].

Az internetkormányzás az internet politikai, társadalmi, gazdasági, innovációs és nemzetbiztonsági hatásait átfogóan vizsgáló *Internet Science* nemzetközi tudományos konferenciák témái közt kiemelt helyet kap [EC EINS 2013] [EC EINS 2015]. Az ITU ajánlást készített a kiszélesedett tartalomtér azonosítási elveire és rendszerére [ITU-T Y.3031 2012], tervezési irányelveket fogadott el az internet fenntartható fejlődéséhez, amelyben az energiahatékonyság kiemelt helyet kapott [ITU-T Y.3021 2012]. De idekapcsolódó példák az adatvédelem 2018-ban hatályba lépő új európai uniós általános rendeleti szabályozása [EU 2016/679] vagy az EU 5G-PPP programja, amely az energiahatékony 5G hálózatok intenzív kutatását indította el [ANTONOPOULOS et al. 2015], vagy a felhőszolgáltatások kapcsán elindult viták szerzői jogi kérdésekben [FALUDI–GRAD 2012].

1.3.6. A jövő internet szabványosítása

A jövő internet progresszióját, kutatás-fejlesztésből a megvalósulás irányába fordulását mi sem jelzi jobban, mint a kapcsolódó szabványosítási folyamatok intenzitása. A jövő internet szabványosításának két legátfogóbb területe az IoT-rendszerek és az 5G rendszerek szabványosítása, amelyek külön-külön is számos technológiára kiterjednek, illetve széles alkalmazási területeket fednek le.

A szabványosításban több tucatnyi szervezet serénykedik, valamely szakmai területen egy szélesebb kör számára egységes megoldások kialakításával és elfogadtatásával foglalkoznak. Például az 5G rendszerek területén az ICT szabványosításával átfogóan foglalkozó ITU (*International Telecommunication Union*) és ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) nemzetközi, illetve európai szervezetek mellett elsősorban az 5G PPP (*The 5G Infrastructure Public Private Partnership*) szerveződés említendő, amely az Európai Bizottság kezdeményezésére alakult meg 2013-ban az európai ICT-ipar mozgósításával, azzal a céllal, hogy biztosítsa Európa vezető szerepét az 5G kidolgozásában és felhasználásában olyan területeken, mint az intelligens város, e-egészségügy, intelligens közlekedés, oktatás és médiaszolgáltatás. De említendő a 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*), amely 1998-ban alakult hét távközlésben érdekelt szabványosító testület összefogásával, hogy elősegítse a fejlett mobilkommunikációs technikák specifikálását. E területen további mélyen érdekelt szabványosító testületek

az internet szabványosítására fókuszáló IETF (*Internet Engineering Task Force*) és az elektronikai megoldások szabványosításában élenjáró IEEE (*Institute for the Electrical and Electronics Engineers*), valamint az ONF és a BBF. Az ONF (*Open Networking Foundation*) a szoftverdefiniált hálózatok (SDN) nyílt szabványok segítségével való elterjesztésére létrejött, amerikai székhelyű testület. A BBF (*Broadband Forum*) nemzetközi nonprofit testület, célja intelligens és gyors szélessávú hálózatok technikai specifikálása, valamint a szélessávú piacon tanúsítások kiadása.

Az IoT területén a fent említettek közül az ITU, az ETSI, a 3GPP, az IETF és az IEEE szintén kiemelkedően aktívak, és kiemelendő még az ISO (*International Organization for Standardization*), az IEC (*International Electrotechnical Commission*), valamint európai megfelelőik a CEN és a CENELEC, továbbá az Európai Bizottság által az IoT európai elterjesztésének felgyorsítására 2015-ben létrehozott egyesülés, az *Alliance for Internet of Things Innovation* (AIOTI). Az AIOTI négy, horizontális kérdésekkel foglalkozó munkacsoportja (IoT-kutatás, az innovációs ökoszisztéma, az IoT-szabványosítás és az IoT-politika) mellett kilenc munkacsoport foglalkozik az IoT alábbi vertikális területeivel [AIOTI 2015]:

- egészséges öregedést segítő okos lakókörnyezet (*Smart Living Environment for Ageing Well*),
- okos gazdálkodás és élelmiszer-biztonság (*Smart Farming and Food Safety*),
- hordható eszközök (*Wearables*),
- okos város (*Smart City*),
- okos mobilitás (*Smart Mobility*),
- okos vízgazdálkodás (*Smart Water Management*),
- okos gyártás (*Smart Manufacturing*),
- okos energia (*Smart Energy*),
- okos épületek és építészet (*Smart Buildings and Architecture*).

A szabványosító szervezetek (*Standards Setting Organization – SSO*) mellett számos úgynevezett szabad szoftver közösség (*Open Source Communities*) is készít szabványokat merőben eltérő megközelítéssel, különösen a felhőszolgáltatások és az IoT területén. A szabványosító szervezetek és a szabad szoftver közösségek tevékenysége közötti különbségek jelentősek.

A szabványosító szervezetek által kiadott szabványok legnagyobb ereje a specifikáció és a technológiasemlegesség. A szabványosító szervezetek munkájuk során feltételezik a majdani implementálók sokaságát, igyekeznek elkerülni egyetlen technológia kiválasztását a többiekkel szemben, biztosítják az implementációk közötti együttműködési képességet stabil és megfelelően kezelt specifikációk segítségével. A szabványosító szervezetek átlátható, nyilvánosan hozzáférhető szabványokat készítenek, amelyek demokratikusan, konszenzusra törekedve jönnek létre. Előfordulhat azonban, hogy valamilyen érdekek miatt konszenzusos megoldás nem jön össze, amely esetben a szabvány a versengő megoldások mindegyikét opcióként tartalmazza, így az együttműködési képesség és megvalósítási semlegesség kritériumai sérülhetnek. (Ennek jól ismert példája a színes videofelvétel szabványa).

A szabad szoftver közösségek legnagyobb ereje a forráskód. A forráskód a bizonyíték, hogy az alapötlet jó, működőképes. A szabad szoftver közösségek munkájuk során nem támaszkodnak szükségszerűen előzetes specifikációra, inkább forráskódváltozatok kidolgozására fektetik a hangsúlyt, amelyek más-más feladatok megoldására lehetnek alkalmasak. E nyílt forráskódú szoftverek sok résztvevős megosztott fejlesztése sok erőforrás bevonásával a fajlagos fejlesztési költségeket csökkenti. A fejlesztők pontosan kidolgozott innovációs keretben dolgoznak, ami többek között a használt eszközökre, munkamódszerekre és az eredmények elfogadásának szabályaira vonatkozik, és teljes mértékben támogatja a közösség alapvető igényét, a nyílt forráskódú szoftverek rövid fejlesztési ciklusidejét és szisztematikus, célirányos használatát.

A szabványosítás szerteágazó tevékenységéből és eredményeiből a globális érvényű ITU-ajánlások közül emeljük ki a legfontosabbakat.

A jövő internet koncepcióját, mint a 2.3.1. pontban ismertettük, az ITU T szektorának Y. 3000-es ajánlásai (Y.3000–3499) tartalmazzák, amelyek közül az Y.3001 a jövő hálózatának jövőképét, célkitűzéseit fogalmazta meg 2011-ben [ITU-T Y.3001 2011], az Y.3011 a hálózat virtualizálásának keretrendszerét, az Y.3021 az energiatakarékosság keretrendszerét, az Y.3031 pedig az azonosítás keretrendszerét rögzítette 2012-ben. Az Y.3500-tól a felhőszolgáltatások ajánlásai következnek.

Az 5G-rendszerek jövőképét, követelményrendszerét és a figyelembe vett technológiákat az ITU R szektorának M. 2083-as ajánlása rendszerezte [ITU-R M.2083 2015], a 100 GHz-ig terjedő frekvenciasáv

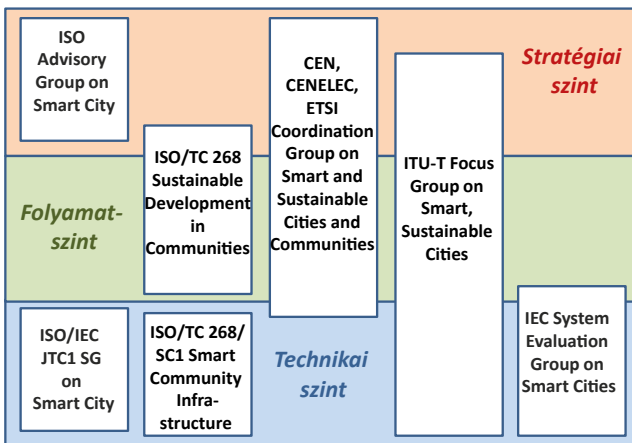
vizsgálatának szempontjait és a jövőbeli spektrális követelményeket az M.2290-es jelentés tartalmazza [ITU-R M.2290 2013]. A szabványosítás folyamata munkacsoportok munkájával kezdődött meg, az első nyilvános eredmények 2018-ra várhatóak, az 5G szabványosításának befejezése 2020-ra becsülhető.

A tárgyak internete a szabványosítás szempontjából nem kezelhető egységes területként, a különféle felhasználási területeknek a hozzáférési hálózattal, az átvitelrel, az energiafelhasználással kapcsolatos igényei jelentősen eltérnek egymástól. Így szabványosításuk is viszonylag elkülönül, mint az az AIOTI munkacsoportjainak felsorolásából is kitűnik. A szabványosítás elsődleges területei jelenleg az okos város, az okos mezőgazdaság és az okos hordható eszközök. Az IoT-szabványosítás fontosságát húzza alá, hogy az ITU 20. tanulmányi csoportja (SG 20) 2016-ban gyors tempóban hozta létre az *Y.4000–Y.4999: Internet of things and smart cities and communities* ajánlásorozatot, megfelelő régebbi ajánlások egyszerű átszámozását is alkalmazva. Már az ITU ajánlásorozatának címéből is látszik, hogy az okos város az IoT-szabványosítás kiemelt területe [ITU-T Y.SUP33 2016] [SHANE 2016].

Az okos városra vonatkozó szabványosítás helyzetét a 1.11. ábra szemlélteti [RODGER 2016] cikke alapján, amely az okosváros-szabványokat három szintbe sorolta:

1. *Stratégiai szint:* Az idetartozó szabványok a város vezetésének, valamint azoknak a szervezeteknek adnak iránymutatást, akik részt vesznek az okos városokról kialakítandó világos és hatékony stratégia kidolgozásában. A szabványok iránymutatást adnak a prioritások kijelölésében, a megvalósítás menetrendjének meghatározásában, valamint a menetrend szerinti megvalósítás előrehaladásának hatékony kiértékelésében és ellenőrzésében.
2. *Folyamatszint:* Az ebbe a kategóriába tartozó szabványok az okosváros-projektek menedzselésére és a közbeszerzési eljárásaikra összpontosítanak, különös tekintettel azokra, amelyek ágazatokon és szervezeteken nyúlnak át. Lényegében a legjobb gyakorlatokat és a hozzájuk tartozó irányelveket mutatják be.
3. *Technikai szint:* Ez a szint felöleli a technikai specifikációkat, amelyek szükségesek ahhoz, hogy az okosváros-termékeket és szolgáltatásokat úgy valósítsák meg, hogy azok a célkitűzéseket kiégítsék.

2016-ban a különféle szabványosításban érintett szervezetek összesen 97 okosváros-szabványt tüntettek fel, amelyeknek csak közel fele (45) tekinthető műszaki szabványnak, a többi stratégiai szabványnak (22) vagy folyamatszabványnak (30) minősül.



1.11. ábra

Az okosváros-szabványok kidolgozásában részt vevő nemzetközi szabványosító testületek

Forrás: [RODGER 2016]

2. Az okosváros-koncepció kibontakozása

E fejezet célja az okosváros-koncepció és megvalósításának bemutatása. Áttekintjük a városfejlesztési kihívásokat és célokat, a digitális technológia adta válaszlehetőségeket és alkalmazásának szemléleti fázisait. Bemutatjuk az okos városok általános jellemzőit, modelljeit, stratégiai kulcsterületeit, az okosváros-koncepció megvalósításának rendszertechnikai alapelveit és megoldásait. Ráirányítjuk a figyelmet az okos városok alakítás tervezésének és menedzselésének fontosságára, ismertetjük az okos város stratégiai terv és a teljesítményindikátorok javasolt szerkezetét.

2.1. Az urbanizáció kihívásai és a technológia válaszai

A városok az emberi tevékenységek és interakciók térbeli koncentrációi, a gazdaság motorjai, munkahelyeket és szolgáltatásokat biztosítanak, a kreativitás és az innováció katalizátoraként működnek. Száz éve az elektromosság és a gépkocsi elterjedése hoztak lendületet a városiasodás folyamatában. Elterjedésük gyökeresen megváltoztatta életünket, létünk természetes részévé váltak, lehetővé tették a városfejlesztés akkor jelentkező kihívásainak leküzdését, elősegítették a városok lakosságának intenzív növekedését.

2.1.1. A cél egy élhetőbb, szerethetőbb város

Most, a 21. század elején a világ lakosságának több mint fele, az Európai Unió (EU) népességének mintegy 70%-a él városias környezetben, a városokban állítják elő az EU GDP-jének több mint kétharmadát. A digitális számítógépek és a digitális kommunikációs technikák megjelenése, a számítógépek hálózatba kapcsolása, a különféle tartalmak digitalizálása, általában a digitális technológia dinamikus fejlődése jelentősen hozzájárul a GDP növekedéséhez. Az információs és kommunikációs

technológia (ICT) átalakítja életünk szinte minden területét. E fejlődési ívvel foglalkoztunk részleteiben az 1. fejezetben. Ugyanakkor markánsan jelentkeznek a városiasodással összeköthető összetett problémák, tartós, összefonódó környezeti, gazdasági, társadalmi és kulturális kihívások. A növekvő forgalmi dugók, a légszennyezés, a hulladékhegyek olyan problémákat jelentenek, amelyek a városok élıhetőségét veszélyeztetik, súlyosan érintik az életminőséget. Márpedig a városok jelentős gazdasági potenciállal rendelkeznek. Lényegi kérdéssé vált, hogy lehet-e megoldást találni e problémákra a digitális technológia, az ICT segítségével, illetve lehet-e úgy alakítani, továbbfejleszteni a digitális technológiát, hogy alkalmas legyen a kihívások megválaszolására.

Sejtjük a pozitív válasz lehetőségét, de mit is szeretnénk valójában? Általánosságban fogalmazva azt, hogy legyen a város barátságosabb, élıhetőbb, szerethetőbb, vonzóbb! Olyan fejlesztésekre, megoldásokra van szükség, amelyektől a lakók jobban érzik magukat, amelyek segítenek a település problémáinak megoldásában, amelyek hatására az elvándorlás helyett az odaköltözés válik jellemzővé. Ehhez a település helyzetéhez illeszkedő, olyan átgondolt városfejlesztés szükséges, amely a technológiai lehetőségek kiaknázásával

- elősegíti a település fizikai megújulását, beleértve a közlekedési infrastruktúrát, a közműveket, közlekedésműveket; ösztönzi az innovációt, a gazdasági fejlődést, elősegíti a környezetvédelmet stb.;
- javítja a település mindennapi működését, az életminőséget, közérzetünket: az egészségügyet, a szociális körülményeket, a foglalkoztatottságot, az oktatást, a közösségi szolgáltatásokat, a közbiztonságot stb.;
- úgy, hogy a lakosság mindezt magáénak érezze, szoros partnerség alakuljon ki a helyi lakosok, a civil társadalom, a helyi gazdasági élet és a különböző kormányzati szintek között.

2.1.2. A digitális technológia válasza: okos ICT-megoldások

Napjainkra képesek lehetünk a kihívások komplex megválaszolására a digitális technológia révén. A különféle területeken felmerülő kockázatok és lehetőségeket integráltan kezelve, építve az élet minden területére behatoló korszerű technológiák, különösen az informatika, a kommunikáció

és az internet adta lehetőségekre, jelentős gazdasági növekedést, munkahelyteremtést, jobb életminőséget érhetünk el hatékonyan.

Mint az 1. fejezetben bemutattuk, a mikroelektronika dinamikus fejlődése folytán a digitális technológia az elmúlt évtizedekben átalakította és integrálta az informatikát, a kommunikációt, és mára a médiatechnológiát is, egy egységes technológiájú digitális szektor jött, illetve jön létre, amely az informatikai, távközlési és tartalomsektorokat egyaránt felöleli. E digitális szektor technológiáját hívjuk információs és kommunikációs technológiának (ICT), röviden és kissé pontatlanul infokommunikációnak.

