

Az információgyűjtés új típusú kihívásai a mobil hírközlési hálózatok technológiai fejlődésének aspektusából

Bevezetés

Napjainkban a biztonsági környezet dinamikus változása, a technológiák intenzív fejlődése, valamint a rendelkezésre álló információk mennyiségének drasztikus növekedése az információgyűjtő szervezetek¹ vonatkozásában gyorsan alkalmazkodni képes, hatékony információszerző és -feldolgozó képességgel bíró szervezetrendszer követel meg. Az ellenőrzött információk legnagyobb hányada jelenleg valamely technikai eszközhöz, infokommunikációs rendszerhez kapcsolódik, ami alapján elengedhetetlen az információgyűjtő szervezetek technikai felderítő képességének folyamatos fejlesztése. Ezen képességek optimalizálása az adott társadalom kommunikációs szokásaihoz, valamint az adatátvitelhez alkalmazott technológiákhoz igazodik. Kovács Zoltán *Az infokommunikációs rendszerek nemzetbiztonsági kihívásai* című doktori disszertációja alapján a technikai információgyűjtő eszközökön, azaz a törvényes kommunikáció-ellenőrzés feladatrendszerén belül három fő csoport különböztethető meg.

Elhatárolható az adatszolgáltatás, amely a kommunikáció releváns metaadataihoz történő hozzájutást biztosítja; a második csoport a hírközlő eszközön folytatott kommunikáció-, közlemény-ellenőrzés, amely a kommunikáció tényleges tartalmához nyújt hozzáférést; továbbá megkülönböztethető a számítógépes „nyomozati” tevékenység, amely az infokommunikációs eszközökön, és a ma már jobbra IP-hálózaton fellelhető egyéb információkhoz biztosít hozzáférést a titkos információgyűjtésre jogosult szervek számára.² Jelen tanulmány a második csoport, a törvényes közlemény-ellenőrzés, azaz a *Lawful Interception*³ (LI) egyes eljárásai szempontjából kívánja vizsgálni a mobilhálózatok technológiai fejlődése során tapasztalható kihívásokat, ezen belül is azon eljárások tekintetében, amelyekhez szükséges a mobilhálózathoz történő közvetlen hozzáférés. A publikáció célja mélyebb betekintést nyújtani a hírközlés, azon belül is a mobil vezeték nélküli, földfelszíni hírközlési technológiák fejlődésével kapcsolatos információgyűjtő szempontú kihívásokba.

¹ A tanulmány során a jogszabályok alapján titkos információgyűjtés végrehajtására, valamint leplezett eszköz alkalmazására jogosult szervezetek értendők információgyűjtő szervezetek alatt.

² Kovács Zoltán: *Az infokommunikációs rendszerek nemzetbiztonsági kihívásai*. Budapest, NKE KMDI, 2015. 159.

³ Az információgyűjtés végrehajtására feljogosított szervezetek törvényes kommunikáció-ellenőrzési képessége.

Korábbi kutatásaim során⁴ megvizsgáltam a mobil vezeték nélküli, földfelszíni távközlés fejlődésének a tanulmány szempontjából releváns állomásait. A tanulmányban, a korábbi kutatási eredményekre építve, a mobil hírközléssel kapcsolatos trendek, tendenciák, a fejlődési stádiumok információgyűjtő aspektusú ismérvei, illetve ezek elemzéséből következő főbb prognosztizálható kihívások kerülnek ismertetésre. Fontos kiemelni, hogy a cikk a hálózati infrastruktúra fejlődésének oldaláról kívánja beazonosítani a kommunikáció-ellenőrzés főbb kihívásait, így nem tárgya a jogszabályi és a titkosítási protokollok kapcsán azonosítható információgyűjtő szempontú kihívások vizsgálata, természetesen azok relevanciájának és kiemelt jelentőségének vitatása nélkül.

A mobil vezeték nélküli hírközlési hálózatok fejlődésének, a vizsgálat szempontjából történő, rövid összefoglalása

Első lépésként ahhoz, hogy a törvényes közlemény-ellenőrzési eljárások kihívásait meg lehessen állapítani a mobil hírközlési hálózatok fejlődésével kapcsolatban, arra a kérdésre kell választ adni, hogy mely hírközlési technológiát fogják előnyben részesíteni az információgyűjtő szervezetek tevékenységével érintett felhasználók.⁵ Hiszen az ellenőrzési képesség fejlesztési irányait, amellyel kapcsolatban egyáltalán érdemes kihívásokat beazonosítani, elsődlegesen a felhasználók által a jövőben preferált kommunikációs technológiák vonatkozásában indokolt meghatározni. Tehát az egyes kommunikációs technológiákhoz és szolgáltatásokhoz köthető fogyasztói hajlandóság, attitűd várható növekedése mentén be kell azonosítani azon technológiákat és szolgáltatásokat, amelyek prognosztizálhatóan a legnagyobb piaci részesedéssel fognak rendelkezni a jövőben. Ehhez azonban szükséges a múltban és a jelenben végbemenő folyamatokat is elemezni, hiszen ezek tendenciális ismérvei alapján lehet következtetni a kommunikációs technológiák alkalmazásának jövőbeli trendjeire. Ezt az előzőekben ismertetett álláspontot az általam is elfogadott, azon gondolat támasztja alá, miszerint „*az adott technológiára épülő kommunikáció törvényes ellenőrzésének igénye a felhasználás ütemével arányosan nő*”⁶, kiegészítve azzal a megjegyzéssel, hogy a „*felhasználás üteme*” elsősorban az információgyűjtéssel érintett felhasználókra vonatkozik ez esetben.

A mobil vezeték nélküli hírközlés kialakulásával, fejlődésével foglalkozó korábbi kutatásaim alapján megállapítható, hogy a mobil hírközlési hálózatok a kezdeti analóg típusú, elektronikus jelátviteltől kezdve a digitális, GSM-alapú hangátvitelen és az internetalapú adatküldésen keresztül mára már képesek a rendkívül jó minőségű, valós idejű videofolyamok (*streamek*) megosztására is. Ezek a képességek a fejlődő IP-technológia által nyújtott lehetőségeknek, az adatátviteli sebesség folyamatos növekedésének és a válaszidő tized másodperc alá történő csökkenésének köszönhetőek. Az elemzés

⁴ Tóth Tamás: A mobilhálózatok technológiai fejlődéstörténete. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7. (2019), 4. 44–60.

⁵ A bűnügyi és nemzetbiztonsági szempontból releváns személyek, valamint a társadalom védett rétegei.

⁶ Kovács (2015) i. m. 138.

végrehajtásának megalapozása érdekében a releváns fejlődési stádiumokat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A mobil hírközlési technológia fejlődésének főbb állomásai és ismérvei

Jeltípus	Technológia	Megjelenés éve	Sávszélesség	Közlemény típusa
Analóg	1G	1980	9,6 kbit/s	hang
Digitális	2G (GSM)	1990	14,4 kbit/s – 236 kbit/s	hang, SMS, MMS
	3G	1998 (Mo.: 2001)	384 kbit/s – 14,4 Mbit/s	hang, SMS, MMS, internetes tartalom (fájl, szöveg, kép, hang, video [nem valós időben])
IP-alapú	4G/LTE	2010 ⁷ (Mo.: 2012)	10 Mbit/s – 326 Mbit/s	+ internetes tartalom + hang és élő videostream
	4G/VoLTE	2012 (Mo.: 2017)		+ hang és élő videostream
	5G	2018 (Mo.: 2019)	1 Gbit/s – 10 Gbit/s	+ rendkívül nagyméretű internetes tartalom

Forrás: Tóth (2019) i. m. alapján a szerző szerkesztése

A fenti táblázat segít szemléltetni a hálózati technológiák gyorsuló ütemű fejlődésének és az adatátviteli sebesség ugrásszerű növekedésének trendjét. Az 1G kezdetleges 9,6 kbit/s sávszélességéhez képest, mára már az 5G-technológia ennek több mint a 100 000-szeresét, azaz 1 Gbit/s-ot⁸ is képes elérni. A közleménytípusok szélesedő palettája is megfigyelhető a táblázat alapján. Míg az 1G-hálózat csak hangátvitelre volt alkalmas, addig a 2G-vel már megjelent a szöveges üzenet küldése, majd a 3G-technológia bevezetését követően az egyre nagyobb méretű internetes tartalom megosztásának lehetősége is. Látható az is, hogy Magyarországra a Földön elsőként kiépített (rész)rendszer megjelenést követő 1-3 éven belül érkezett meg az újabb generációs mobiltechnológia, azaz elmondható, hogy hazánk a hírközlési technológia élvonalában járt.

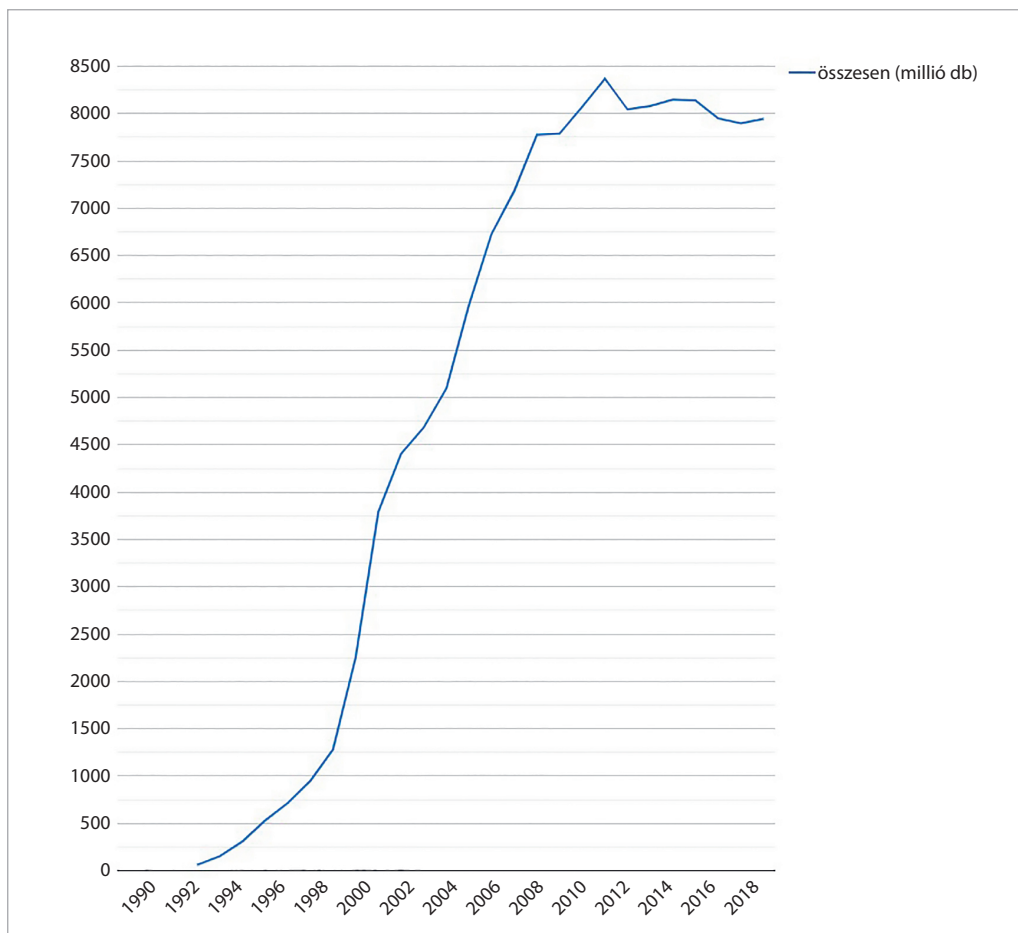
A mobiltelefon-hívások és a mobil internetes adatforgalom alakulása Magyarországon 1990-től napjainkig

Az 1. táblázat alapján látható, hogy a technológia fejlődésével drasztikus mértékben növekszik a mobilhálózatok sávszélessége is, amelyet a fogyasztói igények indukálnak. Ennek kapcsán érdemes megvizsgálni a mobiltelefon-hívások számadatait és a mobil adatforgalom alakulását, tehát azt, hogy a fogyasztók számára mely technológia bír nagyobb népszerűséggel a kommunikáció során. Így megállapíthatóvá válik, hogy a mobiltelefonálás, vagy az internetes adatforgalom ellenőrzésének irányába szükséges-e fejleszteni az információgyűjtő szervezetek képességeit nagyobb arányban. A két érték alakulásának összevetéséből leszűrhető, hogy a mobiltelefon-hívások és a mobil

⁷ A 4G/LTE technológia 2005-től már jelen van, azonban csak 2010-től terjedt el globálisan.

⁸ 1 Gbit/s = 1 000 000 kbit/s

internetalapú adatforgalom száma milyen viszonyban van egymáshoz képest Magyarországon. A hazai mobiltelefon-hívások száma a következő vonaldiagram szerint alakult 1990 és 2018 között.



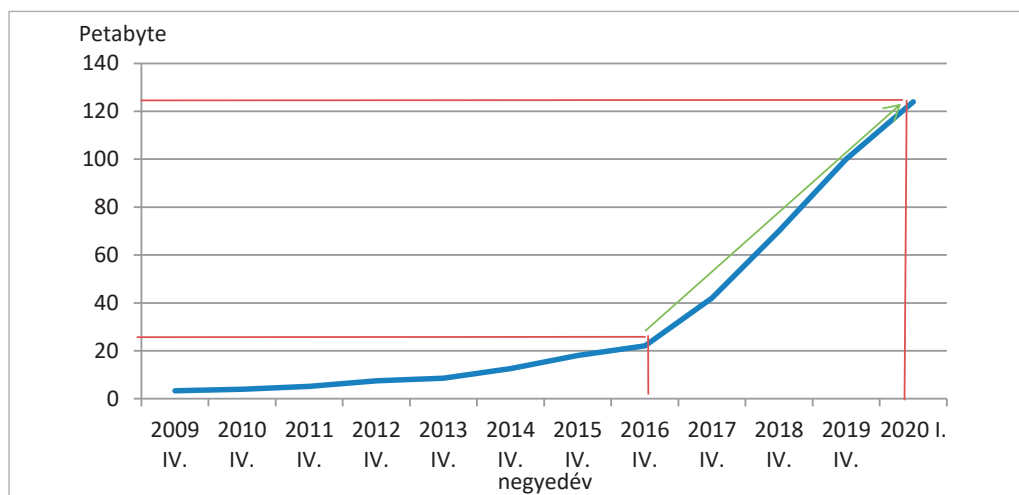
1. ábra: A mobiltelefon-hívások számának alakulása Magyarországon, 1990–2018

Forrás: Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság statisztikai adatbázisa alapján a szerző szerkesztése

Az 1. ábra vonaldiagramja alapján megállapítható, hogy a mobiltelefonálás magyarországi elterjedésétől kezdődően, azaz 1990-től egészen 2012-ig egy nagyon meredek görbén, rendkívül gyorsuló ütemben nőtt a hívások száma, ami 2012-ben megtorpant, átlagosan körülbelül 8,35 milliárd darab/év hívásnál. Ez az időpont megegyezik a 4G/LTE magyarországi bevezetésének kezdetével. 2013-ig csökkenő tendencia jellemzi a görbét, ezt követően stagnál a hívások száma, majd 2015 és 2016 között újabb kisebb mértékű csökkenés figyelhető meg, és 2016-ot követően a tendencia ismét stagnáló értéket mutat, átlagosan körülbelül 7,95 milliárd darab hívás környékén.

Az NMHH 2019 IV. negyedévében mért számadatai alapján azonban emelkedés figyelhető meg 2018. évhez képest a mobilhívások számának tekintetében. 2019. IV. negyedévből a mobilhálózatból indított hívások száma (2,0 milliárd darab) körülbelül 0,3%-os emelkedést mutatott 2018. IV. negyedévéhez képest, míg az előfizetők 2019-ben összesen körülbelül 8,0 milliárd mobilhívást indítottak. Ez a szám emelkedő tendenciát mutatott 2020 I. negyedévében is, miszerint a négy negyedév gördülő adatai alapján, 2019. II. negyedévtől 2020. I. negyedévig a mobilhívások száma 0,3%-kal, időtartamuk 3,2%-kal nőtt a 2018. II. negyedévtől 2019. I. negyedévig tartó időszakhoz mérten.⁹ A növekedésben többek között a koronavírus-járvány miatt ideiglenesen megváltozott társadalmi kapcsolattartási szokások is szerepet játszhattak.

A mobilhálózati adatforgalom 2009 I. és 2020 I. negyedéve között, azaz 10 éves időszakban, Magyarországon a következő statisztikai táblázat alapján alakult.



2. ábra: A belföldi mobilhálózat adatforgalma 2009. IV. – 2020. I. negyedév között

Forrás: www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/tav/tav21203.pdf; www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/tav/tav1503.pdf; www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/tavkint/20201/index.html alapján a szerző szerkesztése

A 2. ábra alapján látható, hogy 2009 I. negyedéve és 2020 I. negyedéve között Magyarországon a mobilhálózati adatforgalom – körülbelül 2,4 Pbyte-ról 124 Pbyte-ra¹⁰ – körülbelül 51,7-szeresére növekedett, amely tendenciát figyelembe véve a jövőben ez a mutató várhatóan exponenciálisan tovább fog nőni. A görbe növekedésének üteme 2016 közepétől ugrott meg jelentős mértékben, ekkor a mobilhálózati adatforgalom egységnyi idő alatt többszörösére emelkedett az előző időszakhoz képest. Ezt követően a növekedés üteme folyamatosan gyorsuló tendenciát mutat. (Magyarországon 2017-től már a 4G/VoLTE szolgáltatás is igénybe vehető volt a lakossági felhasználók számára.)