Az ICT-n belül a versenyző platformok közül mára nyilvánvalóvá vált az internet (IPv4) alkalmassága, amely képes volt először különféle elektronikus tartalmak egységes digitális kommunikációjának leghatékonyabb megvalósítására a mobilitás követelményét is teljesítve, majd ezt kiszélesítve a legkülönbözőbb elektronikus és nem elektronikus tartalmak kezelésének, feldolgozásának és kommunikációjának integrált megoldására. Továbbfejlesztve, újabb képességekkel kiegészítve az újabb kihívások megválaszolására is alkalmassá vált. A személyi számítógépek és a mobiltelefonok internethálózatba való bekapcsolása után a kommunikációra képes szenzorok, eszközök hálózattal való összekapcsolása következett. A tárgyak internetének (*Internet of Things, IoT*) kibontakozása jelenleg is a leghatározottabb trendet képviseli (lásd 1.2.1. szakasz). Egyre több alkalmazáshoz használnak a szolgáltatók szenzorokat, amelyek hőmérsékletet, fényerőt, nyomást, mozgást vagy más fizikai, kémiai, élettani jellemzőt mérnek. A szenzorok az IoT érzékszervei, szeme, füle, amelyek alkalmazástól függően mobil hálózaton vagy vezetékiesen, esetleg közbenső csomópontok beiktatásával kapcsolódnak egy IoT-platformhoz. A jelenlegi technológiai szint mellett már viszonylag kis költséggel állíthatók elő olyan szenzorok, amelyek képesek a szükséges adatokat megadott időközönként vagy akár lekérdezésre eljuttatni az információfeldolgozás helyére több éven keresztül. Ilyen módon lehetővé válik a folyamatok, állapotváltozások megfigyelése, vonatkozhat ez szűkebb vagy tágabb környezetünkre, egészségügyi állapotunkra, a lakás vagy iroda hőmérsékletére, az ablakok zártságára, termelési folyamatokra, a gyártósorok működésére, a közterületek megvilágítására, az úthálózat forgalmi helyzetére, a levegő szennyezettségére, az ivóvíz tisztaságára, a zaj szintjére, a talaj minőségére stb. Az adatokat feldolgozva, elemezve az interneten keresztül riasztás, jelzés küldhető, a folyamatok befolyásolhatók, adaptívvá tehetők, a gyártási eljárás azonnal (valós

időben) pontosítható, kényelmesebbé tehetjük környezetünket, statisztikákat készíthetünk, tervezési információkat nyerhetünk stb. Az effajta internetalapú alkalmazásokat okos alkalmazásoknak nevezzük, amelyek építőkövei az okosváros-kezdeményezéseknek, az energiatakarékosabb, környezetbarát megoldásoknak, az intelligens közlekedési rendszereknek, az életvitelt segítő szolgáltatásoknak, az okos termelési rendszereknek és sok más innovatív szolgáltatásnak.

Bár az IoT volt az alapvető, több más szempont is indokolta az internet továbbfejlesztését, egy, a jelenleginél okosabb, újabb funkciókkal, képességekkel is felruházott internet megszületését. Az 1.3. alfejezet mutatta be a 2008 óta intenzíven folyó jövő internet (*Future Internet*) kutatásokat és a mára már jórészt kiforrott megoldásokat, amelyek a humáncentrikuság jegyében 2020-tól *Next Generation Internet* (NGI, következő generációs internet) néven folytatódnak. A jövő irányairól a 3. fejezetben szólnunk. Mindenesetre az újabb smartinternet-funkciók – mint például a közösségi érzékelés vagy a gesztusok kezelésére is képes háromdimenziós (3D) internet – további okos alkalmazásokhoz vezetnek. Ennek egy illusztratív példája a közösségi navigáció, amely a mobiltelefonok segítségével, a használó aktív szerepvállalása nélkül gyűjtött helyinformációk feldolgozásával javasol optimális útvonalat. De hivatkozhatunk az 1.3.3. szakasz további megoldásaira is, például a kiterjesztett- és a virtuálisvalóság-technológiákra (*Augmented Reality/Virtual Reality, AR/VR*), amelyek a vizuális érzékelést radikálisan megváltoztató alkalmazásokat eredményeznek.

Az Európai Unió *Európa 2020* víziója egy intelligens, fenntartható világ, egy innovatív, biztonságos társadalom, amelyet az okos környezet, az okos gazdaság, az okos életvitel, az okos mobilitás, az okos kormányzás és az okos emberek (*smart environment, economy, life, mobility, government, people*) jellemeznek. Az EU víziójának megvalósítását, stratégiáját, programjait az ICT-megoldások sokoldalú és integrált alkalmazására, azon belül is az emberek és a tárgyak internetére alapozza, amely lehetővé teszi, hogy az Európa 2020 gazdaságosan, rugalmasan és skálázhatóan megvalósítható legyen [EC EUROPE2020 2010] [EC HORIZON 2013].

2.1.3. Okosváros-alkalmazások

Az ICT, különösen a jövő internet újabb képességei, funkciói révén, amelyeket az 1.3. alfejezetben bemutatunk, segítségünkre lehet mind a városi

lakosság életminőségének és bevontságának, mind a városi szolgáltatások teljesítményének, költséghatékonyságának és minőségének javításában. A lehetőségek kiterjednek a városok legkülönbözőbb közösségi, fejlesztési és üzemeltetési feladatainak megoldására, amelyeket jellegüket, városi funkciójukat tekintve négy kategóriába sorolhatunk:

- a városvezetés és a városi közösség közötti kapcsolattartás (tájékoztatás, ösztönzés, javaslatgyűjtés, egyeztetés),
- a város valós idejű monitorozása és az adatok elektronikus gyűjtése,
- az adatok feldolgozása és akár azonnali, valós idejű válaszok megfogalmazása,
- a megszerzett tudás hasznosítása, megosztása, hatékonyabb szervezési, illetve műszaki megoldások kialakítása.

Az ICT, azon belül is az internetalapú okos megoldások már jelenleg is megjelennek a város működésének, életének legkülönbözőbb területein:

- az önkormányzati munkában (például ügyfélkapu, dokumentummenedzsment), a bírósági munkában, törvénykezésben (személyazonosítás, nyomozás),
- az energiaellátásban, a közlekedésben, a tudományos kutatásban,
- az oktatásban, a kultúrában, az egészségügyben, a szociális ellátásban, a sportban,
- az ivóvíz- és szennyvíz- stb. szolgáltatásban, a környezet figyélésében,
- a város üzleti életében, a kereskedelemben, turizmusban,
- átalakítják az emberi kapcsolatokat (közösségi média),
- integrálják a hagyományos és elektronikus médiát,
- elérhetővé teszik a világ tudását egy okos telefon révén.

A 2.1. ábra a teljesség igénye nélkül feltünteti és tömören értelmezi az okosváros-alkalmazási területeket, és néhány szemléltető alkalmazási példát is mutat. A példák tipikusan, de nem szükségszerűen építenek a jövőinternet-képességekre (szenzorok, tárgyak bekapcsolása, közösségi érzékelés, 3D internet, helymeghatározás), és nem térnek ki a városban folyó ipari, illetve mezőgazdasági tevékenység okos alkalmazásaira. Az okosváros-alkalmazások széles körét ismertetik a [SMARTPOLIS 2015] [BAKONYI ET AL. 2016] [SALLAI szerk. 2016] [SALLAI szerk. 2018] kiadványok. Az alkalmazások csoportosításával, a stratégiai kulcsterületek meghatározásával a 2.2.4 szakaszban foglalkozunk.



2.1. ábra

Okosváros-alkalmazások

Forrás: a szerző saját szerkesztése

Ahhoz, hogy érzékeltessük, illusztráljuk az okos megoldások jellegét, életünket átalakító hatását, néhány okosváros-alkalmazást az alábbiakban röviden összefoglalunk.

Az első példa legyen a már sokfelé terjedő többfunkciós okospont (*smart point*), amely például közvilágítási oszlopon kialakítva, a dinamikus közvilágításon kívül számos más okos szolgáltatást is integráltan nyújtani képes. Az okospontok környezetvédelmi mérőhelyként használhatóak zaj- és légszennyezés mérésére, térfigyelő kamerarendszerrel felszerelhetőek, amelynek felvételei biztonsági célokra, forgalomszámáláshoz, forgalomirányításhoz egyaránt hasznosíthatóak, az oszlopokon wifi hotspotok telepíthetők. A közvilágítási lámpatestek fényárama szabályozható, a színképhőmérséklet optimalizálható a lokálisan változó megvilágítási igényeknek megfelelően, az éjszakai forgalmi viszonyokra egy takarékosabb megvilágítás állítható be, a lámpák állapota és fogyasztása pedig központilag nyomon követhető lehet.

Egy második példa legyen az okos otthon, amelynek kisebb-nagyobb megvalósításával már szintén találkozhatunk. Lakásunkat az érzékelők segítségével távolról is szemmel tarthatjuk, figyelemmel kísérhetjük, szabályozhatjuk a hőmérsékletét, a páratartalmat, ellenőrizhetjük a nyílászárókat, a biztonsági rendszert, jelzést kaphatunk, illetve egy diszkrét riasztást kaphat fűstről, tűzről, „váratlan vendégek” érkezéséről, beállíthatjuk a fűtés, hűtés, a különböző háztartási gépek üzemét, a médiaeszközök működését, bizonyos médiatartalmak feldolgozását és terítését, időben figyelmeztetést kaphatunk teendőinkről, feladatainkról, terveinkről, beállíthatjuk, kezdeményezhetjük vásárlásainkat (ébresztő, gyógyszerek bevétele, megbeszéléseken való részvétel, indulni kell, névnapi, születésnap felköszöntés, ki kell tenni a kukát, a tv bekapcsolása valamely programhoz, rendszeres élelmiszerbeszerzés, internetes keresés alapján kiválasztott egyedi megrendelés stb.). E fejlett megoldások mind több feladatot integráltak, a hálózati képességekre is építve látnak el.

A harmadik példaként a virtuális valóság alkalmazását említjük a betegek rehabilitációjában. Számos betegség esetén a gyógyuláshoz hosszan tartó, intenzív terápiára, bizonyos mozdulatok pontos gyakorlására van szükség, amit egy megfelelően képzett személynek, például egy konduktornak folyamatosan felügyelnie, a mozdulatokat korigálnia kell. A testszenzorokkal felszerelt beteg mozgását többdimenziósan felvéve, abból alkalmas képkötő eljárással egy háromdimenziós (3D) digitális modellt képezve, azt az ideális mozgás 3D modelljével összevetve a terápia milyensége, intenzitása stb. kiértékelhető és folyamatosan javaslatok tehetők a beteg felé mozgásának javítása végett.

A negyedik példa legyen egy jövőbeli, bár technikailag már ma is megvalósítható okos kényelmi szolgáltatás. Autónkkal, amely lehet akár vezető nélküli autonóm autó is, tartunk egy célállomás felé. Az autó érzékelői, hogy üzemanyaga fogytán van, ezért feltérképezi internetes kapcsolatai segítségével, hogy az útvonalunk mentén hol, milyen benzinkutak vannak, elérésük milyen többlettávolságot jelent, egyáltalán, hogy melyiket tudjuk még elérni, nyitva van-e, elfogadják-e klubkártyánkat, hitelkártyánkat, a tankolás mennyibe kerül stb. Ezek alapján az autó döntést hoz, és az utasok tájékoztatása mellett a navigációs rendszer a kiválasztott benzinkúthoz irányítja a járművet.

2.2. Az okos város fogalma és kulcsterületei

Általánosságban az okos alkalmazások fogalmát az előzőekben az internetalapú megoldásokhoz kötöttük, kiemelve a tárgyak internetéből fakadó lehetőségeket. Egy okos várost nyilvánvalóan az okosváros-alkalmazások sokasága jellemzi. Az okos város fogalma azonban a szakirodalomban ennél általában többet jelent, feltételezi az okos alkalmazások integrált megvalósítását. Ebben az alfejezetben egyrészt a digitális, az intelligens és az okos város fogalmak egymáshoz való viszonyát rendezzük, másrészt az „integrált” okos város fogalmához tapadó követelményeket összegezzük, majd néhány modelljét és kulcsterületeit mutatjuk be.

2.2.1. A digitális, az intelligens és az okos város

A különféle elnevezésekre, a *smart city* fogalmára nincs általánosan elfogadott meghatározás, azonban azok egyaránt az *ICT-megoldások alkalmazására* építenek [SMART CITIES COUNCIL 2017] [IEEE SC 2017]. Az elnevezések aszerint különíthetők el, ahogy a fejlesztések, a *modernizálás szemlélete* bővül:

- *A digitális város* a digitális (ICT, infokommunikációs) infrastruktúra kiépítését és az infokommunikációs szolgáltatások elérhetőségét foglalja magába, beleértve a telefonszolgáltatásoktól kezdve akár a szélessávú mobilinternet-szolgáltatást is;
- *Az intelligens város* az ICT-háttérre alapozó intézményi (önkormányzati, vállalati, banki stb.) elektronikus szolgáltatások (e-szolgáltatások: e-kormányzat, e-business, e-tanulás, e-egészségügy, e-banking stb.) széles körét is tartalmazza, amelyek nyújtása, amennyiben internetalapú, a hagyományos internet (IPv4) segítségével megoldható;
- *Az okos város (smart city)* az élhetőbb várost célozza meg, adatok gyűjtésére, feldolgozására és hasznosítására is építő, internetalapú okos alkalmazások sokaságát jelenti, amelyek minél integráltabban, stratégiai szemléletben valósulnak meg.

A digitális, intelligens és okos város fokozatok egymást követő stratégiai fejlesztési fázisoknak is tekinthetők. A magasabb fokozat képességei az alatta levő fokozat képességeit teljes mértékben felölelik.

A legmagasabb szintet, az „igazi” okos várost az okosváros-alkalmazások integrált, közös platformon való megvalósítása jelenti, amit a következő szakaszban részletesebben tárgyalunk. Ugyanakkor lényeges megemlíteni, hogy már a digitális infrastruktúra és az intelligens e-szolgáltatások fejlesztési fázisában is fontos szempontok:

- a hálózat elérhetősége, minősége (ellátottság, sebesség, rendelkezésre állás);
- a városi erőforrások, különösen az energia optimális hasznosítása, környezeti (ökológiai) követelmények érvényesítése;
- az életminőség javítása és a lakosság bevonása;
- gazdaságilag önfenntartó rendszer létrehozása.

E szempontoknak a település helyzetének megfelelő kifejtése, lebontása, preferenciák, prioritások megfogalmazása a tervezés részét kell, hogy képezze.

2.2.2. Okosváros-kritériumok és -dimenziók

Az okosváros-koncepció lényege a „smart integráció”, egy olyan platform, amelyen a különféle területek megoldásai egymást erősítő rendszerré állnak össze, és a város erőforrásait hatékonyan, koordináltan használják fel. Ennek érdekében a város életének minden releváns információját gyűjtik, elemzik, és egy közösen használt tudásbázist hoznak létre, amelynek bázisán adatvezérelt, komplex megoldások valósíthatók meg. Egy város akkor nevezhető igazán okosnak, ha az ICT-megoldások segítségével a város erőforrásainak hatékony használatát és az életminőség javítását

- a különféle városi erőforrások és szolgáltatások együttes, integrált kezelésével,
- adatvezérelve, adaptívan, a körülmények tényszerű változására reagálva,
- környezettudatosan, energiatakarékosan,
- az érintett közösség aktív részvételével, érdekeltjeinek bevonásával,
- gazdaságilag önfenntartó módon éri el.

Gyakorta egy további kritérium is megjelenik, a fenntarthatóság (*sustainability*), amely a környezettudatosság kiemelésén túl a megoldások

skalázhatóságára, mennyiségi bővíthetőségére, továbbá fejleszthetőségére, jövőállóságára is utal.

E követelmények megvalósításával, az okosváros-alapelvekkel a 2.3. alfejezetben foglalkozunk. Meg kell azonban jegyezni, hogy a gyakorlatban a smart integráció hiánya vagy részleges megvalósulása esetén is, azaz közös ICT (infokommunikációs) infrastruktúrán megvalósult okos alkalmazások sokasága esetében is okos városról beszélünk. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy az általánosság kedvéért ICT-megoldásokat említünk, a gyakorlatban az okos város esetében valójában internetalapú, sőt IoT-alapú megoldásokról van szó.

Mindezek alapján már összegyűjthetjük azon funkciókat, fontosabb rendszertechnikai elemeket, amelyek az okos várost meghatározóan jellemzik:

- valós idejű adatgyűjtés (különbéle közterületi, illetve személyes szenzorok);
- adatok analízise (riasztások, előrejelzések, tervezési információk);
- városi szolgáltatások, közművek vezérlése (hatékonyság, adaptivitás, biztonság).
- okos városi alkalmazások (szolgáltatás, kényelem, tájékoztatás, tudástár);
- közösségi részvétel eszközei (közösségi oldal, közösségi részvétel);
- nagysebességű internethálózat, amelynek fontosabb jellemzői: az internet elérhetősége, ára és a kapcsolatok minősége (rendelkezésre állása, névleges és tényleges sebessége, késleltetése, a késleltetés ingadozása, a csomagvesztés aránya).