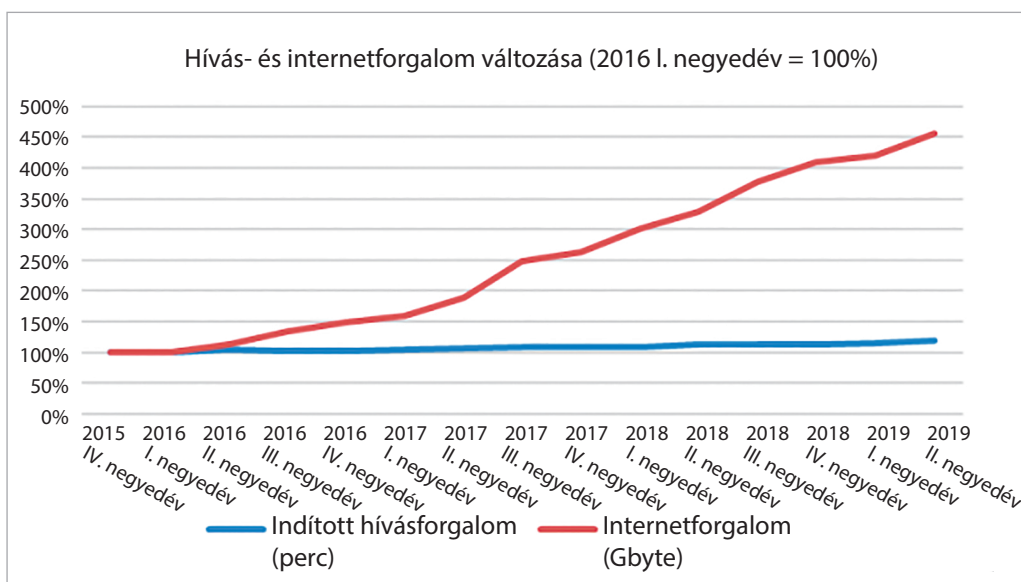
⁹ Lásd: www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_onp008a.html

¹⁰ Pbyte: Petabyte; 1 Petabyte = 1 048 576 Gigabyte.

2019-ben a mobilhálózatok adatforgalma meghaladta a 368 Pbyte-ot, ami 54%-os növekedést mutat az előző évi összesített záró értékhez képest.¹¹

Magyarországon 2020. I. negyedév végén az aktív SIM-kártyák száma 12,6 millió darab volt, 3,8%-kal több a 2019. I. negyedévinél (az előfizetések száma tartalmazza az M2M-kártyák¹² számát is). A mobil-előfizetéseken belül a havi díjas előfizetések száma 6,5%-kal meghaladta az előző évit. A feltöltő SIM-kártyás előfizetések¹³ száma egy év alatt 75 000 darabbal csökkent, az üzletágban tapasztalható visszaesés 9 éve tart. A folyamatosan csökkenő tendenciában jelentős szerepet játszik az elektronikus hírközlésről szóló 2003. évi C. törvény (Eht.) 129. § (2)–(2c) bekezdéseinek 2017. január 1-től hatályos módosítása, miszerint az előre fizetett díjú előfizetői mobiltelefon-szolgáltatás igénybevétele során szükséges az előfizető személyes adatainak egyeztetése, a törvényben meghatározott módon.¹⁴

A felhasználók által hasznosított technológiák alkalmazásának összehasonlítása érdekében érdemes közös diagramba foglalni a mobiltelefon-hívások időtartalmát és a mobil internetes adatforgalom mennyiségének alakulását is, amelyek változását százalékban megadott tengelyen célszerű szemléltetni.



3. ábra: Hívás- és mobil adatforgalom változása Magyarországon 2015 IV. és 2019 II. negyedéve között (2016 I. = 100%)

Forrás: Kollár Péter: 3G kivezetés – Egy újabb lépés a mobil hálózatok modernizációja felé. Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, 2019. 5. alapján a szerző szerkesztése

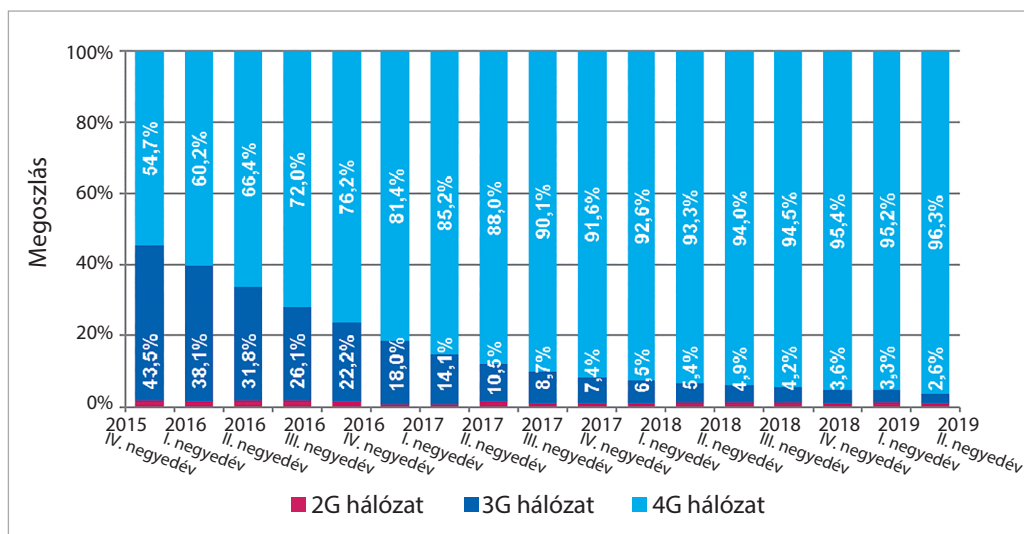
¹¹ Lásd: www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/tavkint/20194/index.html

¹² Machine-to-Machine: emberi beavatkozás nélkül létrejövő eszközök közötti, gép-gép adatkommunikáció.

¹³ Előre fizetett díjú előfizetői mobiltelefon-szolgáltatás.

¹⁴ Lásd: www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/tavkint/20201/index.html

A 3. ábra alapján látható, hogy ha a mobiltelefon-hívások száma stagnálásának és az adatforgalom ugrásszerű növekedésének időpontját, azaz a 2016-ban mérhető mennyiségeket vesszük 100%-nak – tehát kiindulási alapnak –, akkor az NMHH által mért adatok alapján a magyarországi mobil adatforgalom 2016 és 2019 között körülbelül a 45-szeresére növekedett. Míg ezen időszak alatt a mobil hívások számában (az 1. ábra alapján), azaz a hívásforgalom volumenében stagnálás figyelhető meg, illetve csak elenyésző ütemben produkál növekedést. Tehát a fenti statisztikai adatok alapján megállapítható, hogy a mobil internetalapú kommunikáció volumene rendkívül gyorsuló ütemben növekszik, a hagyományos mobiltelefon-hívások használatának stagnálása mellett. A növekedési görbe pedig 2017-et, a 4G/VoLTE hazai bevezetését követően válik még meredekebbé. A kimagaslóan gyorsuló ütemű hazai adatforgalom növekedése okán szükséges megvizsgálni az adatforgalmat bonyolító technológiák piaci részesedésének alakulását is, az előzőekben már rögzített 2016-os időszaktól kezdődően, hiszen ettől kezdve gyorsul fel a növekedés robbanásszerűen. A vizsgált időszakban Magyarországon a legnépszerűbb technológiák a 2G, a 3G és a 4G, amelyek piaci részesedésének százalékos arányát és azok változását a következő diagram tartalmazza.



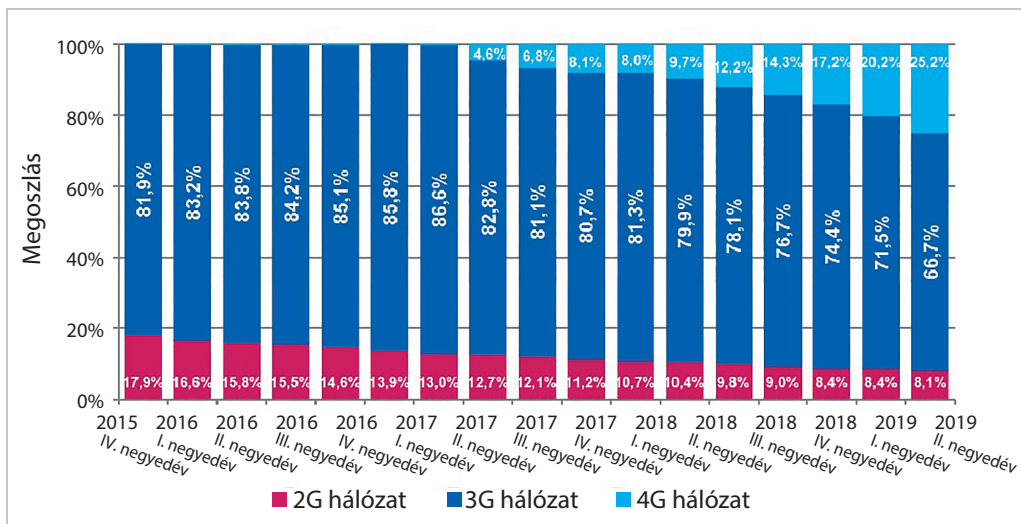
4. ábra: A mobil adatforgalom megoszlásának alakulása hálózattípus szerint, Magyarország, 2015–2019

Forrás: A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság mobilpiaci jelentése, 2015. IV. – 2019. IV. NMHH, 2020. 20. alapján a szerző szerkesztése

Az 4. ábra alapján látható, hogy az alkalmazott hálózati technológia szemszögéből 2016 I. és 2019 IV. negyedéve között a mobilhálózatok adatforgalmának régebbi, 2G- és 3G-technológia piaci alkalmazása körülbelül 45%-ról kevesebb, mint 3%-ra esett vissza, tehát a piaci részesedésük körülbelül 90%-kal redukálódott 3,5 év alatt. Ezzel szemben az újabb, nagyobb sáv szélességet és alacsonyabb válaszidőt biztosító 4G-hálózat az összes mobilhálózati adatforgalomnak már több mint a 96%-át tette ki. A 4G-technológia piaci részesedésének növekedése az adatforgalom megoszlásának

tekintetében körülbelül 60%-ra tehető 3,5 év alatt. Tapasztalható, hogy az újabb technológia piaci részesedése folyamatosan növekszik, a korábbi technológiák piaci kiszorítása mellett. Kiemelendő, hogy a fenti ábra az adott időszakban mért teljes adatfoglalmon belüli arányokat mutatja csupán, ám az egyes negyedévek adatforgalmának növekedését nem (2019. III.: 100 Pbyte; 2019. IV.: 110 Pbyte; 2020. I.: 124 Pbyte). Ha ezt is figyelembe vesszük, akkor a 4G-technológia dominanciája még kiugróbban mutatható be.

Ez a tendencia természetesen magában hordozza a 4G-képes készülékek és eszközök állományának növekedését, a 4G-hálózati lefedettség bővülését, így a 4G mobilinternet-szolgáltatás fokozódó igénybevételét is, ami a 4G-hálózatra csatlakozott SIM-kártyák arányának folyamatos növekedésében is megnyilvánul, természetesen az előfizetők számának bővülése mellett. A 4. ábra azt mutatja, hogy az összes mobil adatforgalom mekkora része köthető az egyes technológiákhoz, amelyben szerepelnek például a böngészési adatok is. Azonban a mobiltelefon-hívások ellenőrzése szempontjából az e célra igénybe vett hálózati technológiák megoszlása bír relevanciával. A belföldön bonyolított hívásforgalom megoszlását hálózattípusok szerint a következő diagram hivatott szemléltetni.



5. ábra: A belföldön indított hívásforgalom megoszlásának alakulása hálózattípus szerint, Magyarország, 2015–2019

Forrás: A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság mobilpiaci jelentése... (2020) i. m. 13. alapján a szerző szerkesztése

Az adatforgalom 4G-hálózati túlsúlyával szemben az 5. ábra alapján látható, hogy ugyan a 4G-technológia a mobiltelefon-hívásoknál használt hálózatok piaci részesedésében is növekvő ütemű kiszorító hatással bír, azonban 2019 IV. negyedévében az összes hálózati felhasználás 25,2%-át tudja magáénak, a 3G-technológia 66,7%-os piaci részesedése mellett. Tehát a mobiltelefon-hívások 2/3 része 3G-alapú hálózaton ment végbe 2019 IV. negyedévében. Mióta a 4G/VoLTE szolgáltatás Magyarországon 2017-ben bevezetésre került, az első negyedévben 4,6%-os piaci részesedést produkált, amely 2,5 év

alatt 25,2%-ra nőtt, azaz a növekedés 20,6%-os volt. Ez időszak alatt a 3G-hálózaton bonyolított hívásforgalom 82,8%-ról 66,7%-ra esett vissza, tehát a piaci részesedésből való csökkenés e tekintetben 16,1%-os volt. 2018-ban a 4G-hálózaton végbemenő hanghívások viszonyában 5,4%-os volt a növekedés, míg 2019. évben a technológia piaci részesedése 13%-os volt. Tehát látható, hogy 2019-ben a növekedési ráta a 4G-hálózaton végbemenő hangkommunikáció tekintetében közel 2,5-szerződött az előző évhez képest.

A fejezetben szereplő egyes részkövetkeztetések alapján megállapítható az a tendencia, hogy a mobil vezeték nélküli hírközlési hálózatokon folytatott kommunikáció a nem internetalapú hangkommunikáció stagnáló szintje mellett a mobil internetes adatforgalomra tolódik át. Amellett, hogy az újabb technológiák piaci részesedése lesz a döntő a mobil-előfizetések szempontjából is. Tehát a felhasználók – így az információgyűjtő szervezetek tevékenységével érintettek köre is – az internetalapú kommunikációt fogja főként igénybe venni. A sávzélesség növekedésének köszönhetően az online tartalmak szélesebb körű elérése már biztosítottá vált, ami csak fokozódni fog, így az OTT¹⁵-szolgáltatások a telekommunikációs piac egy jelentős hányadát fogják lefedni. A felhasználók az OTT-alkalmazásokat, a multimédiás tartalmak megosztása mellett, egyre inkább igénybe veszik a hang- és szöveges kommunikáció lebonyolítása érdekében is. Az előzőekben ismertetett, nyilvánosan is elérhető, releváns hazai statisztikai adatok alapján megállapítható, hogy az internetalapú infokommunikációs felületek ellenőrzése kulcskérdésként azonosítható a mobil vezeték nélküli hálózatokon végbemenő kommunikációs tartalmak ellenőrzésének optimális, jövőbeli biztosítása szempontjából.

Egyes mobilkommunikációs jellemzők nemzetközi kitekintés alapján

Az 5. ábra diagramja azért is figyelemre méltó, mert szemlélteti az új technológiák piaci kizorító hatását a régiekkel szemben. Ha a vizsgált időszakot nézzük, akkor látható, hogy 2016 I. és 2017 II. negyedéve között a 3G-alapú mobilhívások részesedése folyamatosan bővült, míg a 2G-szolgáltatásé pedig csökkent. Majd 2017 III. negyedétől kezdődően, amikor a 4G VoLTE-szolgáltatás elérhetővé vált a magyar felhasználók számára is, a 2G piaci részesedésének csökkenése mellett az addig növekvő volumenű 3G-szolgáltatás részesedése is csökkenni kezdett, a 4G folyamatos bővülés mellett. Ez a jelenség a távközlésben a kevésbé használt technológiák kivezetését eredményezi a piacról, amelynek már bekövetkezett és várható üteme nemzetközi szinten, néhány ország tekintetében a következők alapján alakul.

¹⁵ Over the Top – Egy olyan alkalmazás vagy szolgáltatás, amely lehetővé teszi egy tartalom elérését az interneten keresztül, kikerülve a hagyományos terjesztést. Ilyenek lehetnek például a kommunikációs szolgáltatások (mint például a Skype, Gmail, Messenger); az egyéb alkalmazásszolgáltatások (mint például a Facebook, LinkedIn, Twitter); valamint a tartalomszolgáltatások (mint például a Netflix, YouTube).