Lényeges, hogy az ICT-megoldások bevezetése a helyi közösség számára pozitív hatású legyen, élhetőbb várost eredményezzen. Ezt fejezi ki az *okos város és közösség (Smart City and Community, SCC)* nemzetközileg elterjedt kifejezése is. Ezt húzza alá az is, hogy a különféle okosváros-értelmezésekben, legyenek ezek akár definíciók, modellek, akár programok vagy tervek, a technológiai, humán és szervezeti szempontok különböző megközelítésekkel, eltérő hangsúlyokkal, de egyaránt megjelennek. Az okos város *technológiai, humán és szervezeti dimenziója* jelen kell, hogy legyen az okosváros-tervekben ahhoz, hogy az okosváros-elképzelések sikeresen megvalósulhassanak [SMART CITY 2017]. A három dimenzió meghatározó elemei az alábbiak:

- *Technológiai dimenzió:* Különböző elnevezésekkel, megközelítésekkel találkozhatunk (*digital city, information city, cyber city, intelligent city, ubiquitous city*), amelyek különböző technológiai szintet, illetve technológiai megoldásokat, kombinációkat tükröznek. Céljuk egyaránt egy olyan technológiai környezet megteremtése, amelyben
 - az információk összegyűjthetők és teríthetők, megoszthatók (adatplatform);
 - az állampolgárok, a városi szolgáltatók és az önkormányzati szervek összekapcsolódhatnak.
- *Humán dimenzió:* Az okos város kritikus dimenziója a humán erőforrás fejlesztése, a technológiai lehetőségek, illetve az adatplatform hasznosítása, kiaknázása. Különböző megközelítések (*learning city, creative city, human city, knowledge city*) mást-mást helyeznek előtérbe: a technológiák használatát segítő képzésen és továbbképzésen túlmenően például az újrafoglalkoztatás és a kreatív foglalkoztatás elősegítését, az innováció támogatását, a vállalkozások ösztönzését, a városi tudásháló megvalósítását.
- *Szervezeti dimenzió:* Okos közösség létrehozásának, sikeres döntések hozatalának, negatív tendenciák leküzdésének előfeltétele a városvezetés elkötelezettsége, az állampolgárok partnersége, bevonása, a helyi felelős szervezeti háttér megteremtése és működtetése.

2.2.3. Okosváros-modellek

A nemzetközi szakirodalomban az okosváros-koncepció különféle modelljeivel, célrendszerivel, a megvalósítás különféle értékelési módszereivel, indikátoraival találkozhatunk [DEAKIN 2013] [BAKONYI et al. 2016]. A különféle modellek az okos város céljait és szempontjait különbözően rendezik.

A Boyd Cohen által kidolgozott, közismert okosváros-kerékmodell [COHEN 2015] az okos város céljainak eléréséhez hat alapelemet, kulcsterületet határoz meg (smart gazdaság, smart környezet, smart közigazgatás, smart életmód, smart mobilitás, smart emberek), amelyekhez egyenként három követelményt rendel. Az egyes követelményekhez megfelelő indikátorok kötendők, amivel a megvalósítás előrehaladását és hatékonyságát

Az IBM mint az okosváros-kutatások egyik vezető ipari résztvevője [IBM 2017] szintén elkészítette modelljét az okos város felépítéséről, kialakításáról. Az *IBM Smart City modell* a fő hangsúlyt az információ hatékony megosztására helyezi, és ebből építi fel az okosváros-ökoszisztéma elemeit, amelyben a közigazgatás, a polgári és ipari igénybe vevők és az ehhez kapcsolódó infrastruktúra a főszereplők. Ehhez kapcsolódóan egy értékelő rendszert is létrehozta. Az IBM-modell előnye a komplexitása, segítségével az egyes fejlesztések jól értékelhetők, azonban az iparági szempontok hangsúlyozottságával számolni kell.

Az Ericsson *Networked Society City modellje* a városok társadalmi, gazdasági és környezeti (ökológiai) érettségét (*Triple Bottom Line development*) az ICT érettségével összefüggésben vizsgálja, és erős korrelációt állapít meg a két érettségi paraméter között [ERICSSON 2016]. Rendszeresen rangsorolja a városokat. Modelljének fókuszában a fenntartható fejlődés áll, amelynek fő komponensei a 3P: a *people* (humán tőke), a *profit* és a *planet* (természeti tőke). A társadalmi komponens az egészségügy, az oktatás és a társadalmi egyenlőség, a gazdasági komponens a termelékenység és a gazdasági versenyképesség, a környezeti komponens az ökológiai lábnyom, az erőforrások használata és a szennyeződések kezelése méri. Az ICT érettségét az infrastruktúra állapota (általános és szélessávú elérhetőség), a megfizethetőség és a használat mértéke határozza meg.

A legújabb okosváros-modell, az *okos városiasodás (smart urbanization)* 2017-ben a Smart City World Congressen hangzott el Joan Clos előadásában, a város prosperitásának, boldogulásának indexét kidolgozó ENSZ-szervezet, a UN-Habitat képviseletében [SMART CITY EXPO&WORLD CONGRESS 2017]. A tovább gyorsuló urbanizáció, a migráció várható erősödése és kockázata, valamint a klímaváltozások a következő 20 év legjelentősebb stratégiai kihívásai, amelyek a tömeges városiasodásra, a nyomornegyedek felszámolására, illetve kialakulásának elkerülésére irányítják a figyelmet, aminek megválaszolásában az ICT ugyancsak komoly szerepet játszhat. Az okos városiasodás modellje egyrészt a nemzeti várospolitikára és a helyi várospolitikára és végrehajtás harmonizáltságára, másrészt a fizikai, pénzügyi és jogi tervezés fontosságára és egyensúlyára hívta fel a figyelmet, megállapítva, hogy jellemzően az utóbbi a leggyengébb láncszem.

A fenti modellek mellett megemlítendő a különféle programok, amelyek az elmúlt években jelentős szerepet játszottak az okosváros-koncepció kibontakozásában. Ilyenek az okosváros-kutatások támogatása az EU

2014–2020 időszakra vonatkozó Horizon 2020 kutatási-fejlesztési program keretében [EC 2017]; az European Smart City Initiative, az Európai Okos Város Kezdeményezés, amely az EU 20–20–20 célkitűzésének elérését célozza, azaz a károsanyag-kibocsátás 20%-os csökkentését, a megújuló energia 20%-os arányát és az energiahatékonyság 20%-os növelését [EC SETIS 2017]; valamint a „Smart Cities and Communities” European Innovation Partnership program [EC SCC 2015], amelyet az Európai Bizottság azért hozott létre, hogy segítse a 2020-as klímaváltozási célok elérését.

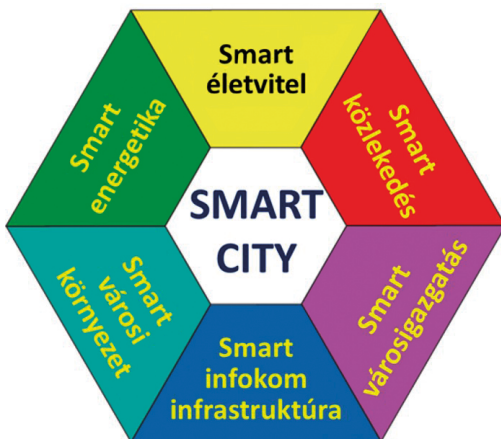
Megemlítendő még az ITU-T ajánlása, amely az okos és fenntartható város különféle indikátorait rendszerezte és hasonlította össze, amelyről a 2.3.4 szakaszban szólunk.

2.2.4. Stratégiai kulcsterületek

A különféle modellek az okosváros-célokat és szempontokat különbözően rendezik, az alkalmazási területek különféle szerkezetű csoportosítását, bontását alkalmazzák. Az alábbi kulcsterületek azonban jellemzően azonosíthatók:

- smart/okos életvitel,
- smart/okos energetika,
- smart/okos közlekedés,
- smart/okos városi környezet,
- smart/okos városigazgatás,
- smart/okos infokommunikációs (infokom) infrastruktúra mint az előző kulcsterületek közös technológiai háttere.

Természetesen e stratégiai kulcsterületek nem kezelhetők egymástól függetlenül. Kapcsolódásaik, átfedéseik, közös megvalósítási elemeik, a megoldások több területen való hasznosítása az okosváros-koncepció lényegét képezik, amelyet a Smart City prizma (2.3. ábra) is jelképez, érzékeltetve, hogy az okos város teljes megvalósulásához, a fehér szín eléréséhez, a színkeverés szabályainak megfelelően mind a hat kulcsterületre szükség van, lásd [BAKONYI ET AL. 2016] 1. fejezete.



2.3. ábra

A Smart City prizma

Forrás: [BAKONYI et al. 2016]

Egy-egy stratégiai kulcsterület széles területet fed le:

Az okos életvitel kulcsterület a legszélesebb, kardinális kulcsterület, mindennapjaink változását tükrözi, felöleli az egészségügyi és szociális ellátás, a foglalkoztatás, az oktatás, a kultúra, a sport, a turizmus, a médiahasználat és tág értelemben a vásárlás, a személyes szolgáltatások és mindennapjaink menedzselésének témaköreit, okos megoldásait [T-SYSTEMS 2016].

Az okos energetika kulcsterület az okos energiamenedzsment, beleértve az energiaportfólió menedzselését az energia-előállítás, -tárolás és -felhasználás hatékonyságát növelő okos megoldások fejlesztését, valamint a megújuló energiaforrások (nap-, szél-, geotermikus stb. energiák) elterjedésének elősegítését [GEISLER 2013].

Az okos közlekedés kulcsterület az okos közlekedési rendszerekről és okos járművekről szól, beleértve a városi forgalom irányításának és szabályozásának optimalizálását, az okos közlekedési pályák és az okos parkírozás megoldásait, illetve az autonóm autók és a pilóta nélküli járművek, a drónok témáit [ITSC 2015].

Az okos városi környezet kulcsterület az okos épített környezetet, az épületeket és közösségi területeket, az okos lakás és okos iroda témáit, valamint az ivóvízellátás, a szennyvíz- és hulladékkezelés, továbbá a környezetvédelem kérdésköreit öleli fel, példaként említve a levegőtisztaságot, a klímahatásokat, az éghajlati szélsőségek mérséklését [BAYNES 2015].

Az okos városigazgatás (kormányzás) kulcsterület egyrészt az okos városvezetést, városfejlesztést és üzemeltetést, gazdaságfejlesztést öleli fel, közigazgatásra, stratégiai tervezésre és operatív menedzsmentre egyaránt kiterjedően, másrészt a közösségi részvétel építését, menedzselését foglalja magába, beleértve a lakosság bevonását, tájékoztatását, megnyerését, ismereteinek fejlesztését [SCHOLL & SCHOLL 2014].

Az okos infokommunikációs infrastruktúra kulcsterület az előző kulcsterületek közös integrált informatikai és kommunikációs hátterét nyújtja, beleértve az okos infokommunikációs technológiákat, az ötödik generációs (5G) hálózati rendszereket, az adatközpontokat, az adatanalízis általánosan alkalmazott technikáit [5G PPP 2015], amelyekről a 2.3. alfejezetben szóltunk.

Az okos város kiberbiztonsága formálisan az infokommunikációs infrastruktúra kulcsterülethez tartozik, azonban szerepe minden egyes kulcsterületen jelentkezik. Az okos városi környezetben fokozott biztonsági kockázat jön létre azáltal, hogy a különböző infrastruktúrákat egyetlen városi infrastruktúrába integráljuk. Ezáltal mind a természeti eredetű, mind a civilizációs eredetű katasztrófák hatása erősebb lehet. A kockázat mértékét a szándékos, célzott támadások jelentősen növelhetik, amelyek gyakran a klasszikus internetprotokoll (IPv4) biztonsági hiányosságainak kihasználásán alapulnak. Ezért a biztonság kérdése az integrált infrastruktúra-tervezés során kiemelten kezelendő. A szükségállapotok kezelésének minden műveleti fázisában (megelőzés, kárenyhítés, felkészülés, mentés, helyreállítás) a fejlett infokommunikációs technikák hatékonyan segíthetnek, különösen, ha egységes, minden fázisra kiterjedő, összehangolt megoldásrendszereket alkalmazunk [ELMAGHRABY–LOSAVIO 2014].

Az egyes kulcsterületek technológiai megoldásaira a [BAKONYI et al. 2016] kiadvány és a [SALLAI szerk. 2018] szakkönyv mutat számos példát.

2.3. Az okos város rendszertехnikai alapelvei

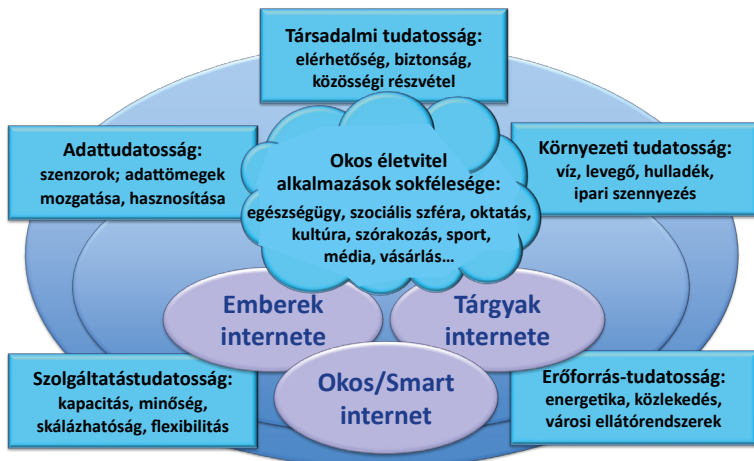
Ebben az alfejezetben az okosváros-koncepció megvalósításának legfontosabb rendszertехnikai kérdéseit foglaljuk össze, úgymint a részterületek hagyományosan elkülönült kezelését felváltó horizontális megközelítést, a város és környezetének egységes kezelését, majd az okos fenntartható város teljesítményindikátorait ismertetjük. Először azonban a rendszertехnikai elvárásokat összegezzük, amelyeket a megvalósító technológiának teljesítenie kell.

2.3.1. Rendszertехnikai elvárások

Az okos város kritériumai és stratégiai kulcsterületeinek szempontjai alapján összerakhatók azok az általános műszaki elvárások, amelyeket a 2.1. alfejezetben az élhetőbb város célkitűzésével az ICT elé, pontosabban az internet elé támasztottunk. Az elvárásokat a jövő internet víziójának sémájához hasonló szerkezetbe rendezhetjük (2.4. ábra), ezzel is alátámasztva azt, hogy a jövő internet fejlődése és az okosváros-koncepció kibontakozása egymást erősítő spirális pályán mozgott az elmúlt évtizedben.

Az okos város koncepciója az emberek és a tárgyak internetére egyaránt épít, egy olyan okos infokommunikációs infrastruktúrát vár el, amely ezek holisztikus együttesét hatékonyan képes kiszolgálni. A szolgáltatástudatosság és az adattudatosság elvárásai egybevágnak a jövő internetnél megfogalmazottakkal. Az okosváros-megoldásoknak kapacitásában, szolgáltatásaiban bővíthetőnek, az újabb technológiai megoldásokra befogadókésznek, a túlterhelésekre, kiesésekre rugalmasan reagálnak kell lennie. Az adattudatosságot illetően a megoldásoknak kezelnie és elemeznie kell a várhatóan dinamikusan növekvő számú, hálózatba kapcsolt eszköz által ontott adatok tömegét, ugyancsak hatékonyan és skálázhatóan. A társadalmi elvárások itt az okosváros-szolgáltatások fizikai elérhetőségét és megfizethetőségét, az adatok biztonságát és a közösségi részvétel rendszertехnikai támogatását jelentik. A jövőinternet-alapú

okosváros-megoldásoknak segítenie kell mind az okos város környezetvédelmi, ökológiai céljait, például az okos vízgazdálkodást, a hulladék és ipari szennyezés menedzselését, mind az erőforrások hatékony felhasználását, ami nemcsak a villamos és más energiaforrásokra, hanem a közlekedésre, a különféle városi ellátórendszerekre is kiterjed. Végül az okos életviteli alkalmazások sokaságának hatékony megvalósíthatósága a város szerethetőbbé, élhetőbbé válásának igazi garanciája.



2.4. ábra

Rendszertechnikai elvárások

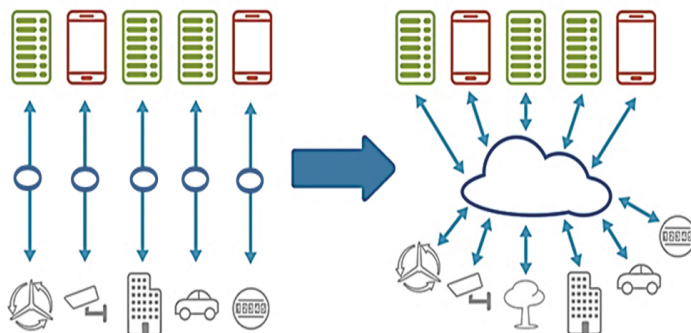
Forrás: a szerző saját szerkesztése

2.3.2. A horizontális megközelítés

Az okosváros-koncepció lényege a smart integráció, egy olyan horizontális megközelítés, amely – szemben a hagyományos, szakterületi elkülönülést hangsúlyozó vertikális megközelítéssel – a legújabb infokommunikációs technológiák alkalmazásával az egyes szakterületek minél integráltabb kezelésére, a lehetséges szinergiák kiaknázására törekszik.