2. táblázat: A 2G- és 3G-hálózatok kivezetésének éve/várható éve néhány ország viszonylatában

Ország	Hálózat típusa	Lekapcsolás éve/ várható éve
Ausztrália	2G	2016
Amerikai Egyesült Államok	2G	2017
Norvégia	3G	2018
India	3G	2019
Amerikai Egyesült Államok	3G	2022
Egyesült Királyság	3G	2022
Ausztrália	3G	2022

Forrás: Sági Gyöngyi: Napirenden a hazai 3G hálózatok lekapcsolása. *Digitrend-i*, 2020. január 17. alapján a szerző szerkesztése

Magyarországon jelenleg egyeztetések zajlanak a hazai 2G- és 3G-hálózatokat üzemeltető mobilszolgáltatók és az NMHH között a kivezetés lehetséges üteméről, amely várható időpontja a 2G tekintetében 2022 lehet. Ekkor járnak le ugyanis a régebbi technológiákat kiszolgáló 900–1800 MHz-es frekvenciasávok hasznosíthatóságára vonatkozó tenderek. A spektrumok újratárgyalásánál már a kivezetés szempontjait is figyelembe fogják venni. A jövőben, az elavuló hálózatok kivezetése felé közeledve, a régebbi készülékek számára a 2G- és 3G-hálózatokon a hangkommunikáció biztosított lesz, de ezen készülékek mobil internetes adatforgalmat már nem fognak tudni lebonyolítani. Természetesen az új technológiaképes eszközök nagyszámú elterjedése is elengedhetetlen a régebbi technológiák kivezetéséhez.¹⁶ 2022-re várhatóan a hazai mobil adatforgalom túlnyomó része 4G-alapú lesz, a többi eszköz kiszolgálására pedig tartalék technológiaként a 2G fog szolgálni. A 2G 2025-ig mindenképpen hasznosulni fog, de a 3G-nek rövidebb életet jósol a szakember. Az IoT¹⁷-eszközök kommunikációjának szempontjából van igazán jelentősége a 2G- és 3G-hálózatoknak, ugyanis ezen eszközök, végberendezések az ember beavatkozása nélkül, úgynevezett M2M-szolgáltatáson¹⁸ alapuló kommunikációt valósítanak meg egymással, azaz az ICT¹⁹-eszközök úgy kommunikálnak egymással, hogy az nem igényel emberi beavatkozást. Az M2M-szolgáltatást igénybe vevő IoT-piac egyik legnagyobb hajtóereje jelenleg a gépjárműipar (automatizált gyártás; hálózatba kötött gépjárművek). Az M2M-eszközök egy része már egy ideje a mobilhálózatokon működik, mint például az okosmérők, a riasztórendszerek, vagy a legtöbb pénztárgép, amelyek adatforgalom-képes SIM-kártyát alkalmaznak.²⁰ Ezek jelentős része még nincs felkészítve az új, nagyobb sáv szélességet és alacsonyabb válaszidőt biztosító adatátviteli technológiákra (4G, 5G), így a régebbi (2G-, 3G-) technológiák kivezetése – a hangkommunikáció szempontjából elenyésző részesedésüket is figyelembe véve – még várat magára.

A mobil kommunikációs technológiák piaci részesedésének tekintetében is szükséges nemzetközi kitekintést tenni a globális folyamatok megfigyelése érdekében,

¹⁶ Sági (2020) i. m.

¹⁷ *Internet of Things* (dolgok internete): M2M-kommunikációt megvalósító, hálózatba kötött eszközök.

¹⁸ Az ICT-eszközök gép-gép kommunikációja.

¹⁹ *Information and Communications Technology* – Információs és kommunikációs technológiák.

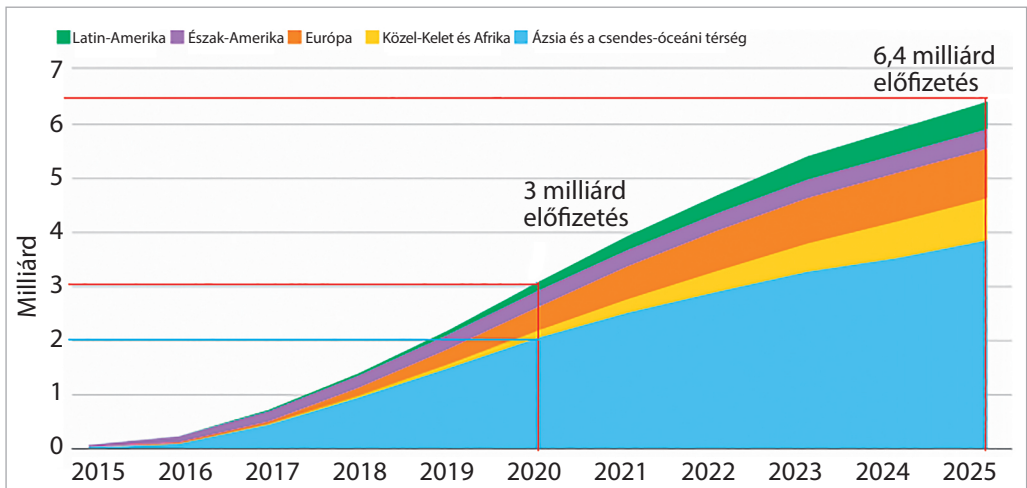
²⁰ Sági Gyöngyi: Mi lesz, ha lekapcsolják a 2G-s és 3G-s hálózatokat? *BitPort*, 2016. július 25.

amelyekből a hazai várható tendenciákra is lehet következtetni. Az Analysys Mason egy korábbi, 10 évvel ezelőtti előrejelzése²¹ alapján a délkelet-ázsiai és óceániai régió néhány fejlett országának, tartományának vonatkozásában (Ausztrália, Dél-Korea, Hongkong, Szingapúr) 2010 és 2020 között megállapítható, hogy a vizsgált délkelet-ázsiai és óceániai régióban szintén ugyanaz tapasztalható, mint a magyarországi környezetben. A 4G/LTE mobiltechnológia régiós megjelenésétől kezdve, amely 2010-re tehető, gyorsuló ütemben szorította ki a piacról az addig növekedést mutató 3G-technológiát. A vizsgált régióban 2020-ra a 4G részesedése a teljes piac 84%-át teszi ki, míg a 3G-hálózatoké körülbelül 75%-ról 8 év alatt 16%-ra csökkent, azaz körülbelül 80%-ot esett a 2012-t megelőző maximumához képest, a 2G szinte teljes kiszorítása mellett.

Magyarországon a 4G/VoLTE mobil hangszolgáltatás 2017-ben vette kezdetét, és az 5. ábra alapján látható, hogy ugyanazon ismérvekkel jellemezhető folyamatgörbét mutat a piaci részesedésének aránya, mint a 2012-es bevezetését követően a vizsgált délkelet-ázsiai és óceániai régióban. A régióban 2012 és 2013 között – azaz 2 év alatt – a 4G piaci részesedés körülbelül +20%-os volt, míg a 3G körülbelül -15%-ot produkált. Magyarország viszonylatában látható, hogy a 2017. III. és 2019. II. negyedév között – szintén 2 év alatt – a 4G-technológia körülbelül +17%-ot, míg a 3G-technológia -12%-ot produkált a piaci részesedése kapcsán, a mobil-előfizetések tekintetében. Tehát ha ezt a tendenciát vesszük figyelembe, akkor úgy lenne becsülhető, hogy Magyarországon a mobil-előfizetések körülbelül 50%-a 2021–2022-re 4G-alapú lesz, mivel a vizsgált régióban is körülbelül 4-5 év kellett az 50%-os arányhoz. A technológiai fejlődés nélkül 2026–2027-re a hazai elfizetések 80%–90%-a lenne 4G-alapú, a 3G-alapú hívások 10%–20% közötti redukálódása mellett. Természetesen ezt a becslést befolyásolni fogja az 5G-technológia 2020-tól kezdődő hazai piacra lépésének üteme, a hálózatfejlesztés kivételezése, illetve az 5G-képes ICT-eszközök elterjedése. Az már most is látható, hogy a generációváltások a mobil hírközlésben egyre kevesebb idő alatt fognak megtörténni.

A további tudományos következtetések levonása érdekében azonban szükséges megvizsgálni, hogy 5 évre visszamenőleg világszinten hogyan alakult, és a becslések alapján 2025-ig hogyan fog alakulni a 4G/VoLTE hálózati részesedése, az Ericsson 2020. júliusi mobilitási jelentése alapján.

²¹ Harsh Upadhyay: Mobile services in developed Asia-Pacific: trends and forecasts 2015–2020. Analysys Mason Limited, 2020. 15.



6. ábra: 4G/VoLTE előfizetések számának alakulása régióként

Forrás: Patrik Cerwall (szerk.): *Ericsson Mobility Report*. Ericsson, 2020. 16. alapján a szerző szerkesztése

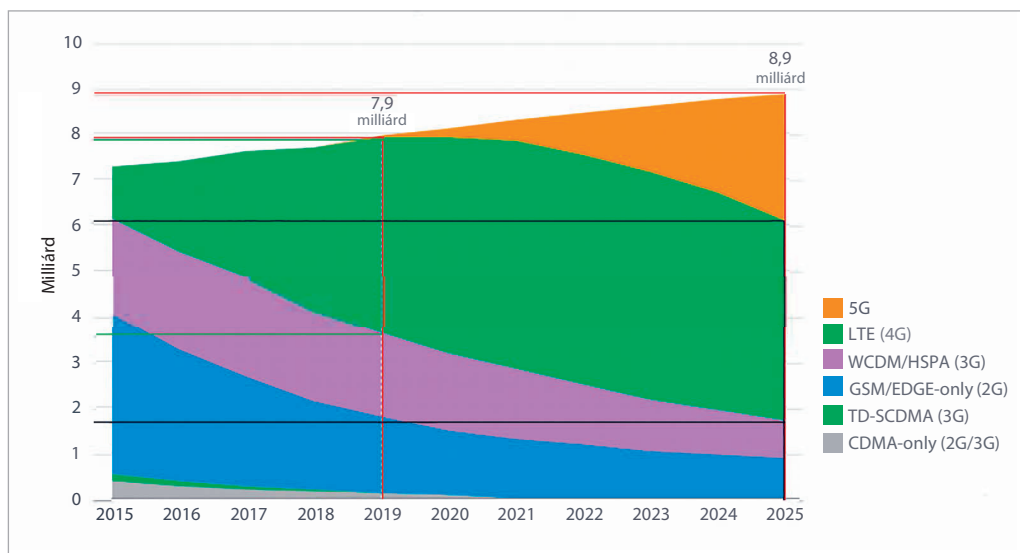
A 6. ábra alapján látható, hogy nemzetközi szinten a 4G/VoLTE-előfizetések száma 2020 végére körülbelül 3 milliárdot fog produkálni, amely a következő 5 éves időszakban várhatóan 2,14-szeres emelkedést fog mutatni, tehát a görbe lassuló növekedését jósolják a szakértők. Az ábra alapján megállapítható az is, hogy a 2020. évi 3 milliárdos előfizetői szám közel 1/3 részét, azaz 66,67%-át az ázsiai és csendes-óceáni térség produkálja, ami azt jelenti, hogy világszinten 2 milliárd 4G/VoLTE-előfizetés lesz az ázsiai piac részesedése 2020 végére. Ez az arány 2025-ig várhatóan valamivel csökken, az ázsiai és csendes-óceáni régió 3,8 milliárd előfizetői számot fog produkálni a világszintű 6,4 milliárdból, ami a teljes piaci szegmentum 60%-a, tehát a tendencia lassan csökkenő lesz. Európában a 2020. évi körülbelül 0,5 milliárd előfizetés 5 év alatt közel a duplájára, körülbelül 1 milliárd előfizetésre fog nőni az előrejelzések szerint. A világ többi régiójában is a növekedés lesz megfigyelhető. Tehát az ázsiai és csendes-óceáni régió csökkenő ütemével szemben a világ többi részén növekedő tendenciát mutat majd a 4G/VoLTE internetes hangkommunikáció piaci részesedése.

A fejezetben szereplő egyes következtetések alapján megállapítható az a tendencia, hogy a mobil vezeték nélküli hírközlési hálózatokon folytatott kommunikáció a nem internetalapú hangkommunikáció stagnáló szintje mellett, a mobil internetes adatforgalomra fog áttolódni. Amellett, hogy az újabb technológiák piaci részesedése lesz a döntő a mobil-előfizetések szempontjából is. Tehát a felhasználók többsége, így az információgyűjtő szervezetek tevékenységével érintettek köre is, az internetalapú kommunikációt fogja igénybe venni javarészt. A sáv szélesség növekedésének köszönhetően, az online tartalmak szélesebb körű elérése már biztosítottá vált, ami csak fokozódni fog, így az OTT-szolgáltatások a telekommunikációs piac egy jelentős hányadát fogják lefedni. A felhasználók az OTT-alkalmazásokat, a multimédiás tartalmak megosztása mellett, egyre inkább igénybe veszik a hang- és szöveges kommunikáció lebonyolítása érdekében is. Az előzőekben ismertetett, nyilvánosan is elérhető, releváns hazai statisztikai adatok

alapján megállapítható, hogy az internetalapú infokommunikációs felületek ellenőrzése kulcskérdésként azonosítható a mobil vezeték nélküli hírközlési hálózatokon végbemenő kommunikációs tartalmak ellenőrzésének optimális, jövőbeli biztosítása szempontjából.

Az 5G technológia²² várható hatása a mobil hírközlési technológiák piaci részesedésére, ezáltal a törvényes kommunikáció-ellenőrzés jövőjére

Prognosztizálható, hogy az új technológia, azaz az 5G elterjedése kezdetben várhatóan gyorsabb lesz a 4G/LTE-technológiánál. Az előrejelzések szerint az 5G piaci részesedése a piacra vezetését követő 3 év alatt, azaz 2021-re el fogja érni a körülbelül 0,5 milliárd előfizetői számot világszerte. Ezt a számot a 4G-szolgáltatás 5 év alatt produkálta. A 0,5 milliárd előfizetés elérését követően nagyjából megegyezik a két technológia keresleti növekedésének üteme, azaz évente körülbelül 0,5 milliárd többlet várható a bevezetéstől számított 7 éves időintervallumban,²³ ezt követően csökkenő növekedést mutat a görbe. A fentiek alapján levonható az a következtetés, hogy az 5G piaci népszerűsége a 0,5 milliárd előfizetői szám eléréséig körülbelül 1,7-szer lesz nagyobb a 4G-nél. Érdekes megvizsgálni világszinten a mobil-előfizetések száma várható megoszlásának arányát a főbb technológiáinként, amelyből komplex kép írható le a globális mobil hírközlési piac várható ismérveiről, prognosztizálható előfizetői trendjeiről.



7. ábra: A mobil-előfizetések várható megoszlása technológiáinként világszinten, 2015 és 2025 között

Forrás: Cerwall (2020) i. m. 10. alapján a szerző szerkesztése

²² A fejezetben értékelt statisztikai adatokban nem szerepelnek az IoT-eszközök M2M-adatkapcsolatai.

²³ Cerwall (2020) i. m. 11.

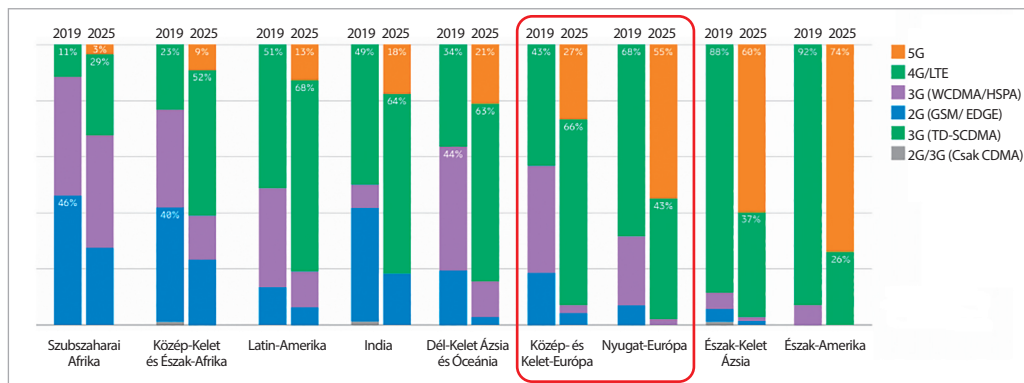
A 7. ábra alapján megállapítható, hogy 2019 és 2025 között várhatóan 1 milliárddal fog nőni világviszonylatban a mobil-előfizetések száma, ami növekvő tendencia az előző azonos időszakhoz képest. Ennek magyarázatául a már korábban említett 5G-technológia gyorsabb elterjedésének üteme szolgál a 4G-hez képest. Látható, hogy a 4G piaci részesedése a 2019-es nyitó és a 2025-ös záró időpontban várhatóan nagyjából azonos eredményt fog mutatni, 4,3 milliárd mobil-előfizetéssel. Az 5G-technológia globális piaci részesedése várhatóan 2020-ra el fogja érni a körülbelül 190 milliót, amely 2025-ig 2,8 milliárdra duzzadhat. Tehát míg 2019-ben az összes mobil-előfizetés 54%-a 4G-s volt, addig 2025-re várhatóan az azonos előfizetési számok mellett a 4G piaci részesedése 48%-ra fog csökkenni, míg az 5G mobil-előfizetések száma várhatóan 31% pontot fog mutatni 2025-ben. A 2G- és 3G-technológiák kivezetése kapcsán folyamatosan csökkenő az előfizetések száma 2015 és 2025 között. Ami viszont rendkívül lényeges, hogy 2025-re világszinten várhatóan a 4G/LTE-mobil-előfizetések számának 2019. évvel azonos szintje, azaz 4,3 milliárd mellett, a 8. ábra alapján, a 4G/VoLTE-előfizetések száma majdnem meg fog háromszorozódni (2019: 2,2 milliárd; 2025: 6,4 milliárd). Természetesen a mobiltechnológiák piaci részesedésének arányát jelentősen befolyásolni fogják az 5G-hálózatok kiépítésének tervezett ütemétől való eltérések. Sajtóinformációk szerint ennek egyik jelentős befolyásolója például a SARS-Co V-2 vírustörzs okozta világjárvány, amely következtében Európában számos, az 5G-technológia által hasznosítani kívánt spektrumaukcio kiírása vagy eredményének kihirdetése jelentősen csúszik.²⁴ További befolyásoló tényező lehet az 5G-hálózatokhoz szükséges ICT-eszközök gyártásában nemzetközi piacvezetőnek számító kínai vállalatokkal szembeni szankciók és bizalmatlanság kérdése, valamint a technológiával kapcsolatos negatív sajtókampányok.²⁵