A városi működés részterületei, rendszerei (elektromos művek, gáz-művek, ivóvíz és szennyvíz, hulladékkezelés, közlekedési rendszerek, középületek, közoktatás, egészségügyi ellátás, közbiztonság stb.) jelenleg

jellemzően elkülönülten működnek, specifikus technológiákat alkalmaznak. A hatáskörbe tartozó területen monitoroznak, az adatokat feldolgozzák, szükség szerint beavatkoznak, illetve az erre vonatkozó döntést készítik elő. A felmerülő problémákat önállóan, a rendszeren belül kezelik, az adatok megosztása nem jellemző. E hagyományos megközelítést vertikálisnak nevezhetjük, amelyet a 2.5. ábra baloldali része illusztrál.



2.5. ábra

A vertikális és a horizontális megközelítés

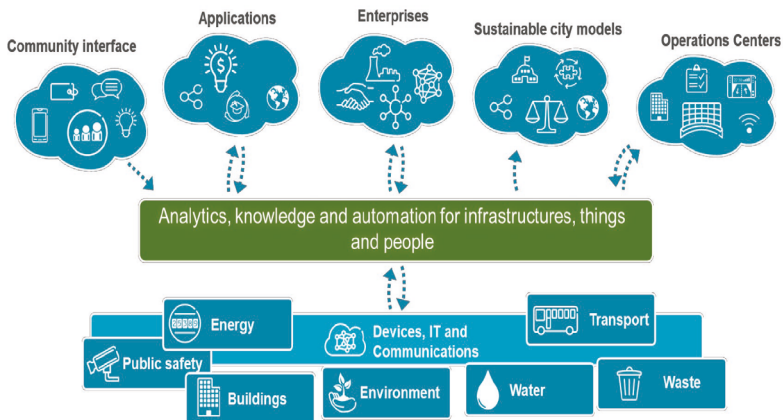
Forrás: a szerző szerkesztése [GÓDOR–HÖLLER 2016] alapján

Az ICT alkalmazására építve egy hatékonyabb horizontális megközelítés valósítható meg, amelyet a 2.5. ábra jobboldali része szemléltet. A monitorozás során nyert adatokat egy közös adatplatformban gyűjtjük, feldolgozzuk, elemezzük és megosztjuk a részterületek rendszerei között. A részterületek a beavatkozásra vonatkozó döntéseiket több információ, több adat alapján, a kollektív tudásra építve készíthetik elő, illetve hozhatják meg, okosabb döntések szülehetnek. Ugyanakkor a több kisebb rendszer helyett egy hatékonyabb, rugalmasabb integrált rendszert hozunk létre, amely jól skálázható, kapacitásában bővíthető, további részterületekkel könnyen kiegészíthető. A horizontális megközelítés integrált adatvezérelt megoldásokat nyújt, megvalósítja az okos városnak a különféle erőforrások és szolgáltatások együttes kezelésére és az adaptivitásra – a körülmények változására való valós idejű reagálás – vonatkozó követelményeit.

Effajta horizontális okosváros-rendszerek kidolgozása, kutatása, fejlesztése intenzíven folyik [SMART CITY EXPO&WORLD CONGRESS 2017]. Jellemzőnek mondhatunk egy háromrétegű szerkezetet, ahol

- *az alsó szint a közös infrastruktúra*, amely a biztonságos és univerzális kommunikációs háttérrel biztosítja az érzékelők és beavatkozók számára (infrastrukturális és közösségi érzékeléshez egyaránt [VIDA-FEHÉR 2016]);
- *a középső szint a város agya*, az adatok, városi erőforrások és funkciók integrálásának és megosztásának platformja, beleértve az adattárolás, -feldolgozás és -elemzés, a számítás- és biztonságtechnika erőforrásait, illetve a város kommunikációs, számítástechnikai és adatszolgáltatásait;
- *a felső szint a szolgáltatások szintje*, a középső szintre építve specifikus okos alkalmazások nyújtása a lakosság, a közszféra és az üzleti szféra számára a kényelem, a hatékonyság és az innováció hangsúlyával.

Példaként a 2.6. ábra az Ericsson integrált nyitott okosváros-koncepcióját mutatja, amely adatokat gyűjt, és a városi élet résztvevőit kiszolgálja tudásbázisával, specifikus adatelemzéssel, szolgáltatásaival (például beavatkozások automatizálásával) [GÓDOR-HÖLLER 2016].

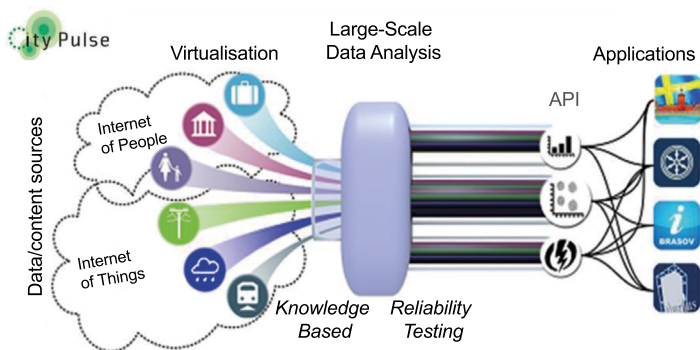


2.6. ábra

Az okos város Ericsson-féle modellje

Forrás: [GÓDOR-HÖLLER 2016]

A 2.7. ábra a City-Pulse EU FP7 kutatási projekt koncepcióját szemlélteti [CITYPULSE 2016], amely okos alkalmazások sokaságát képes megvalósítani egy közös platformon (101 okos városi alkalmazást azonosítottak). Az emberek hagyományos internete és a tárgyak internete révén gyűjtött adatok tömegének analiziséből a különféle alkalmazások igény szerint merítenek, a hozzáférés jogosultságának feltétele mellett.



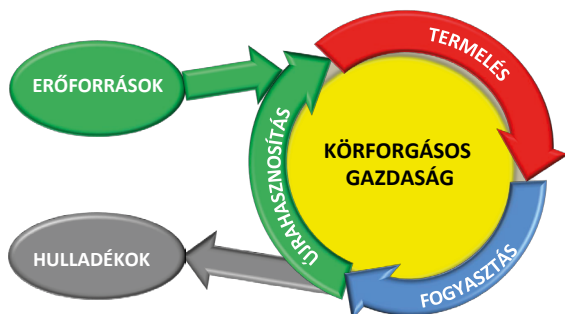
2.7. ábra

A City-Pulse kutatási projekt modellje

Forrás: [CITYPULSE 2016]

2.3.3. A körkörös megközelítés

Az okosváros-koncepció kiteljesedését célozza, ha a várost és környezetét ökoszisztémaként kezeljük, és az integráció a természeti és civilizációs körforgásokra is kiterjed, beleértve és kiaknázva a víz, az energia, az élelmiszerek és más árucikkek mint rendszerbemenetek, illetve a szennyvíz, a légszennyezés, a háztartási és ipari hulladék mint rendszerkimenetek összekapcsolható regenerációs folyamatait [BAKONYI ET AL. 2016] [EC ENVIRONMENT 2017][CIRCULAR ECONOMY 2017]. A körkörös (*circular*) megközelítés a várost és környezetét integráltan kezeli, tudatosan hasznosítja a különböző civilizációs és természeti körforgásokat. Az alapgondolatot, a termelés, a fogyasztás és az újrahasznosítás (*recycling*) körforgását a 2.8. ábra szemlélteti. E teljesebb megközelítés különösen fontos lehet a kis- és közép méretű városok „smartosodási” terveiben.

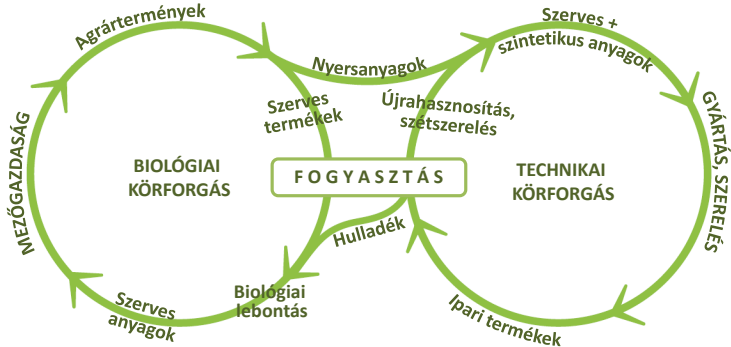


2.8. ábra

A körkörös megközelítés

Forrás: a szerző szerkesztése [CECED 2017] alapján

Az évek során a körforgásos gazdaság (*circular economy*) eredeti koncepciója többféle formában is megjelent, amelyek a természeti és a környezeti szempontokat egyaránt rendszerszerűen, az újrahasznosítást, a megújuló energiákat, a fenntarthatóságot kiemelten kezelik. Ilyenek például a *blue economy* vagy a *zöld infrastruktúra*, amelyek a természet jelentőségét és a környezeti változások ökoszisztéma-alapú megértését hangsúlyozzák. A Horizon 2020 keretében jelent meg a természetközeli okos város kialakítását, a természet fenntartható hasznosítását célzó *természet alapú város (nature-based city)* megközelítés, amely a város és az emberek természethez való viszonyának újragondolását is magában foglalja [EC 2015]. Megemlítendő a regeneratív tervezés módszertana, az úgynevezett *bölcsőtől bölcsőig tervezés (cradle-to-cradle, C2C)*, amely az összefonódó biológiai és technikai körforgásokat írja le és specifikálja [C2C 2017] (2.9. ábra). A technikai körfolyamatban a gyártásra vonatkozó kritériumok között szerepelhetnek előírások a megújuló energia használatára, az anyagok újrahasznosítására, az anyagok egészségügyi és környezeti hatásaira, a kibocsátott víz tisztaságára és egyéb más felelőségekre.



2.9. ábra

A bölcsőtől bölcsőig tervezés modellje

Forrás: a szerző szerkesztése [C2C 2017] alapján

Idekapcsolódnak az *okos fenntartható város (Smart Sustainable Cities, SSC) szabványok, ajánlások* is. Az 1.3.6. szakaszban az IoT szabványosítása kapcsán már említettük az ITU-T Y.4000-Y.4999: *Internet of things and smart cities and communities* ajánlóssorozatát. Az ajánlóssorozatban megfogalmazták a fenntartható városok teljesítményindikátorait [ITU-T Y.SUP39 2015], és olyan ICT-alapú SSC-megoldásokat és módszereket ajánlanak [ITU-T Y.SUP33 2016], amelyek a természet és a humán városi infrastruktúrák összekapcsolását, integrálását a legkülönbözőbb területeken segítik, úgymint okos vízgazdálkodás, energetika, közlekedés, egészségügy, oktatás, kultúra, turizmus, városigazgatás, közbiztonság, épületek, hulladékmenedzsment stb. Az SSC ICT ajánlások ötrétegű metaarchitektúráját, abban az okos megoldások rétegének helyét a 2.10. ábra mutatja. A teljesítményindikátorokat a következő szakaszban összegezzük.



2.10. ábra

Az SSC ICT-megoldások metaarchitektúrája

Forrás: a szerző szerkesztése [ITU-T Y.SUP33 2016] alapján

2.3.4. Az okos fenntartható város teljesítményindikátorai

Az International Telecommunication Union T szektorának (ITU-T) 39-es számú Supplementje [ITU-T Y.SUP39 2015] az ITU globális közössége által elfogadott ajánlást tesz az okos fenntartható városok teljesítményindikátoraira (*Key Performance Indicators, KPI*), amelyeket összehasonlít az okos és a fenntartható városok területén az ICT alkalmazását mérő különféle nemzetközi, nemzeti, ipari, akadémiai és városi szervezetek, összesen 19 szervezet által javasolt, illetve alkalmazott indikátorokkal és indexekkel.

Az ajánlás definíciója szerint *az okos fenntartható város (SSC)* egy innovatív város, amely az ICT és más eszközök segítségével javítja az életminőséget, a város működésének és szolgáltatásainak hatékonyságát és a versenyképességet, miközben kielégíti a jelen és a jövő generációinak igényeit gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból egyaránt. Egy város fenntarthatóságának négy összetevőjét fogalmazza meg:

- *a gazdasági képességet*, amely a lakosság megélhetését biztosító jövedelemtermelő és a munkahelyteremtő képességet öleli fel;
- *a társadalmi, szociális képességet*, amely az állampolgárok jólétének (egészségügy, oktatás, biztonság stb.) biztosítását jelenti, mindenki számára egyenlően;
- *a környezeti, ökológiai képességet*, amely a természeti erőforrások jövőbeni minőségének és reprodukálhatóságának védelmét foglalja magába;
- *a kormányzási képességeket*, amelyek a stabilitás, a demokrácia, az igazságosság és a részvétel feltételeinek fenntartására terjednek ki.

Az ajánlás az SSC-teljesítményindikátorokat hat csoportba, úgynevezett SSC-dimenzióba sorolja, amelyek az alábbiak:

- *az ICT-dimenzió (D1)*, amely a távközlési és informatikai képességeket méri, (beleértve információbiztonságot, adatvédelmet is) összesen 14 indikátorral, két aldimenzióban (hálózati és számítástechnikai);
- *a környezeti fenntarthatóság dimenziója (D2)*, amely a környezeti, valamint az energetikai és természeti erőforrások helyzetét összesen 14 indikátorral jellemzi, két aldimenzióban;
- *a termelékenység dimenziója (D3)*, amely az innovációt és a gazdasági fenntarthatóságot összesen 12 indikátorral írja le, két aldimenzióban;
- *az életminőség dimenziója (D4)*, amely a kényelmet és a komfortot, a közbiztonságot és a katasztrófavédelmet, az egészségügyet, valamint az oktatást és képzést 22 indikátorral jellemzi, négy aldimenzióban;
- *az egyenlőség és szociális bevontság dimenziója (D5)*, amely a nyitottságot, a közéletben való részvételt, társadalmi és kormányzási fenntarthatósági képességeket 11 indikátorral fedi le, három aldimenzióban;
- *a fizikai infrastruktúra dimenziója (D6)*, amely az épületek, a közlekedés, a közegészségügy és a különböző városi csővezetékes hálózatok (víz, gáz, csatorna stb.), azaz a nem ICT-infrastruktúrák jellemzésére 15 indikátort alkalmaz, öt aldimenzióban.

A 88 indikátor közül példaként alább felsoroljuk két aldimenzió, a D4.1 és a D5.3 indikátorait.

A városi kényelem és komfort D4.1 aldimenzió indikátorai:

- Elégedettség az online kereskedelmi és pénzügyi szolgáltatásokkal;
- Elégedettség a környezet biztonságával;
- Az önkormányzati szolgáltatások kényelme;
- Az okos közlekedési szolgáltatások kényelme;
- Elégedettség a tömegközlekedés színvonalával, minőségével;
- Elégedettség a bűnmegelőzés és a közbiztonság érdekében tett intézkedésekkel;
- Elégedettség a katasztrófa megelőzését célzó intézkedésekkel;
- Elégedettség az élelmiszer-biztonsági ellenőrzéssel;
- Elégedettség a városi orvosi ellátással;
- Az oktatási lehetőségekhez való hozzáférés kényelme;
- A szegénység veszélyei elleni lépések érzékelhetősége;
- Elégedettség a lakhatási feltételekkel.

A kormányzási képesség D5.3 aldimenzió indikátorai:

- A városi költségvetési és tervezési dokumentumokhoz való digitális hozzáférhetőség;
- Okos közösségi szolgáltatások eszközellátottsága;
- Önkormányzati online szolgáltatások elérhetőségének aránya;
- A publikus önkormányzati információk aránya;
- Az okos akadálymentesítő rendszerek elérhetőségének aránya.

A különböző okosváros-modellekben az SSC indikátorainak csak töredéke azonosítható, paramétereik között a Cohen-féle okosváros-kerék esetében csak 6, az Ericsson modelljében 13, az IBM-ében 15, az UN-Habitat prosperitásmo­delljében 11 SSC-indikátor található. Éppen ezért az ajánlás nem az indikátorok sokaságának alkalmazását, hanem a hat dimenzió mint kritikus SSC-komponensek megfelelő lefedését tanácsolja.

2.4. Az okosváros-projekt

Az okos várossá válás, a „smartosodás” természetszerűleg egy átalakulási folyamat, hiszen nem egy új okos várost építünk „zöld mezőn”. Az alkalmazások sokaságából való válogatás és a rendszertechnikai alapelvek

lehető legjobb érvényesítése tovább erősíti az okos várossá válást elhatározó települések számára egy okos város stratégiai terv kidolgozásának szükségességét. A stratégiai terv megvalósítása méretét, összetettségét tekintve kétségtelenül projektszerű működést tesz szükségessé, beleértve a felmerülő problémák megoldását, az előrehaladás figyelemmel kísérését.