Ahhoz, hogy a kelet-európai, így a magyar törvényes kommunikáció-ellenőrzés szempontjából is releváns következtetéseket lehessen levonni a mobil hírközlési technológiák elterjedése kapcsán, szükséges megvizsgálni az egyes mobil hírközlési technológiák piaci megoszlásának százalékos mértékét egyes régióként 2019-ben, és várható megoszlásának mértékét 2025-ben, amelyet a következő ábra kíván szemléltetni.

A 8. ábra alapján látható, hogy 2019. évben Európa vonatkozásában, a mobil kommunikáció törvényes ellenőrzésének lehetősége, amennyiben a jogosult szervezetek Lawful Interception képessége ki volt építve 2G-, 3G- és 4G-technológia tekintetében, biztosított volt. A fenti előrejelzés alapján Európa az újabb mobil hírközlési technológiák hasznosulása szempontjából továbbra is megosztott lesz. Közép- és Kelet-Európában a 4G-s mobil-előfizetések száma a 2019. évi 43%-ról 2025-ben 66%-ra fog nőni, míg Nyugat-Európában a 2019. évi 68%-ról 2025-ben 43%-ra fog csökkenni, tehát a 4G mobil technológia piaci részesedésének aránya megfordul 6 év alatt a két európai régióban. Az 5G-technológia a mobil-előfizetések vonatkozásában 2025-ben Közép- és Kelet-Európában 27%-ot fog produkálni a várhatóságok szerint, míg Nyugat-Európában ez a szám 55% lesz. Az 5G mobil hírközlési technológia hasznosulásának vonatkozásában Kelet- és Nyugat-Európa között már korábban a 4G elterjedése során megfigyelhető tendencia lesz prognosztizálható.

²⁴ Jamie Davies: COVID–19 puts year of 5G on hold. *Telecoms.com*, 2020. április 1.

²⁵ Koi Tamás: Villámgyorsan elveszitheti Nagy-Britanniát a Huawei. *HWSW*, 2020. július 6.



8. ábra: A mobil-előfizetések megoszlása 2019-ben és 2025-ben régióként és technológiáként

Forrás: Cerwall (2020) i. m. 12. alapján a szerző szerkesztése

Abban az esetben, ha kizárólag a mobil hírközlési technológia oldaláról vizsgáljuk a törvényes kommunikáció-ellenőrzés lehetőségeit a jövőben, a fentiek alapján levonható az a következtetés, hogy a következő 5 éves periódusban a jelenlegi technológiákon (2G, 3G és 4G) alapuló LI-képesség a közép- és kelet-európai országokban az 5G térnyerése okán ugyan csökkenő hatékonysággal, de továbbra is jelentős arányban biztosított lenne fejlesztés nélkül is. Kelet- és Közép-Európában a 4G – mint piacvezető technológia – elterjedése tovább fog nőni, az 5G piaci részesedésének bővülése mellett, a 2G és 3G fokozatos kiszorításával. A mobiltechnológiák teljes társadalom szintjén történő hasznosulásának szempontjából igaz az LI fejlesztés nélküli hatékonyságára vonatkozó fenti következtetés, azonban a törvényes kommunikáció-ellenőrzési képesség által valóban lefedett arány csak az információgyűjtő szervezetek tevékenységével ténylegesen érintettek felhasználói szokásainak ismeretében, a prognosztizálható tendenciák megállapítását követően határozható meg pontosan. Természetesen a teljes társadalom szintjén az egyes mobiltechnológiák hasznosulásával kapcsolatban várható fenti százalékos értékek előrejelzik az információgyűjtő szervezetek tevékenységével érintett felhasználók várható szokásait is. Azonban véleményem szerint a bűnügyileg, valamint nemzetbiztonsági szempontból releváns személyek körében a legújabb technológiák trendiségének, gyorsabb adatátviteli sebességének, valamint a válaszidő csökkenésének okán, azok elterjedtsége hatványozottan lesz jelen.

A 8. ábra alapján megállapítható továbbá az a következtetés is, hogy a fejletlenebb régiókba csak jóval később jut el az új mobil hírközlési technológia. Minél fejletlenebb a régió, annál alacsonyabb lesz az új innovatív mobil hírközlési technológia piaci részesedése, ami azonban az ellenőrzési képesség szempontjából előny is lehet. Hiszen a fejlett régiók által fejlesztett, ott már bevált LI-technológiának a fejletlenebb országok információgyűjtésre jogosult szervezeteinél – akár együttműködés kialakítását követően – történő rendszerbe állításával, az ellenőrzési képesség számukra szintén biztosítottá válhat. Igazolható az az álláspont is, hogy a fejlett régiók vonatkozásában a mobil hírközlési technológia fejlődése kikényszeríti a törvényes kommunikáció-ellenőrzésre

jogosult szervezetek LI-képességének fejlesztését, hiszen csak így lesznek képesek teljeskörűen végrehajtani alaptevékenységüket. Fontos hangsúlyozni, hogy az LI-képesség fejlesztésének a mobil technológia elterjedésével legalább azonos ütemben – ha nem gyorsabban – kellene végbemennie, ami az új technológiák esetében folyamatosan gyorsuló ütemet fog megkövetelni, mint ahogy az a 3G és 4G, valamint a 4G és 5G közötti kezdeti elterjedés során is látható.

Konklúziók

A tanulmány elején elvégzett statisztikai adatok elemzése alapján prognosztizálható a normál mobiltelefon-hívások stagnáló szintje mellett a mobil adatforgalom exponenciális ütemű növekedése a jövőben. A hálózati technológiák piaci részesedése kapcsán látható mind az internetes adatforgalom, mind pedig a hanghívások tekintetében az újabb technológiák népszerűsége, amelyek a régebbi technológiák ellehetetlenüléséhez és kivezetéséhez vezetnek a mobil hírközlési piacon, a fejlett országok tekintetében. A fejletlenebb régiók vonatkozásában az új mobil hírközlési technológiák csak nagyon lassan és alacsonyabb arányban kerülnek hasznosításra. Az újabb mobiltechnológiák népszerűsége a sáv szélesség drasztikus növekedésének, a válaszidő rendkívüli csökkenésének, valamint a hálózatba kötött eszközök összekapcsolása által nyújtott fokozódó felhasználói élményeknek köszönhető. A jelenleg Magyarországon elérhető frekvenciasávokban az 5G-mobiltechnológiával elérhetővé válik az 1 Gbit/s sáv szélesség, azonban a milliméteres frekvenciatartományok hasznosítását követően ez a szám a 10–20 Gbit/s-ot is meg fogja közelíteni. Az 5G-hálózatok válaszideje 10-15 msec-ra fog redukálódni, de kiemelt lefedettség mellett akár 1 msec-ra is csökkenhet. A 4G/LTE jelenlegi maximális 326 Mbit/s-os sáv szélessége és a 25-30 msec-os válaszidejével szemben az 5G ismérvei szemléltetik a mobilhálózatokon megjelenő adatmennyiség drasztikus növekedésének lehetőségét. A nagy sáv szélesség és alacsony válaszidő megteremti a már jelenleg is forgalomban lévő IoT-eszközök hálózati kapcsolatának lehetőségét, így az M2M-kommunikáció forradalmasítását a robotika, okosszenzorok tekintetében. Az 5G-hálózatok elsődlegesen az IoT-eszközök számára teszik lehetővé a pontos és gyors döntések meghozatalához, az optimális vezérlési parancsok továbbításához szükséges hálózati környezetet, amelyekhez a 2G és 3G M2M szolgáltatásai túl alacsony adatátviteli lehetőségeket biztosítottak. Az 5G-hálózatot igénybe vevő aktív IoT-környezet, így az ipari automatizálás kialakulása is az mMTC²⁶-technológiának köszönhető. Az 5G-hálózatok négyzetkilométerenként akár egymillió eszközt is kiszolgálhatnak, a lehető legmagasabb minőségben, így az egyes szenzorok kommunikálhatnak majd egymással és a felhővel valós időben az 5G-hálózaton keresztül. Az 5G által nyújtott adatkommunikációs potenciál az OTT-tartalmak tekintetében is hatalmas lehetőségeket tartogat. A rendkívül

²⁶ Massive Machine Type Communications – Kiterjedt gépi kommunikáció, amelynek célja, hogy széles körű lefedettséget és mély beltéri áthatolást biztosítson több százezer IoT-eszköz számára négyzetkilométerenként. Az ipari automatizálás az 5G-re vár. *Magyar Elektronika*, 2019, március 11.

jó minőségű, 3D-s filmek, multimédiás tartalmak letöltése csupán 1–5 másodpercre redukálódik, és megnyílik a lehetőség a valós idejű, nagy felbontású 3D-s online videó-folyamok terjesztése előtt is. A fentiek alapján látható, hogy az 5G bevezetése nemcsak a mobilhírközlésre lesz hatással, mint a 3G vagy 4G, hanem lehetőséget teremt egy új, az ICT-eszközök által összekapcsolt információs dimenzió megteremtésére, ahol az emberek közötti kommunikáció túlsúlyát fel fogja váltani a gépek közötti adatkommunikáció. Az 5G – és az azt követő hálózati technológiák – meg fogják teremteni a kiterjesztett és a virtuális valóság alappilléreit. Fontos kiemelni, hogy az 5G-technológia elsősorban a gépek közötti adatkommunikáció igényeit hivatott kiszolgálni. Az emberek közötti kapcsolatok adattovábbítási igényét a már meglévő 4G messzemenőig ki tudja szolgálni. Véleményem szerint a lakossági igények befolyásolása és eltolása az 5G irányába elsősorban marketingkampány, amely a piaci hírközlési, mobil eszköz-forgalmazói társaságok profitmaximalizáló törekvéseként értékelhető.

A statisztikai adatok alapján megbecsülhető, hogy belföldön a teljes mobilkommunikáció szegmentumának 2025-ig várhatóan körülbelül $\frac{1}{4}$ -e lesz 5G-technológia alapú. Azonban a teljes mobilhálózat vonatkozásában a törvényes kommunikáció-ellenőrzés lehetőségeit az információgyűjtő szervezetek által érintettek mobiltechnológia-felhasználási arányának meghatározását követően lehet megfelelően prognosztizálni. A fentiek alapján megállapítható, hogy az 5G-technológia bevezetését követően rendkívül inhomogén fog válni a hálózati forgalom. A polgárok közötti kommunikáció mellett detektálható lesz például a 3D-s, 4K minőségű OTT-tartalmak, az önvezető autók, a robotika és a többi hálózatba kötött eszköz adatforgalma. Az 5G az inhomogén adatforgalmon túl egyben az előzőekben már említett többlet-adatforgalmat is eredményez, amelynek a továbbítása rendkívül alacsony időn belül megy végbe.

A törvényes kommunikáció-ellenőrző rendszereket elsősorban alkalmassá kell tenni a sávzélesség hatványozódása okán megjelenő drasztikusan megnőtt, ellenőrizendő adatmennyiség fogadására. Az adott hírközlési szolgáltató hiába tesz eleget az Eht. 92. § (1)–(6) bekezdései alapján az Eht. 188. § 1. pontjában foglaltaknak megfelelő alapkiépítésű monitoring alrendszer kiépítésének, ha az információgyűjtő szervezet LI-rendszere nem fogja tudni fogadni az ellenőrzésre átadott, megnőtt hálózati forgalmat. Az LI befogadó kapacitását indokolt az információgyűjtő szervezet által relevánsnak ítélt adatok mennyiségéhez igazítani. Például már az 5G-hálózati forgalomban megjelenő rendkívül inhomogén adattípusok közül is érdemes lehet kiszűrni az LI számára releváns közleménytípusokat, aminek érdekében intelligens monitoringrendszer kiépítésével lehet optimalizálható az ellenőrizendő adattípusok befogadása és szűrése LI oldalon. A valós idejű monitoring számára kihívást jelenthet a rendkívül alacsony válaszidő is, ami azt jelenti, hogy az LI-rendszernek nagyon rövid időn belül kell hatalmas mennyiségű adatot átvizsgálania. Összefoglalva tehát, az újabb mobiltechnológiák hálózati oldalon, véleményem szerint, e három fő területen (ellenőrizendő adatmennyiség drasztikus növekedése; inhomogén hálózati forgalom; minimális válaszidő) fogják a legjelentősebb kihívásokat okozni az információgyűjtő szervezetek törvényes kommunikáció-ellenőrzési képessége számára. A következtetések kapcsán ismét fontos kiemelni, hogy jelen tanulmány a hálózati infrastruktúra fejlődésének oldaláról kívánja beazonosítani

a kommunikáció-ellenőrzés főbb kihívásait, így nem tárgya a jogszabályi, a titkosítási protokollok, valamint az egyes közleménytípusok kapcsán azonosítható, információgyűjtő szempontú kihívások vizsgálata.

Továbbá kérdésként merül fel, hogy a fenti kihívások leküzdése érdekében a technológiailag is optimális LI-rendszer létrehozására a vásárlás, a belső kutatás-fejlesztés vagy kooperáció (belső szakmai iránymutatás – tudományos kutatóhelyi kutatás) lesz majd a legmegfelelőbb költség-haszon, konspirációs és hatékonysági szempontból. A mobil hírközlési hálózatok technológiai fejlődésének természetesen lehetnek pozitív hozadéakai is az információgyűjtés számára, amennyiben az információgyűjtő szervezetek képesek a lehetőségek kiaknázásához szükséges képességeket portfóliójukba integrálni.

Felhasznált irodalom

- A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság mobilpiaci jelentése. Tárgyidőszak: 2015. IV. – 2019. IV. negyedév. NMHH, 2020. Online: http://nmhh.hu/dokumentum/211976/NMHH_mobilpiaci_jelentes_2015Q42019Q4.pdf
- Az ipari automatizálás az 5G-re vár. *Magyar Elektronika*, 2019. március 11. Online: www.magyar-elektronika.hu/10005-tartalom/2345-az-ipari-automatizalas-az-5g-re-var
- Cerwall, Patrik (szerk.): *Ericsson Mobility Report*. Ericsson. 2020. Elérhető: www.ericsson.com/49da93/assets/local/mobility-report/documents/2020/june2020-ericsson-mobility-report.pdf
- Davies, Jamie: COVID–19 puts year of 5G on hold. *Telecoms.com*, 2020. április 1. Online: <https://telecoms.com/503436/covid-19-puts-year-of-5g-on-hold/>
- Koi Tamás: Villámgyorsan elveszítheti Nagy-Britanniát a Huawei. *HWSW*, 2020. július 6. Online: www.hwsz.hu/hirek/61994/huawei-nagy-britannia-embargo-usa-boris-johnson-gchq-ncsc.html
- Kollár Péter: *3G kivezetés. Egy újabb lépés a mobil hálózatok modernizációja felé*. Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, 2019. Online: http://nmhh.hu/dokumentum/208756/nyilvanos_meghallgatas_3G_sunset_kollar_peter_2019_12_13.pdf
- Kovács Zoltán: *Az infokommunikációs rendszerek nemzetbiztonsági kihívásai*. Budapest, Nemzeti Közszerkeleti Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola. 2015. Online: <https://adoc.tips/az-infokommunikacios-rendszerek-nemzetbiztonsagi-kihivasai.html>
- Sági Gyöngyi: Mi lesz, ha lekapcsolják a 2G-s és 3G-s hálózatokat? *BitPort*, 2016. július 25. Online: <https://bitport.hu/duborog-a-4g-jon-az-5g-de-mi-legyen-a-2g-3g-halozatokkal>
- Sági Gyöngyi: Napirenden a hazai 3G hálózatok lekapcsolása. *Digitrend-i*, 2020. január 17. Online: <https://digitrendi.hu/napirenden-a-hazai-3g-halozatok-lekapcsolasa/>
- Tóth Tamás: A mobilhálózatok technológiai fejlődéstörténete. Az analóg hangátviteltől az 5G hálózatokig. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7. (2019), 4. 44–60. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/nbsz/article/view/946/3444>
- Upadhyay, Harsh: *Mobile services in developed Asia-Pacific: trends and forecasts 2015–2020*. Analysys Mason Limited, 2020. Online: www.analysysmason.com/globalassets/x_migrated-media/media/analysys_mason_mobile_services_dvap_may2016_sample_rdm0.pdf