2.4.1. Az okos várossá válás stratégiai terve

Egy település smartosodási tervének, akár okosváros-stratégiának, stratégiai tervnek, okosváros-tervnek, vagy okosváros-mestertervnek nevezük, két fő eleme kell, hogy legyen:

- a település okosváros-jövőképe, víziója (*vision*) és
- maga a transzformációs stratégia (*roadmap*).

Ezek kidolgozása során figyelembe veendő szempontok:

- a város mérete (kis, közép, nagy),
- földrajzi/természeti környezete,
- jellege (ipari, mezőgazdasági, kulturális...),
- a város közművei, a nem ICT-infrastruktúrája,
- az ICT-ellátottságának jelenlegi és elérhető szintje,
- a város kiterjesztési lehetőségei, gazdasági és humán erőforrás-kerlátai,

amelyeket a város helyzetelemzése, a stratégiai tervezés módszertanából jól ismert SWOT (*Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats*) analízis segítségével a belső erősségek és gyengeségek és a külső lehetőségek és veszélyek feltárása során hangsúlyozottan számításba kell venni.

Az okos város stratégiai terv (*smart city plan*) felépítésére, fontos részeire az alábbi szerkezet javasolható általánosan:

- *A település jövőképe:*
 - a társadalmi és politikai hajtóerők, a legfőbb célkitűzések, az elérendő előnyök, valójában annak a megfogalmazása, hogy melyek azok a kihívások, amelyek megoldása a várost élhetőbbé, szerethetőbbé teszi; és ennek alapján:
 - a stratégiai fókuszterületek meghatározása, a preferált alkalmazási kulcsterületek kiválasztása: a város prioritásainak megfogalmazása az alkalmazási területek között, esetleg azokon belül. (Ennek legmarkánsabb példája a közlekedési kulcsterület

fontosságának eltérő megítélése: nagyvárosokban ez a kulcsterület jellemzően a legkiemeltebb, míg kisvárosokban súlya esetleg jelentéktelen.)

- *A megvalósítás cselekvési terve*, a kiépítés forgatókönyve (prioritásai, lépései) mindhárom dimenzióra kiterjedően:
 - a közös infokommunikációs (ICT) technológiai környezet kiépítése, a városi erőforrások közös platformjának, integrálásának és megosztásának megteremtése, és városspecifikus okos alkalmazások sokaságának kidolgozása és telepítése;
 - a humán erőforrás fejlesztése, képzése, a technológiák és az adatvagyon hasznosításának elősegítése;
 - a lakosság bevonásának megteremtése, fejlesztése, a lakosság tájékoztatása, az internet iránti averzió kezelése.
- *Az alkalmazandó üzleti modell*, a finanszírozás tervezett megoldásai, a megpályázható/megpályázandó támogatások, a hazai és nemzetközi (EU) programokhoz és más kezdeményezésekhez való kapcsolódások terve.
- *A biztonsági stratégia*, az integrált városi infrastruktúrából fakadó fokozott biztonsági veszélyek kezelésének eszközei, valamint a személyes adatok (magánszféra/*privacy*) védelmének alkalmazandó eszközei.
- A terv megvalósításának *szervezeti keretei*, projektmenedzsmentje, döntéshozatali és monitoringrendszere.

Fontos, hogy az okos város stratégiai terv érzékletesen rajzolja meg a változás irányát, *cselekvésre motiváló, vonzó legyen az érintettek számára, a lakosság és a döntéshozók körében egyaránt*. Ennek érdekében:

- legyen jól megalapozott (a SWOT-analízis készítése elkerülhetetlen),
- világos és átlátható, jól kommunikálható (a város lakossága számára is);
- fejezze ki a város vezetésének elkötelezettségét;
- legyen szilárd, tartósan érvényes, ugyanakkor rugalmas, kezdeményezést engedő (azaz nem egy részletes megvalósítási terv); és
- mégis legyen realisztikus, a megvalósíthatóság érzetét kell kiváltania.

A stratégiai terv készítésének részleteivel nincs lehetőségünk foglalkozni e monográfia keretei között, ezért a [SALLAI szerk. 2018] szakkönyvre hivatkozunk. Az okosváros-stratégia kialakításához hasznosak a könyvben bemutatott okosváros-programok, kezdeményezések, követelmény-rendszerek, finanszírozási megoldások, amelyeket részben [KOVÁCS–BAKONYI 2016] is ismertet. Hivatkozunk továbbá a már többször említett okos város nemzetközi ajánlásokra, szabványokra [ITU-T Y.SUP33 2016], az okosváros-tervezési módszertanokra, a vonatkozó jogszabályokra, rendeletekre, különféle kis, közép- és nagyvárosi modellekre, benchmarking technikákra [DEAKIN 2013] [BORSBOOM et al. 2017].

Természetesen a tervezéshez sok gondolatot kaphatunk a nemzetközi fórumokon, konferenciákon, kiállításokon (EU Future Internet Assembly and Exhibition [FIA 2013], Net Futures, Smart City Exhibition and World Congress [SMART CITY EXPO&WORLD CONGRESS 2017]), és nagyszerű ötleteket meríthetünk az élenjáró városok (Amsterdam, Barcelona, Bécs, Dublin, Koppenhága, Madrid, Manchester, Stockholm, Chicago, Szingapúr, Santander, Heraklion, angliai kisvárosok stb.) gyakorlatából, tapasztalataiból [EURESCOM MESSAGE 2015]. Álljon itt a barcelonai polgármester e lapszámban tett nyilatkozatának (*Becoming smart is a transitional process*) néhány gondolata: „A technológia a városok 21. századi átalakulásának része, hajtóereje [...] Az okos várossá válás az ICT integrálásával jár, területenként végbemenő átalakulás, amely erősíti a gazdasági haladást és a lakosság jólétét [...] A legfőbb előny a számos területen megjelenő technológiai innováció a városlakók számára (pl. szenzorok, innovatív mobil alkalmazások) [...] A tipikusan alkalmazott üzleti modell a köz- és a magánszféra együttműködése, a public-private partnership (PPP) [...] Kiemelten kezeljük a kritikus infrastruktúrák biztonságát, rugalmas, integrált hálózati megoldások alkalmazásával [...] Fontos az okos város minőségi szabványok kidolgozásának ösztönzése, az ilyen nemzetközi testületekben való részvétel [...]”

2.4.2. Az okosváros-terv megvalósítása

Az okosváros-projekt megvalósítása során alapvető feladat a megvalósítás előrehaladásának figyelemmel kísérése (projektmonitoring): információk

rendszeres gyűjtése és elemzése, a célértékekkel való összehasonlítása, a céloktól való eltérések azonosítása, jelzése, valamint tájékoztató értékelések készítése a kivitelezés vezetése, a város vezetése és a lakosság felé.

Az okos várossá válás projektje során számos kérdés, probléma merül fel, amelyek megoldásában nagy szerepe lehet más városok tapasztalatainak, a legjobb gyakorlatok ismeretének. Ezeket a problémaköröket gyűjtötte össze és rendszerezte a trondheimi norvég tudomány- és műszaki egyetem (NTNU) kiadványa [BORSBOOM et al. 2017]. Vizsgálataikba 17 problémát vontak be, ismertetik az egyes problémák mibenlétét, okát, jellemzőit, valamint megoldási lehetőségeket, példákat is bemutatnak. A kiadvány a projekt célját negatívan érintő problémákat kihívásnak tekinti, ha azok megoldása a projekt eredeti céljainak semmilyen módosítását nem igényli; akadálynak hívja, ha a célok adaptálást, kisebb módosítását teszi szükségessé; és korlátnak tekinti, ha a célok elérése ellehetetlenül. Ugyanaz a probléma a konkrét helyzettől és nagyságától függően kihívásnak, akadálynak vagy korlátnak minősülhet, ezért a problémákat inkább témakörük szerint kategorizálja, ami jobb lehetőséget nyújt a különböző problémák és megoldások közötti szinergiák felismerésére és kiaknázására is.

Négy kategóriát állítottak fel: pénzügyi, műszaki, szociális és adminisztratív. Az egyes kategóriákban az alábbi problémákat és kapcsolódó megoldásokat tárgyalják:

- *Pénzügyi (gazdasági) problémák kategóriája:*
 - Magas kezdeti költségek és a jövedelmezőség bizonytalansága.
 - Az új, innovatív megoldások megértésének és elfogadásának kockázata.
 - Ösztönzők hiánya, illetve ellenérdekek léte.
 - A beruházás költsége és a haszna különböző helyen jelenik meg.
- *Műszaki (technikai) problémák kategóriája:*
 - Nincs kellő létszámú, összetételű és/vagy felkészültségű műszaki személyzet.
 - A személyi adatok védelmének fenntartása, a bizalom megőrzése a projekt műszaki előrehaladása során.
 - A különböző adatállományok, platformok, protokollok együttműködésének problémái.
- *Szociális (társadalmi) problémák kategóriája:*
 - A kiugróan magas beruházási költségek és hosszú megtérülési idők okozta lakossági ellenérzések.

- A pénzügyi lehetőségek ismeretének hiánya.
- A közös célok, az egyetértés elérésének, a kollektív akciók szervezésének nehézségei.
- A háztartások motiváltsága alacsony az okos beruházásokra.
- *Adminisztratív (önkormányzati) problémák kategóriája:*
 - A szervezeti egységek közötti koordináció és kommunikáció hiánya.
 - A közbeszerzés inkompatibilitása az innovatív megoldásokkal.
 - Megvalósítást akadályozó szabályozások, a szabályozások bonyolultsága, ellentmondásai.
 - Politikai vagy törvényhozási instabilitás; újabb szempontok, igények felmerülése, az elvárások újraértékelése.
 - Elégtelen politikai akarat, elkötelezettség; a városvezetés támogatásának hiánya a projekt menedzselésében.
 - Eltérő hatáskörű adminisztratív szervezetek konfliktusai, szervezeti kultúrák és vezetési stílusok eltérései.

A problémák feloldására ajánlott megoldások [BORSBOOM et al. 2017] közül az utóbbi kategória problémáira adott válaszokat összegezzük:

- A szervezetek közötti horizontális koordinációt egy elegendő felelősséggel és hatáskörrel felruházott személy vagy integrációs egység, valamint interdiszciplináris teamek felállítása segítheti.
- A tendereket innovatív megoldásokra, és nem konkrét termékekre vagy szolgáltatásokra célszerű kiírni.
- Mintarendszerek, kísérleti megoldások kivételes engedélyeztetésével, tesztelésével és demonstrálásával tapasztalatok szerezhetők a szabályozások megalapozott módosításához.
- Az önkormányzattal közösen kialakított projektterv legyen transzparens, konzisztens és egyértelmű, számoljon az időszzerű politikai kockázatokkal is; a megvalósítás folyamata legyen szintén átlátható és az eredeti tervtől való eltérések legyenek az érintettek által jóváhagyottak.
- Az okosváros-projekt a város teljes tervének szerves része kell, hogy legyen. A túl ambiciózusnak ítélt okosváros-tervet kisebbre formálva a sikerek megalapozhatják a nagyobb terveket, de lehet, hogy az eredeti terv előnyeinek más tálalása, más előnyök kiemelése már elegendő, meggyőző.

- Az adminisztratív szervezetek közti konfliktusok erős projektmenedzsmenttel kezelendők az elvárások és a projekt-munkakultúra alapszabályainak lefektetésével, még mielőtt a konfliktusok kompromittálnák a projektet.

3. Jövőkép: smartinternet-ökoszisztéma

Az előző két fejezet az internettechnológia és az okosváros-konceptió fejlődését mutatta be a technológia, illetve a koncepció oldaláról, többé-kevésbé egymástól függetlenül, még akkor is, ha egymás fejlődésében, kibontakozásában fontos szerepet játszottak. E fejezetben a két fejlődési vonulat szorosan összekapcsolódik. Az okos város mint a jövő internet jelenleg legfontosabb alkalmazási területe meghatározóvá válik az internettechnológia további fejlődési trendjének meghatározásában. A jövő internet jelenlegi állapotát értékelve a következő, 2020 utáni időszak elsődleges kutatási kihívásai az internet biztonságára, kormányozhatóságára, a magánszféra (*privacy*) védelmére vonatkoznak. Ugyanakkor az okos termelés koncepciója egy egészen más jövőinternet-alapú alkalmazási terület kibontakozását ígéri. A kutatások eredményeként megszülető internetet az EU az internet következő generációjának (NGI) nevezi, amely a kialakuló okos, smartinternet-ökoszisztéma technológiai hátterét fogja képviselni, egyelőre két nagy alkalmazási területtel, az okos városal és az okos termeléssel.

3.1. Jövőinternet-trendek: az internet következő generációja

3.1.1. A technológiai lehetőségek új hulláma

Az elmúlt évtizedben a jövő internet víziója kiforrott, az elmúlt években már nem változott. Koncepciói megvalósultak, a megoldások kikristályosodtak és megerősödtek.

A tárgyak internete továbbra is a húzó terület, a szenzorhálózatok területén hatalmas fejlődésnek lehetünk tanúi. A szenzorok sokfélesége érhető el, mechanikai, termikus, elektromos, optikai, kémiai és más fizikai paraméterek egyaránt érzékelhetők. A technológiai fejlődés a miniatürizálásban és a fajlagos árak csökkenésében és a szabványosítás felgyorsulásában jelentkezett, elősegítette a szenzorok tömeges piaci alkalmazásának kibontakozását. A szenzorhálózati megoldások fejlődése

kisebb energiafogyasztással és nagyobb távolságok (akár 10 km) áthidalásával segítette elterjedésüket.

A tárgyak internetében elindult intenzív szabványosítás egyrészt mutatja az IoT piaci potenciálját, másrészt elősegíti az alkalmazások születését, amely különösen az okos város területén erőteljes. Az 5G hálózati infrastruktúra kutatása fejlesztési fázisba fordult, a szabványosítás lázasan folyik. A felhőszolgáltatások, különösen a felhő-számítás-technika igénybevétele sokirányú szabványosítása és alkalmazásának nemzetközi szervezetek általi támogatása révén mind természetesebbé válik.

A *Big Data* jelenségből kinövő adattudomány és technológia az adatok analízisének mind szélesebb körű elterjedését eredményezi. Újabban a virtuális valóság technikai léptek hatalmasat előre, a *HoloLens* szemüveg elérhetővé vált, és nemcsak a 3D-s megjelenítés hoz merőben új élményeket, hanem az emberi képességek újabb, eddig rejtett rétegei jönnek felszínre. A 3D-s vizualizációs, prezentációs és kollaborációs szoftvermegoldásokkal bizonyíthatóan hatékonyabb a csoportmunka, gyorsabb a megértés, eredményesebb a tudásmegosztás.

A Gartner tanácsadó cég a technológiai lehetőségek új hullámának trendjét fogalmazta meg [WELDON 2013], amelynek összetevői:

- *Exponenciális ütemű technológiai innovációk*, amelyek számos területen fogják katalizáló hatásukat kifejteni:
 - IoT, szenzorok, szenzorhálózatok az élen, amely az adatok elemzésének kutatási területét is intenzíven viszi előre.
 - Kiberfizikai rendszerek (*Cyber-Physical Systems*, *CPS*, lásd 1.3.2. szakasz 7. kutatási tárgykör), amelyek a beágyazott rendszerek továbbfejlesztésével, hálózatba kapcsolásával jöttek létre mint informatikai, mechanikai és elektronikai elemek interneten keresztül kommunikáló integrált egységei.
 - Nanotechnológia, 3D nyomtatás és szkennelés, intelligens robotok, drónok.
- *Kombinatorikus értékteremtés*, azaz új termék létrehozása platformok és alkalmazások kombinálásával. Ezért is hívják korunkat a tervezés korának (*age of design*).
- *Az üzleti modellek innovációja, játékszabályok változása*: a gyors technológiai áttörések, a feltáruló alkalmazási lehetőségek kiaknázása kikényszerítik a változásokat, merőben újszerű, életképes piaci megoldásokat hoznak felszínre.

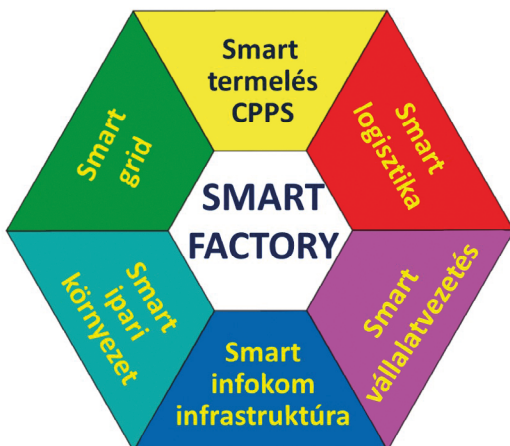
Mindemellett megjelenik az *információs hadviselés (cyber warfare)* mint újabb hadszíntér, és erősödik a *kiberbűnözés (cyber crime)*, amelyek hatásával markánsan számolni kell. A piac jelenleg még nem értékeli kellően a minőséget, különösen nem a biztonságot. A vásárlók olcsó eszközöket keresnek, a kockázatokat nem ismerik, nem ismerik fel. Ez pedig a fejlesztőket, gyártókat, akik a termékek minél gyorsabb piacra vitelében és a profit maximalizálásában érdekeltek, a biztonsági megoldások fejlesztése és beépítése helyett inkább az újabb képességek, funkciók, jobb műszaki jellemzők elérésére ösztönzi [ELMAGHRABY–LOSAVIO 2014] [BUTTYÁN 2016].

A technológiai lehetőségek új hulláma két nagy alkalmazási területet emel ki:

Egyrészt tovább erősíti az *okosváros-alkalmazások* kibontakozását, elterjedését. Jelenleg az okos város az ICT-alkalmazások legprominensebb területének számít. Az okosváros-kulcsterületek közül is kiemelt jelentőségű az okos közlekedés, amelyen belül az autonóm járművek jelentik ma a kutatás élenjáró területét, valamint az okos energetika, amely hatásaiban rendkívül szerteágazó, és a városok fenntarthatóságában is meghatározó szerepet játszik. E két prominens kulcsterületet minden bizonnyal az okos egészségügy (*eHealthcare*) területe és az okos közigazgatás (*eGovernment*) követi, ahol az alkalmazások széles körét vonultatják fel. Az okosváros-platformok a tárgyak és az emberek internetére egyaránt építenek, ezért a minden internetének (*Internet of Everything, IoE*) kutatása előtérbe kerül [ATOMIUM 2017] [SMARTCITYEXPO&WORLDCONGRESS 2017].

A másik, most kibontakozó, de már kiemelt hangsúlyt kapó, nagy alkalmazási terület az *okos gyár vagy okos gyártás (smart factory, smart manufacturing)*, amelyet okos iparnak is nevezhetnénk. Az okos gyár koncepciója olyan CPS-alapú, átfogó integrált ipari rendszerre utal, amely a terméktervezéstől a gyártástervezésen és gyártáson át a végtermék forgalmazásáig és utógondozásáig a teljes folyamatot átfogja, integrálja. Ezek az integrált, kibernetikai termelési rendszerek (*Cyber-Physical Production System, CPPS*) technológiai korszakváltást váltanak ki az iparban, amelyet a 4. ipari forradalomra utalva Ipar 4.0-nak (*Industry 4.0*) neveznek [MONOSTORI–KÁDÁR 2016]. Az okos gyár kulcsterületeit az okos város kulcsterületeihez hasonló sémába rendezhetjük (3.1. ábra), ahol az okos közlekedésnek az okos logisztika, az okos városigazgatásnak az okos vállalatvezetés stb. felel meg. A kardinális kulcsterület értelemszerűen maga az okos termelés. E séma is tartalmazza a közös okos infokommunikációs

infrastruktúrát és a központi mező fehér színével a kulcselemek együttesének fontosságát hangsúlyozza.



3.1. ábra

A Smart Factory kulcsterületek prizmaja

Forrás: a szerző saját szerkesztése

3.1.2. Egy humáncentrikusabb internet célkitűzése

Az Európai Unió a 2016 őszén kibocsátott *Next Generation Internet Initiative*-hez kapcsolódva széles körű kérdőíves és adatelemzéses felméréseket végeztetett, konzultációkat folytatott, arra a kérdésre keresve a választ, hogy: *Mit várnak az európaiak a digitális technológiától a következő évtizedben?* Az eredményeket [ATOMIUM–REISEARCH 2017] kötetben tették közzé és a 2017. júniusi *Next Generation Internet (NGI) Summiton* [ATOMIUM 2017] vitatták meg. Az NGI-kezdeményezés és Summit célja, hogy az EU a legmegfelelőbb politikai, szabályozási és forrásfeltételeket tudja biztosítani 2020 után az internet fejlődéséhez, humáncentrikusabbá válásához. De mit is jelent a humáncentrikus internet? Olyan kérdések megvitatása adhat erre választ, mint:

- Mi a technológia iránti bizalom és a kritikus gondolkodás jó egyensúlya?

- Hogyan biztosítható egyidejűleg a magánszféra védelme, az adathasználat átláthatósága és az adatalapú algoritmusok és döntések iránti bizalom?
- Hogyan növelhető az internet pozitív társadalmi hatása (a hálózat és az adatsemlegesség, a hozzáférés nyitottsága stb.)?

A felméréseket összesítő [ATOMIUM–REISEARCH 2017] kötet az eredményeket három nagy kérdéskörbe rendezi, amelyek a 2020 utáni, következő generációsnak nevezett internettechnológiák (NGI) és az üzleti szféra, a közsféra és a magánszféra összefüggéseit, jelenlegi és kívánatosnak tartott viszonyát vizsgálják. A legfontosabb megállapítások az NGI-felmérésből:

- A következő évtizedben várhatóan a *Big Data* technológiák, a mesterséges intelligencia (AI), az Ipar 4.0, a pénzügyi technológiák (FinTech, például *blockchain*-technológia) hozzák a legjelentősebb változást a munkában, üzletben, a foglalkoztatásban és az oktatásban. Mindennapi életünket a *Big Data* analízis, az AI, az IoT és a viselhető okos eszközök alakítják legjelentősebb mértékben.
- A munka- és életfeltételek javításához az NGI legjobban a mindenki számára elérhető áron való hozzáférhetőséggel, a magánszféra védelmével és biztonságával járulhat hozzá. Az NGI segíthet az olyan társadalmi kihívások legyőzésében, mint a terrorizmus és a bűnözés.
- Az internettechnológia és a demokrácia viszonya konfliktusos, meg kellene találni az összhangot az információhoz való hozzáférés és az információ szabadsága között, több figyelmet kell fordítani a hamis információk, álhírek (*fake news*) és a gyűlöletbeszéd kezelésére.
- A minden internete (IoE) kutatásával szemben a legfőbb elvárás az adatok és az infrastruktúra biztonsága (kiberbiztonság/*cyber security*), a működés helyessége, az adatokkal való visszaélés elkerülése (adatsemlegesség). A minden internete kutatásának felgyorsulása újabb etikai, szabályozási és üzleti kihívásokat fog támasztani.
- A magánszféra védelme (*privacy*) a legfontosabb érték, amelynek az NGI-ben jobban érvényesülnie kell (88%-os támogatottság), a politikában, a szabályozásban, a kutatásban és a technológiában egyaránt.

Összegezve, a politikai elvárás az NGI-vel szemben a minél nagyobb társadalmi érték! Fókuszterületei pedig: 1. a magánszféra védelme, 2. kiberbiztonság és 3. univerzális hozzáférés. A jövő internet víziójának megvalósulásában a társadalmi tudatosság, a humán szempontok érvényesítése elmarad a többi célkitűzés teljesíthettségétől. Fontos látnunk, hogy a humán centrikus elvárások teljesítésében az internettechnológiák kutatóira nagy feladat vár. Nagy várakozás mutatkozik

- az anonimizáló, nyomkövetést akadályozó és másfajta magánszféra-erősítő technológiák (*privacy-enhancing technologies, PET*) [KISS 2013],
- a természetes és mesterséges kognitív képességeket ötvöző *3D-s technológiák* [MAXWHERE 2017],
- a kollaboráció forradalmian újabb módzatait megteremtő *blockchain* típusú technológiák [PATARICZA 2017], és különösen
- a mesterséges intelligencia korszerű technológiái iránt, mint *mélytanulás, gépi tanulás*, amelyek a következő évek húzó technológiái lehetnek [GARTNER 2017].

3.1.3. A smartinternet-képességek bővülése

Az alábbiakban összegezzük a klasszikus internethez hasonlítva a jövő internetében megjelent, illetve megjelenő (például az NGI keretében) többletfunkciókat és tulajdonságokat, amelyeket összefoglalóan smart/okosinternet-képességeknek nevezhetünk.

Smartinternet-funkcióként az alábbiakat azonosíthatjuk:

1. Tárgyak, eszközök, szenzorok azonosítása és hálózatba kapcsolása (IoT – Internet of Things, tárgyak internete).
2. Mobilitáscentrikus hálózati architektúra: elérhetőség „bárhol, bármikor”, közösségi érzékelés, helymeghatározó szolgáltatások támogatása.
3. Erőforrások szolgáltatásként való igénybevétele: felhő-számítástechnika és felhőkommunikáció (*cloud computing and networking*).
4. Hálózatok szoftverizációja: hálózati funkciók virtualizálása (NFV) és szoftverdefiniált hálózatok (SDN).
5. Adatközpontok (*data centers*), nagy volumenű, heterogén adathalmazok (*big data*) valós idejű elérhetősége, kezelése, analízise és hasznosítása (mesterséges intelligencia, AI).

6. Tartalomtudatos hálózati technológiák, tartalomcentrikus hálózatok (CCN, CDN).
7. 3D és kognitív tartalom kezelése, kiterjesztett és virtuális valóság (AR/VR).
8. Szupervalós idejű infrastruktúra, távoli folyamatok kollaborációja, fizikai folyamatok szabályozása: 5G hálózati infrastruktúra, kibernetikai rendszerek (CPS).
9. Minden internete (IoE): emberek, eszközök, adatok/tartalmak, szoftverek, folyamatok világhálója, összekapcsolása.

Smartinternet-tulajdonságként pedig az alábbiakat azonosíthatjuk:

- A) Inherens információ biztonság, magánszféra/személyes adatok védelme.
- B) Társadalom- és humáncentrikusság: az internet kormányozhatóságát, a hálózat- és adatsemlegességet, a lakossági részvételt segítő technológiák.
- C) Energiatudatossági kényszer a tervezésben és a működtetésben.
- D) Menedzselt minőség, ügyfél- és alkalmazásorientáció (alkalmazásfejlesztési platformok).
- E) Testreszabott megoldások és 3D megjelenítés.

A smart funkciók és tulajdonságok listája természetesen tovább gazdagodhat, a képességek tartalmukban bővíülhetnek, minőségben javulhatnak. A következő években, az NGI-re vonatkozó tervek szerint, a kutatás hangsúlya az A) és B) tulajdonságokra és az 5., 8. és 9. funkciókra helyeződik.

3.2. A smartinternet-ökoszisztéma modellje

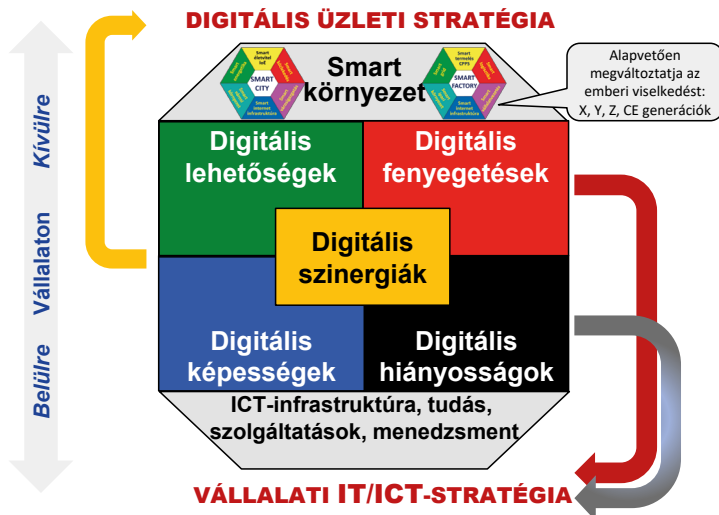
Amint az 1.1.3. szakaszban tárgyaltuk, a *World Economic Forum* 2007-ben fogalmazta meg, hogy a távközlés, az informatika és a média digitális technológián alapuló konvergenciája (amit ezért digitális, néha TIM-konvergenciának neveznek) lényegi változásokat eredményez a gazdaságban és a társadalomban. Az ember és a digitális technológia közel kerülnek egymáshoz, mind jobban összefonódnak, és egy digitális ökoszisztéma (*digital ecosystem*) jön létre [WEF 2007]. Az élőlények és környezetük teljes kapcsolatrendszerére alkalmazott ökoszisztéma fogalmát az ökológiából átvéve esetünkben a digitális ökoszisztéma kölcsönösen hasznosan együtt élő, egymáshoz dinamikusan kapcsolódó összetevői:

- a felhasználók, a vállalatok, a közigazgatás és a civil társadalom, azaz a magán-, az üzleti, a köz- és a civil szféra, valamint
- a digitális interakciókat lehetővé tevő ICT/infokommunikációs infrastruktúra mint fizikai környezet.

A digitális ökoszisztéma 2015-re várható megvalósulásával számoltak. Mint láttuk, a jövőinternet-koncepciók realizálódtak, az internet technológiai fejlődésének irányai megerősödtek az elmúlt évek alatt, gondoljunk a szenzorok dinamikus fejlődésére, a tárgyak internetének előretörésére, az okosváros-koncepció megvalósulásában való meghatározó jelentőségükre. Az okos város (*smart city*) után kibontakozó másik átfogó, prominens alkalmazási terület a már említett okos gyár (*smart factory*), amely ugyancsak a szenzorok hadára és a tárgyak internetének technológiájára épít. A *smart factory* koncepció szerint a fizikai világ digitális leképezésével, a kiberfizikai rendszerek (*cyber-physical systems*) segítségével olyan integrált termelési rendszerek (CPPS) hozhatók létre, amelyek átfogják a teljes fejlesztési-gyártási-kereskedelmi folyamatot.

Mindennapjainkban internetalapú, gyors technológiai áttöréseket tapasztalunk. Egyes új termékek, szolgáltatások alapvetően megváltoztatják az emberi viselkedést, az üzleti folyamatokat, az életvitelt. A közösségi médiák révén kiszélesedett a tartalom-előállítók köre. Az adatalapúság, adatok gyűjtése, feldolgozása és az általuk vezérelt megoldások áthatják életünk minden területét. Az internetet mára nemcsak elfogadta a társadalom, hanem újabb és újabb igényeket támaszt vele szemben. *Digital age*-ről, digitális korról vagy internetkorról beszélünk. A vállalatok üzleti stratégiájában a digitalizálódás, az internet szerepe nem hagyható

figyelman kívül, sőt az elmúlt években váratlan üzleti bukások (Nokia, Kodak stb.) következtek be a digitális környezet hatásának alábecsülése miatt. Digitális megközelítésű üzleti stratégia szükséges, amely digitális megközelítésben szemléli a vállalat erősségeit és gyengeségeit, a lehetőségeket és veszélyeket, és a digitális szinergiák azonosítására és kiaknázására törekszik (3.2. ábra) [WELDON 2013].



3.2. ábra

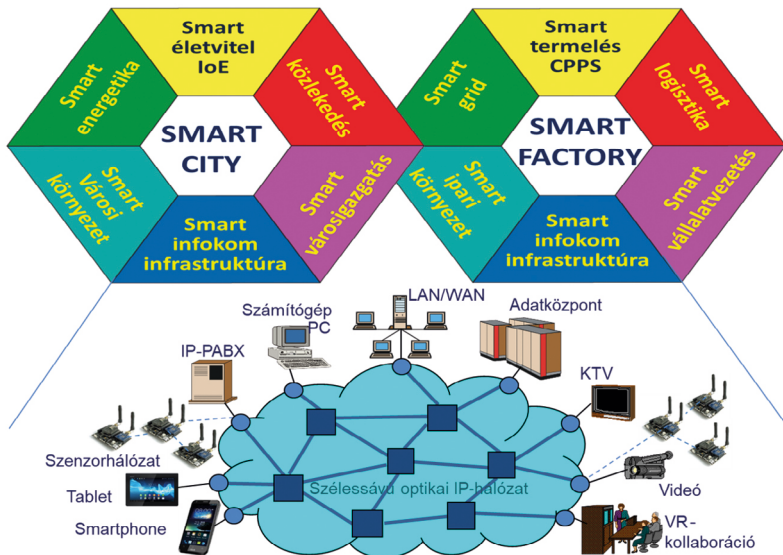
Digitális megközelítésű stratégia

Forrás: a szerző szerkesztése [WELDON 2013] alapján

A legfiatalabb, a 2010 után született *Cognitive Entity (CE)* vagy alfa generáció ebben az internetes világban nő fel, nekik már az okostelefon a természetes közegük [BARANYI-CSAPÓ–SALLAI 2015]. Ezért a digitális ökoszisztémát mindinkább *internet-ökoszisztémának* hívjuk, amely elnevezésben az internet szó a technológiát, a társadalmi beágyazottságot és a globális hálózatos megjelenést is kifejezi. Sőt a smartinternet-képességek tudatos kiaknázása folytán *smartinternet-ökoszisztémáról* is beszélhetünk.

A 3.3. ábra a smartinternet-ökoszisztéma vízióját tünteti fel, amelyben egy közös smart infokommunikációs infrastruktúrára prominens integrált alkalmazási körök épülnek, amelyekből jelenleg (2017) a *smart*

city és a *smart factory* azonosítható, amelyeket funkcionálisan megfeleltethető kulcsterületekkel reprezentálunk.



3.3. ábra

A smartinternet-ökoszisztéma modellje 2017

Forrás: a szerző saját szerkesztése

Irodalomjegyzék

- 5G PPP (2015): 5G Vision, February 2015. Elérhető: <https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2015/02/5G-Vision-Brochure-v1.pdf> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- AIOTI – Alliance for Internet of Things Innovation (2015). Elérhető: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/alliance-internet-things-innovation-aioti> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ALPCAN, T. – BAUCKHAGE, C. – KOTSOVINOS, E. (2007): Towards 3D Internet: Why, What, and How? *International Conference on Cyberworlds, CW'07*, 95–99.
- ANTONOPOULOS, A. – SAMDANIS, K. – VERIKOUKIS, CH. eds. (2015): Energy Efficient 5G Wireless Technologies. *Telecommunication Systems*, Vol. 59. No. 1, 1–187.
- ATOMIUM EUROPEAN INSTITUTE & REISEARCH SCIENTIFIC COMMITTEE (2017): *Citizen Engagement and Media Campaign on the Next Generation Internet – Analysis and Results of the launch of REIsearch 2.0*. 104, European Commission, Brussels, 2017.
- ATOMIUM EUROPEAN INSTITUTE (2017): *Next Generation Internet Summit. From the Internet of Things to the Internet of Humans*. European Parliament, Brussels, 6–7 June 2017.
- BAKONYI P. – CINKLER T. – CSOKNYAI T. – HANÁK P. – KOVÁCS K. – PRIKLER L. – ROHÁCS D. – SALLAI GY. (2016): *Smart City megoldások hat kulcsterületről*. Szerk.: SALLAI GY. 36. BME EIT kiadványa. Elérhető: http://smartpolis.eit.bme.hu/sites/default/files/dokumentumok/BME-EIT%20Smart_City%20megolda%CC%81sok%20hat%20kulcsteru%CC%88letro%CC%8B%202016%20A4.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- BAKONYI P. – SALLAI GY. szerk. (2014): *A Jövő Internet Nemzeti Kutatási Program eredményei*. FIRCC Jelentés 2014. 180. Debreceni Egyetem. (Angolul: Future Internet Research in Hungary. 128.

- BALLON, P. – WEISS, M. B. H. et al. eds. (2013): Cognitive Radio and Dynamic Spectrum Assignment. *Telecommunications Policy*, 83–240. Editorial: Regulation and Markets. 83–86. Vol. 37. No. 2–3. March/April 2013. Amsterdam, Elsevier.
- BARABÁSI, A-L. – NEWMAN, M. – WATTS, D. J. (2006): *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton Studies in Complexity. Princeton University Press, 2006.
- BARANYI P. – CSAPÓ A. (2012): Definition and Synergies of Cognitive Infocommunications. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 9. No. 1. 67–83.
- BARANYI P. – CSAPÓ A. – SALLAI GY. (2015): *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. Berlin, Springer. 219.
- BAYNES, G. (2015): *The Rise of Smart Urban Environments*. Elérhető: <http://foxlin.com/smart-urban-environments/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- BÍRÓ, J. (2010): Novel Equivalent Capacity Approximation through Asymptotic Loss Analysis. *Computer Communications*. Special issue for Heterogeneous Networks: Performance Analysis and Traffic Engineering. Vol. 33. No. 1. S152–S156.
- BORCOCI, E. (2015): Network Function Virtualization and Software Defined Networking Cooperation, Tutorial. *InfoSys 2015*. Conference, May 24–29, 2015, Rome. Elérhető: www.iaia.org/conferences2015/filesICNS15/InfoSys_2015_NFV_SDN_v2.1.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- BORSBOOM, J. – KALLAOS, J. – GINDROZ, B. et al. (2017): *Smart City Guidance Package for Integrated Planning and Management*. Intermediate version. 68. NTNU, Norge, June 2017.
- BUTTYÁN L. (2016): *IoT (in)security, (a pessimistic view on the Future Internet)*. 3. Magyar Jövő Internet Konferencia (MJIK 2016). MTA-SzTAKI, Budapest, 2016. november 10. Elérhető: www.hte.hu/documents/10180/2836425/3_4_Buttyan_Levente_MJIK2016.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- C2C – CRADLE-TO-CRADLE DESIGN (2017): Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Cradle-to-cradle_design (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- CECED (2017): A website about circular economy, 10. Oct. 2017. Elérhető: www.homeappliancesworld.com/2017/10/10/ceced-a-website-about-circular-economy/ (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- CERF, V. G. (2009): The Day the Internet Age Began. *Nature*, Vol. 461. No. 7268. 1202–1203.

- CHIARIGLIONE, L. – SZABÓ Cs. A. (2014): *Multimedia Communications: Technologies, Services, Perspectives*. Part I. Technologies and Delivery Systems, Vol. 6. No. 2. 27–39. June 2014. Part II. Applications, Services and Future Directions, Vol. 6. No. 4. 51–59. *Infocommunications Journal*, HTE.
- CINKLER T. – SIMON Cs. et al. (2016): 5G hálózatok architektúrája. Magyar Jövő Internet Konferencia 2015, különszám. *Híradástechnika*, 71. évf. 1. sz. 40–46.
- CIRCULAR ECONOMY (2017): Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_economy (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- CITYPULSE (2016): Real-Time IoT Stream Processing and Large-scale Data Analytics for Smart City Applications. FP-7 Contract Number: CNECT-ICT-609035, September, 2013 – August, 2016. Elérhető: www.ict-citypulse.eu (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- CLOUDNET 2014 (3rd IEEE International Conference on Cloud Networking), Oct. 8–10, 2014. Luxembourg.
- COGINFOCOM 2010 (1st International Conf. on Cognitive Infocommunications), 29 Nov. – 1 Dec. 2010, Tokyo, Japan.
- COGINFOCOM 2012 (3rd IEEE International Conf. on Cognitive Infocommunications), 2–5 Dec. 2012, Kosice, Slovakia.
- COGINFOCOM 2013 (4th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications), Dec 2–6, 2013, Budapest, *CogInfoCom 2013: Workshop on Future Internet Science and Engineering*.
- COGINFOCOM 2015 (6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications), Okt. 19–21, 2015, Győr.
- COGINFOCOM 2016 (7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications), Oct. 16–18, 2016, Wrocław. Elérhető: www.coginfocom.hu/conference/CogInfoCom16/ (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- COGINFOCOM 2017 (8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications), Sept. 11–14, 2017, Debrecen. Elérhető: www.coginfocom.hu/conference/CogInfoCom17/ (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- COHEN, B. (2015): *The Smartest Cities in the World 2015: Methodology*. Elérhető: www.fastcoexist.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- CSAPÓ A. – BARANYI P. (2010): An Interaction-Based Model for Auditory Substitution of Tactile Percepts. *14th IEEE Int. Conference on Intelligent Engineering Systems* (INES 2010). Paper 5483833. 271–276. Las Palmas, Spain, 5–7 May 2010.

- DARAS, P. – ALVAREZ, F. (2009): A Future Perspective on the 3D Media Internet. In TSELENTIS, G. et al eds.: *Towards the Future Internet – A European Research Perspective*. Amsterdam–Berlin–Tokyo–Washington DC, IOS Press. 303–312.
- DEAKIN, M. (2013): *Smart Cities: Governing, Modelling and Analyzing the Transition*. Taylor and Francis.
- DO, V. T. – CHAKKA, R. – SZTRIK, J. (2013): Spectral Expansion Solution Methodology for QBD-M Processes and Applications in Future Internet Engineering. In NGUYEN N. T. – DO V. T. – HOAI A. T. eds.: *Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering*. Genova, Springer-Verlag. 131–142.
- ECFI (2014): 1st European Conference on the Future Internet. *Future Internet PPP*, Brussels, April 2–3, 2014. Elérhető: www.ecfi.eu/brussels2014/ (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ELMAGHRABY, A. S. – LOSAVIO, M. M. (2014): Cyber security challenges in Smart Cities: Safety, security and privacy. *Journal of Advanced Research*, Vol. 5. No. 4. July 2014. 491–497. Elérhető: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123214000290 (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ERICSSON (2016): *Networked Society City Index 2016 Edition*. Elérhető: www.ericsson.com/assets/local/networked-society/reports/city-index/2016-networked-society-city-index.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ETSI (2012): *Network Functions Virtualisation: An Introduction, Benefits, Enablers, Challenges & Call for Action*, October 2012. Elérhető: http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EU 2016/679 rendelet (2016): Általános adatvédelmi rendelet a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről. 2016. április 27.
- EU 5G PPP – THE 5G INFRASTRUCTURE PUBLIC-PRIVATE-PARTNERSHIP (2017). Elérhető: www.5g-ppp.eu (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EURESCOM MESSAGE (2015): *Smart Cities. Eurescom message*. Ed.: GUPTA, M. Winter issue, 18.
- EUROPEAN COMMISSION (1997): *Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and Implications for Regulation. Towards an Information Society Approach*. 3 Dec. 1997, COM (1997) 623.

- EUROPEAN COMMISSION (2015): *Nature-based solutions and re-naturing cities*. Final report of Horizon 2020 expert group, 2015. 71. Elérhető: <http://bookshop.europa.eu/en/towards-an-eu-research-and-innovation-policy-agenda-for-nature-based-solutions-re-naturing-cities-pbKI0215162/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION (2017): *2020 Climate & Energy Package*. Elérhető: http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_en.htm (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION, EINS (2013): *International Conference on Internet Science*. EINS project, the FP7 European Network of Excellence in Internet Science, Brussels, April 9–11, 2013. Elérhető: http://internetscienceconference.files.wordpress.com/2013/04/internet_science_conference_proceedings.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION, EINS (2015): *2nd International Conference on Internet Science. Societies, Governance, Innovation*. EINS project, the FP7 European Network of Excellence in Internet Science. Brussels, May 27–29, 2015. Elérhető: <http://internetscienceconference.eu/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION, ENVIRONMENT (2017): European Circular Economy Stakeholder Platform. *Circular Economy*. Elérhető: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION, EUROPE2020 (2010): *Europe 2020: a strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. COM(2010) 2020 final. Brussels, 3. March. 2010. 34. Elérhető: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION, HORIZON2020 (2013): *The Framework Programme for Research and Innovation. Work Programme (2014–2020)* 5.i. Leadership in enabling and industrial technologies: Information and Communication Technologies. Annex 6 to Decision. Brussels, Dec. 2013. 107. (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.) Elérhető: http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/work-programmes/information_and_communication_technologies_draft_work_programme.pdf
- EUROPEAN COMMISSION, NETWORKED MEDIA (2010): *Future Media Networks – Research Challenges 2010*. Future Media Networks Cluster of Networked Media Systems. FP7 projects.

- EUROPEAN COMMISSION, SCC (2015): *The European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities*. Elérhető: <http://ec.europa.eu/eip/smartcities/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- EUROPEAN COMMISSION, SETIS (2017): European Initiative on Smart Cities. <https://setis.ec.europa.eu/set-plan-implementation/technology-roadmaps/european-initiative-smart-cities> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- FALUDI G. – GRAD-GYENGE A. (2012): A cloud-computing-alapú szolgáltatások szerzői jogi megítéléséről. *Infokommunikáció és jog*. No. 50. (IX. évf. 3. szám) 2012. június. 105–108.
- FETTWEIS, G. P. (2014): The Tactile Internet – Applications & Challenges. *IEEE Trans on Vehicular Technology Magazine*. Vol. 9. Issue 1. March 2014. 64–70.
- FIA – FUTURE INTERNET ASSEMBLY (2010): *Towards the Future Internet – Emerging Trends from European Research*. Valencia, 15–16 April 2010. TSELENTIS, G. et al. eds. Amsterdam, IOS Press.
- FIA – FUTURE INTERNET ASSEMBLY (2011): *The Future Internet – Achievements and Technological Promises*. Budapest, 17–19 May 2011. DOMINIGUE, J. et al. eds. Heidelberg, Springer.
- FIA – FUTURE INTERNET ASSEMBLY (2012): *The Future Internet – From Promises to Reality*. Aalborg, 9–11 May 2012. ALVAREZ, F. et al. eds. Heidelberg, Springer.
- FIA – FUTURE INTERNET ASSEMBLY (2013): *The Future Internet – Validated Results and New Horizons*. Dublin, 8–10 May 2013, Edited by GALIS, A. – GAVRAS, A. Springer, Heidelberg.
- FIWARE (2015). Fiware Catalogue. Elérhető: <https://catalogue.fiware.org/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- FÖLDESI, P. – BOTZHEIM, J. (2012): Computational method for corrective mechanism of cognitive decision-making biases. *CogInfoCom 2012*, Kosice, Slovakia, 2012. 211–215.
- FROST – SULLIVAN (2011): Strategic Opportunity Analysis of the Global Smart City Market, Megatrends. Elérhető: www.egr.msu.edu/~aesc310-web/resources/SmartCities/Smart%20City%20Market%20Report%202.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- GALAMBOS, P. – WEIDIG, C. – BARANYI, P. et al. (2012): VirCA NET: A Case Study for Collaboration in Shared Virtual Space. *CogInfoCom 2012*, Kosice, Slovakia, 2012, No. 42. 273–277.

- GARTNER INC. (2015): *Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor*. Stamford, Connecticut, USA, August 18, 2015. Elérhető: www.gartner.com/newsroom/id/3114217 (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- GARTNER INC. (2017): *Gartner Hype Cycle 2017: Artificial intelligence at peak hype, blockchain heads for disillusionment, but say hello to 5G*. CityAM August 17, 2017. Elérhető: www.cityam.com/270451/gartner-hype-cycle-2017-artificial-intelligence-peak-hype
- GARZO, A. – BENCZUR, A. A. – SIDLO, C.I. et al. (2013): *Real-time Streaming Mobility Analytics*. 2013 *IEEE International Conf. on Big Data*. 6–9 Oct. 2013. 697–702. Silicon Valley, California, USA.
- GEISLER, K. (2013): *The Relationship Between Smart Grids and Smart Cities*. *IEEE SmartGrid Newsletter*, May 2013. Elérhető: <http://smartgrid.ieee.org/resources?catid=0&id=223> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- GÓDOR I. – HÖLLER, J. (2016): *Trends in Smart City infrastructures*. Magyar Jövő Internet Konferencia 2015, különszám. *Híradástechnika*, 71. évf. 1. sz. 22–28.
- GULYÁS A. – BÍRÓ J. – KÖRÖSI A. – RÉTVÁRI G. – D. KRIOUKOV (2015): *Navigable Networks as Nash Equilibria of Navigation Games*. *Nature Communications*, Vol. 6. No. 7651. 10.
- HAJDU A. – HAJDU L. – JÓNÁS Á. et al. (2013): *Generalizing the majority voting scheme to spatially constrained voting*. *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 22. No. 11. 4182–4194.
- HALASKA G. (2017): *AR és VR: ilyen lesz a jövő – vagy ez már a jelen?* *Digital Hungary*, 2017. október 10. Elérhető: www.digitalhungary.hu/e-volution/AR-es-VR-ilyen-lesz-a-jovo-vagy-ez-mar-a-jelen/5041/ (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- HENTEN, A. – SAMARAJIVA, R. – MELODY, W. H. (2003): *Designing Next Generation Telecom Regulation: ICT Convergence or Multisector Utility?* *Lirne.net. Report on the WDR Dialogue Theme*. Elérhető: www.regulateonline.org (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- IBM (2017): *Smarter Cities, New cognitive approaches to long-standing challenges*. Elérhető: www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/ (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- IEEE Smart Cities Technical Community (2017). Elérhető: <http://smartcities.ieee.org/about> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- IETF (1993). *RFC 1498: On the Naming and Binding of Network Destinations*.

- IMT-2020 PROMOTION GROUP (2015): *White Paper on 5G Wireless Technology Architecture*, May 2015. Elérhető: www.imt-2020.cn/en/documents/download/63 (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- IPv6 (2017): Elérhető: <https://hu.wikipedia.org/wiki/IPv6> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITSC (2015): IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems, 15–18 Sept 2015. Las Palmas de Gran Canaria, Spain. Elérhető: <http://programme.exordo.com/itsc2015/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITU – INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (1994): *Convergence and Regulation. Volume of Trends in Telecommunication Reform*, Geneva.
- ITU-R: RECOMMENDATION M.2083 (2015): *IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond*. Geneva Sept. 2015. Elérhető: www.itu.int/rec/R-REC-M.2083-0-201509-I (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITU-R: REPORT M.2290 (2013): *Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT*. Geneva, Dec. 2013. Elérhető: www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2290-2014-PDF-E.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITU-T Y.SUP 33 (2016): *Smart Sustainable Cities – Master Plan*. Supplement 33 to the Y-series Recommendations (Y.4000–Y.4999. Internet of things and smart cities and communities). Geneva, 26 Jan. 2016. Elérhető: www.itu.int/rec/T-REC-Y.Sup33-201601-I/en (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITU-T Y.SUP 39 (2015): *Key performance indicators definitions for smart sustainable cities*. Supplement 39 to Recommendations ITU-T Y.4900 Series. Geneva, 23. 10. 2015. Elérhető: www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=12977 (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITU-T: RECOMMENDATION Y.2060/Y.4000 (2012): *Overview of the Internet of Things*.
- ITU-T: RECOMMENDATION Y.3001 (2011): *Future Network Vision – Objectives and Design Goals*. Geneva. Elérhető: www.itu.int/rec/T-REC-Y.3001-201105-I/en (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ITU-T: RECOMMENDATION Y.3011 (2012): *Framework of Network Virtualization for Future Networks*. Geneva.
- ITU-T: RECOMMENDATION Y.3021 (2012): *Framework of Energy Saving for Future Networks*. Geneva.
- ITU-T: RECOMMENDATION Y.3031 (2012): *Identification Framework in Future Networks*. Geneva.
- KISS A. (2013): A privátszférát erősítő technológiák. *Infokommunikáció és jog*, 10. évf. 3. sz. 113–119.

- KOVÁCS, K. – BAKONYI, P. (2016): Future Internet and Smart Cities, avagy a jövő internete és az okos városok. Magyar Jövő Internet Konferencia 2015 különszám. *Híradástechnika*, 71. évf. 1. sz. 15–21.
- KRÄMER, J. (2016): From Net Neutrality to Data Neutrality: Challenges of Market Power Assessment in Digital Market. *27th European Regional Conference of International Telecommunication Society (ITS)*. 7–9 Sept. 2016. Cambridge, UK.
- KREUTZ, D. – RAMOS, F. M. V. et al. (2015): Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. *Proceedings of the IEEE*, 2015 Jan. Elérhető: <http://arxiv.org/abs/1406.0440> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- LEE, E. A. – SESHIA, S. A. (2011): *Introduction to Embedded Systems – A Cyber-Physical Systems Approach*. Elérhető: <http://LeeSeshia.org> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- LEWIS, T. G. (2009): *Network Science: Theory and Applications*. Wiley, March 11, 2009.
- LIAN, S. – GRITZALIS, S. eds. (2015): Innovations in Emerging Multimedia Communication Systems. *Telecommunication Systems*, Vol. 59. No. 3. 289–413. July 2015. Springer.
- LIU, Y. L. ed. (2013): Convergence in the Digital Age. *Telecommunications Policy*, 611–685. Editorial 611–614. Vol. 37. No. 8. Sept. 2013. Amsterdam, Elsevier.
- LYNCH, P. – HAUGH, M. – KURTZ, L. – ZETO, J. (2014): *Demystifying NFV in Carrier Networks: a Definitive Guide to Successful Migrations*. Ixia, 1st edition. Elérhető: www.ixiacom.com/sites/default/files/resources/whitepaper/demystifying_nfv_in_carrier_networks_a_definitive_guide_to_successful_migrations.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- MATERA, F. – LISTANTI, M. – PIÓRO, M. eds. (2016): Recent trends in network planning to decrease the CAPEX/OPEX cost. *Telecommunication Systems*, Vol. 61. No. 2. Feb. 2016. 205–347.
- MATSUBARA, D. – EGAWA, T. et al. (2013): Open the Way to Future Networks – A Viewpoint Framework from ITU-T. *Future Internet Assembly 2013: Validated Results and New Horizons*. Springer, Heidelberg. 27–38.
- MAXWHERE STORE (2017): *MaxWhere Office – Ultimate Collaboration, Seminar & Presentation Spaces, Education & Special Contents*. MISTEMS Ltd. 2016–2017. Elérhető: <https://store.maxwhere.com/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)

- MEER, H. D. – HUMMEL, K. A. – BASMADJIAN, R. eds. (2012): Future Internet services and architectures: trends and visions. *Telecommunication Systems*, Vol. 51. No. 4. Dec. 2012. 219–303.
- MONOSTORI L. (2014): Cyber-physical Production Systems: Roots, Expectations and R&D Challenges. *Procedia CIRP*, Volume 17, 2014. 9–13.
- MONOSTORI L. – KÁDÁR B. et al. (2016): Cyber-physical systems in manufacturing. *CIRP Annals*, Vol. 65. No. 2. 621–641. Amsterdam, Elsevier.
- MUELLER, M. – BOHLIN, E. eds. (2012): Global Internet Governance Research and Public Policy Challenges for the Next Decade. *Telecommunications Policy*. 449–501. Editorial 449–450. Vol. 36. No. 6. July 2012. Elsevier, Amsterdam.
- NETWORLD2020 EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM (2014): *5G – Challenges, Research Priorities, and Recommendations*. Joint White Paper. 45. September 2014. Elérhető: <http://networld2020.eu/wp-content/uploads/2015/01/Joint-Whitepaper-V12-clean-after-consultation.pdf> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- NGUYEN, K. K. – CHERIET, M. – LEMAY, M. – et al. (2011): Renewable Energy Provisioning for ICT Services in a Future Internet. *Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises*. Heidelberg, Springer. 419–429.
- NISHINAGA, N. (2010): NICT New-Generation Network Vision and Five Network Targets. *IEICE Trans. on Communications*, Vol. E93-B. No. 3. 446–449. March 2010.
- NORMANDEAU, K. (2013): Beyond Volume, Variety and Velocity is the Issue of Big Data Veracity. *Inside BigData*, Sept. 12, 2013. Elérhető: <https://insidebigdata.com/2013/09/12/beyond-volume-variety-velocity-issue-big-data-veracity/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- OECD (2011): *Guide to Measuring the Information Society, 2011*. 206.
- ONF – OPEN NETWORKING FOUNDATION (2013): Software-Defined Networking: The New Norm for Networks. *ONF White Paper*, April 13, 2012. Elérhető: www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- ONF – OPEN NETWORKING FOUNDATION (2014): OpenFlow-enabled SDN and Network Functions Virtualization. *ONF Solution Brief*, February 17, 2014. Elérhető: www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/solution-briefs/sb-sdn-nvf-solution.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)

- PAPADIMITRIOU, D. – ZAHARIADIS, T. et al. (2012): Design Principles for the Future Internet Architecture. *Future Internet Assembly 2012: From Promises to Reality*. Heidelberg, Springer. 55–67.
- PATARICZA A. (2017): Blockchain Technologies (in and for Smart Cities and Government). Előadás a 4. *Magyar Jövő Internet Konferencián*. BME, Budapest, 2017. november 8–9. Elérhető: www.hte.hu/documents/10180/4050550/2_2_MJIK2017_Pataricza.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- PATEL, S. T. – NITAL, H. M. (2015): A survey: Lightweight cryptography in WSN. *IEEE International Conference on Communication Networks (ICCN)*. 11–15.
- PETKOVICS Á. – SIMON V. – GÓDOR I. – BÖRÖCZ B. (2015): Crowdsensing Solutions in Smart Cities towards a Networked Society. *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*. Oct. 2015.
- PREKOPCSÁK, Z. – MAKRAI, G. – HENK, T. – GÁSPÁR-PAPANÉK, Cs. (2011): Radoop: Analyzing Big Data with RapidMiner and Hadoop. *RCOMM 2011: RapidMiner Community Meeting and Conference*. Dublin, 8–9 June 2011. 1–12.
- RODGER, L. (2016): Smart City Standards – an Overview; June 23, 2016. Elérhető: <http://urbanopus.net/smart-city-standards-an-overview/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SALES, B. – DARMOIS, E. et al. (2012): A Systematic Approach for Closing the Research to Standardization Gap. *Future Internet Assembly 2012: From Promises to Reality*. Heidelberg, Springer. 18–29.
- SALLAI GY. – ABOS I. (2007): A távközlés, információ- és médiatechnológia konvergenciája. *Magyar Tudomány*, 168. évf. 7. sz. 844–851.
- SALLAI GY. (2007): Converging Information, Communication and Media Technologies. In BANSE, G. – GRUNWALD, A. – HRONSZKY, I. – NELSON, G. eds.: *Assessing Societal Implications of Converging Technological Development*. Berlin, Sigma. 25–43.
- SALLAI GY. (2012): Defining Infocommunications and Related Terms. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 9. No. 6. 5–15.
- SALLAI GY. (2013): Chapters of Future Internet Research. *CogInfoCom 2013*. Paper 27. 161–166. Track on Chapters of the Future Internet Science and Engineering. Dec 2–6, 2013, Budapest.
- SALLAI GY. (2014): Future Internet Visions and Research Clusters. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 11. No. 7. 5–24.

- SALLAI GY. (2016): A jövő internet kutatás célkitűzései és területei. Magyar Jövő Internet Konferencia 2015, különszám. *Híradástechnika*, 71. évf. 1. sz. 3–14.
- SALLAI GY. szerk. (2016): Magyar Jövő Internet Konferencia 2015 – „Smart City a célkeresztben”, különszám. *Híradástechnika*, 71. évf. 1. sz. 1–64.
- SALLAI GY. szerk. (2018): *Az okos város (Smart City)*. Budapest, Dialóg Campus. 250. Elérhető: https://akfi-dl.uni-nke.hu/pdf_kiadvanyok/Web_PDF_Smart_City.pdf (A letöltés dátuma: 2018. 12. 21.)
- SALLAI GY. – SCHREINER W. – SZTRIK J. eds. (2014): Special Issue on Future Internet. Part I. and II. *Infocommunications Journal*, HTE, Vol. 6. No. 4.
- SCHOLL, H. – SCHOLL, M. (2014): Smart Governance – A Roadmap for Research and Practice. *iConference 2014 Proceedings*, 163–176. Elérhető: www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/47408/060_ready.pdf?sequence=2 (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SHANE H. (2016): *ITU-T Study Group 20: Internet of things and smart cities and communities*. Dec. 2016, Bangkok. Elérhető: www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2016/Dec-2016-IoT/IoTtraining/ITU-T%20SG20%20Introduction.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SHARP, T. – KESKIN, C. et al. (2015): Accurate, Robust, and Flexible Real-time Hand Tracking. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3633–3642. ACM. April 2015.
- SHENKER, S. (2011): The Future of Networking and the Past of Protocols. *Open Networking Summit*. October 17–19, 2011. Stanford University, California, USA. Elérhető: <http://opennetsummit.org/archives/oct11/shenker-tue.pdf> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SMART CITIES COUNCIL (2017). Elérhető: <http://smartcitiescouncil.com/> (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SMART CITY (2017). Elérhető: https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SMART CITY EXPO & WORLD CONGRESS (2017). Elérhető: www.smartcityexpo.com/en/ 14–16 November 2017, Fira Barcelona, Spain (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- SMARTPOLIS (2015): Future Smart City Developments, Deliverable D3.2, WP3: Investigation of the Future Smart City Concepts, Technologies and Systems. 118, Budapest, 2015.
- SMITH, IAN G. ed. (2012). The Internet of Things 2012. New Horizons. *IERC – Internet of Things European Research Cluster*, 3rd edition of the Cluster Book. 360. Halifax, UK, 2012. www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Cluster_Book_2012_WEB.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)

- STEVENSON, D. (1997): Information and Communications Technology in UK Schools, an Independent Inquiry. *The Independent ICT in Schools Commission*. London, UK.
- STRATOGIANNIS, D. – TSIROPOULOS, G. et al. eds. (2013): Mobile Computing and Networking Technologies. *Telecommunication Systems*, Vol. 52. No. 4, April 2013. 1714–2145.
- SZABÓ R. – FARKAS K. – ISPÁNY M. et al. (2013): Framework for Smart City Applications based on Participatory Sensing. *CogInfoCom 2013*. Budapest, 2013. Dec. 2–5. 295–300.
- SZŰCS, G. (2014): Index Picture Selection for Automatically Divided Video Segments. *International Journal of Computers*, Vol. 8. 183–192.
- TAPOLCAI, J. – HO, P-H. – BABARCZI, P. – RÓNYAI, L. (2014): On Signalling-Free Failure Dependent Restoration in All-Optical Mesh Networks. *IEEE/ACM Trans. on Networking*. Vol. 22. No. 4. Aug. 2014. 1067–1078.
- T-SYSTEMS (2016): *Smart City with Intelligent Solutions*. Elérhető: www.t-systems.hu/smartcity/smart-city-with-intelligent-solutions/smart-city-intelligent-solutions (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- VERMESAN, O. – FRIES, P. eds. (2011): *Internet of Things – Global Technological and Societal Trends*. Aalborg, River Publishers. 315.
- VERMESAN, O. – FRIES, P. eds. (2013): *Internet of Things – Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*. Aalborg, River Publishers. 363. Elérhető: www.internet-of-things-research.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- VIDA R. – FEHÉR G. (2016): Infrastrukturális vagy közösségi érzékelés az okos városokban? Magyar Jövő Internet Konferencia 2015, különszám. *Híradástechnika*, 71. évf. 1. sz. 47–51.
- WAINWRIGHT, N. – PAPANIKOLAOU, N. (2012): The FIA Research Roadmap, Priorities for Future Internet Research. *Future Internet Assembly 2012: From Promises to Reality*. Heidelberg, Springer. 1–5.
- WAJID, U. – MARÍN, C. A. – MEHANDJIEC, N. (2013): Optimizing Service Ecosystems in the Cloud. *The Future Internet – Future Internet Assembly 2013: Validated Results and New Horizons*. Heidelberg, Springer. 115–126.
- WELDON, Lee (2013): Lead and Transform your Enterprise into the Digital Age. *Gartner*, 2013. Előadás Budapesten, 2014. május 7.

- WGIG – WORKING GROUP ON INTERNET GOVERNANCE (2005): Internet governance, Report of WGIG, June 2005 4. *World Summit on the Information Society*. Elérhető: http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_governance (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- WIXTED, A. J. – KINNAIRD, P. et al. (2016): Evaluation of LoRa and LoRaWAN for wireless sensor networks. *IEEE Sensors 2016*, Orlando, October 2016.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2007): Digital Ecosystem – Convergence between IT, Telecoms, Media and Entertainment: Scenarios to 2015. *World Scenario Series, 2007*. Elérhető: http://www3.weforum.org/docs/WEF_DigitalEcosystem_Scenario2015_ExecutiveSummary_2010.pdf (Letöltés ideje: 2018. 10. 07.)
- WU, X. – ZHU, X. – WU, G. Q. – DING, W. (2014): Data Mining with Big Data. *IEEE Trans on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 26. No. 1. 97–107.
- YOONAI DHARMA S. et al. eds. (2014): Moving Forward with Future Technologies: Opening a Platform for All. *Telecommunications Policy*, 659–714. Editorial 659–661. Vol. 38. No. 8–9. Sept. 2014. Amsterdam, Elsevier.
- ZAHARIADIS, T. et al. (2010): Towards a Content-Centric Internet. In TSELENTIS, G. et al. eds.: *Future Internet Assembly 2010: Emerging Trends from European Research*. Amsterdam, IOS Press. 227–236.
- ZELLER, D. – OLSSON, M. et al. (2013): Sustainable Wireless Broadband Access to the Future Internet – The EARTH Project. *Future Internet Assembly 2013: Validated Results and New Horizons*. Heidelberg, Springer, 249–271.
- ZIEGLER, S. – CRETTAZ, C. et al. (2013): IoT6 – Moving to IPv6-based Future IoT. *Future Internet Assembly 2013: Validated Results and New Horizons*. Heidelberg, Springer, 161–172.

Vákát oldal

A Dialóg Campus Kiadó a Nemzeti Közszolgálati Egyetem
könyvkiadója.



Nordex Nonprofit Kft. – Dialóg Campus Kiadó
www.dialogcampus.hu
www.uni-nke.hu
1083 Budapest, Ludovika tér 2.
Telefon: (30) 426 6116
E-mail: kiado@uni-nke.hu

A kiadásért felel: Petró Ildikó ügyvezető
Felelős szerkesztő: Dalloul Zaynab
Olvasószerkesztő: Bíró Csilla
Korrektor: Sós Dóra Gabriella
Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla
Nyomdai kivitelezés: Pátria Nyomda Zrt.
Felelős vezető: Simon László vezérigazgató

ISBN 978-615-5945-02-1 (nyomtatott)
ISBN 978-615-5945-03-8 (elektronikus)
ISSN 2631-1259

Az okosváros-koncepció az internet elterjedése nélkül nem születhetett volna meg. Ugyanakkor az okos város gondolata és a városok „smartosodásának” elindulása serkentően hatott az internet-technológia fejlődésére. A Nemzeti Közszolgálati Egyetem és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem együttműködési megállapodásának keretében létrejött Okos város – okos közigazgatás kutatóműhely a közigazgatás/közszolgálatok szempontjából releváns technológiai irányokat és megoldásokat vizsgálja, amelyeket kismonográfiákban mutat be. Ebből a kötetből azt tudhatjuk meg, hogy mitől okos az okos város. Megismerhetjük az okos város koncepcióját, célkitűzéseit, alapelveit és kulcsterületeit, a megoldások közös, infokommunikációs hátterét és az internettechnológia fejlődésén alapuló perspektíváját. A könyv hasznos olvasmánya lehet mindazoknak, akik településük okos várossá válásán vagy a technológiai fejlődés mozgatórugóin gondolkodnak.

A kiadvány a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001
„A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés”
című projekt keretében jelent meg.

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE