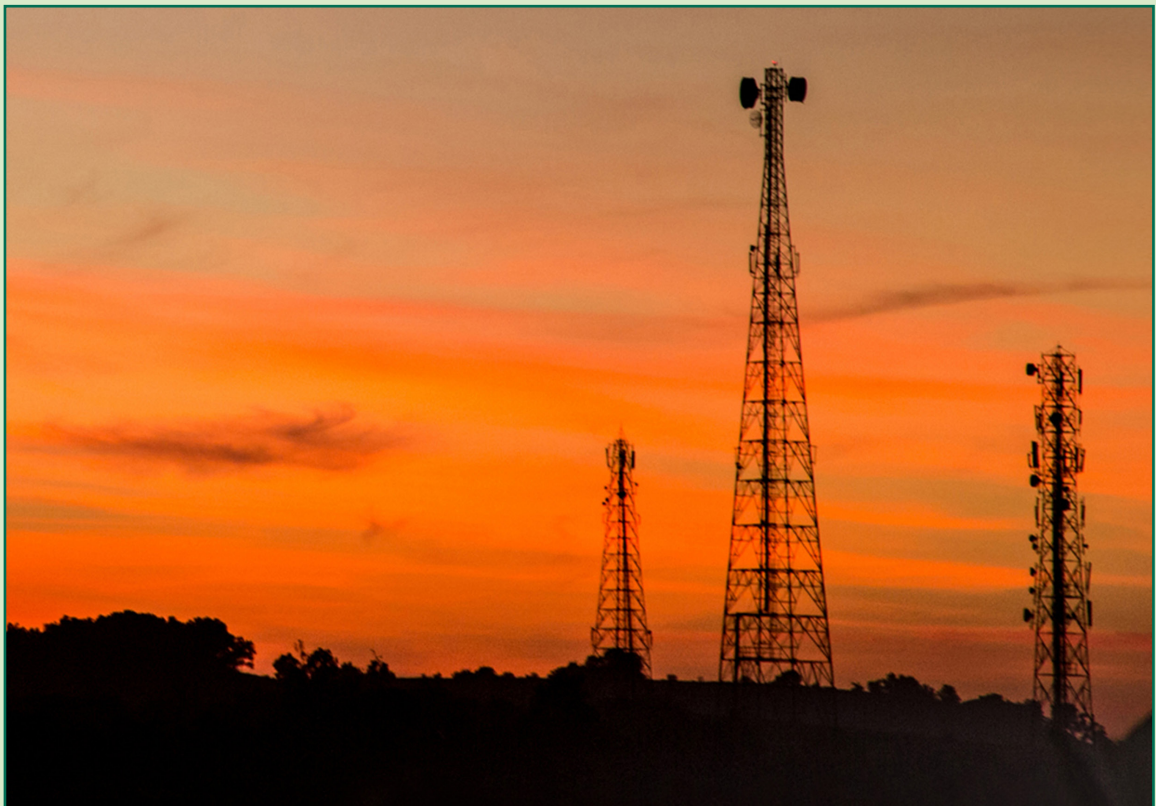


híradástechnika

1945 VOLUME LXXX. 2025

hírközlés ■ informatika **1**



A 2G kivezetés kihívásai és hatásai

A Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület folyóirata

Tartalom

Előszó – A 2G kivezetés kihívásai és hatásai	1
KISS TAMÁS	
2G lekapcsolási trendek, kihívások és kilátások Magyarországon	2
KOLLÁR PÉTER	
A 2G kivezetésének technológiai szempontjai	7
CSABA TAMÁS	
2G-t kiváltó M2M megoldások: NB-IoT, CAT-M és CAT-1	12
BOROS VIKTOR	
Generációváltás a mobil technológiákban	21
TASZNER ISTVÁN, STHÁL JÓZSEF, OLÁH MIKLÓS	
A 2G kivezetése és az online pénztárgépek jövője – technológiai és szabályozási fordulóponton	29
MIZSÁNYI ATTILA	
Felkészülés a 2G utáni korszakra az útdíjbevallásban	31
BÉKÉSI MIKLÓS	
A 2G kivezetése és a digitális banki infrastruktúra új korszaka	33
SPILÁK VIKTOR, OLÁH ISTVÁN GYÖRGY	
A HTE-ről dióhéjban	43

Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület
www.hte.hu

Elnök
VÁGUJHELYI FERENC
H-1051 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 12., 5. em./502.
Tel.: +36 1 353 1027 • E-mail: info@hte.hu

Szerkesztő
SALLAI GYULA
(BME, Távközlési és Mesterséges Intelligencia Tanszék)
Felelős kiadó
NAGY PÉTER

HU ISSN 2018-2028 • Layout: PLAZMA DS • Nyomda: FOM Media

A kiadvány támogatói



A folyóirat támogatói



A 2G kivezetés kihívásai és hatásai

KISS TAMÁS

NMHH

Több mint harminc év telt el azóta, hogy a mobil távközlés történetében új korszak nyílt meg: a második generációs (2G), vagyis a GSM-alapú digitális mobil hálózatok kora. Az első kereskedelmi GSM szolgáltatás 1991-ben indult el Finnországban, és rövid időn belül egész Európában, majd világszerte elérhetővé vált. A 2G technológia bevezetése valódi mérföldkő volt: a korábbi, analóg 1G rendszerekhez képest teljesen új minőséget hozott a hanghívások terén, megalapozta a mobil adatátvitel fejlődését, és elindította azt a tömeges elterjedést, amely a mobilkommunikációt mindennapi szükségletté tette.

Magyarországon a GSM-hálózatok kiépítése 1994-ben kezdődött, és néhány év alatt országos lefedettségű, stabil infrastruktúrává nőtte ki magát. A hazai szolgáltatók dinamikus fejlesztéseinek köszönhetően a 2G gyorsan elérte a lakosság nagy részét – várostól a vidéki térségekig. A lefedettség bővülésével az előfizetői szám is látványosan emelkedett: a mobiltelefon már nem csak üzleti felhasználók kiváltsága volt, hanem egyre több család és magánszemély számára vált elérhető kommunikációs eszközzé. 1998-ban a 2G előfizetők száma elérte az 1 milliót Magyarországon

A GSM sikeréhez nagyban hozzájárult a technológia megbízhatósága és biztonsága. A digitális hangminőség, a cellás hálózati struktúra, a nemzetközi roaming lehetősége, valamint a rövid szöveges üzenetküldés – az SMS – megjelenése alapjaiban formálta át a kommunikációról alkotott képünket. A 2G hálózatok nemcsak a mobil beszédszolgáltatásokat tették magas színvonalon elérhetővé, hanem megteremtették azt a platformot is, amelyre később az adatátviteli szolgáltatások, majd a mobilinternet fejlődése épült.

A technológiai fejlődés természetes velejárója, hogy idővel megjelennek az újabb generációk, amelyek nagyobb kapacitást, gyorsabb adatátvitelt és szélesebb szolgáltatási palettát kínálnak.

Mára a 2G az ötödik generációs (5G) hálózatok korszakában még továbbra is jelentős hang és speciális gép-gép (M2M) kommunikációs feladatokat lát el.

A magyarországi szolgáltatók – a felhasználókkal együtt – évtizedeken át támaszkodtak rá, és az öröksége ma is része a hazai digitális infrastruktúra fejlődésének.

Ez a kiadvány a 2G kivezetésének kihívásaira és hatásaira fókuszál, bemutatva a mobil szolgáltatók, a hatóság, és néhány meghatározó üzleti felhasználó nézőpontjait. A célunk, hogy áttekintést adjunk a technológiai váltás háttéréről, a felmerülő feladatokról és kihívásokról, valamint azokról a lehetőségekről, amelyek a modern mobilkommunikációs környezetben a 2G örökségét követik.



KISS TAMÁS

1986-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán.

A mobil hálózatokkal 1991-ben került kapcsolatba, amikor csatlakozott a nem sokkal korábban elindult Westel Rádiótelefon Kft.-hez. Azóta folyamatosan különböző pozíciókban a Westel, a T-Mobile és a Magyar Telekom 1G, 2G, 3G, 4G, 5G hálózatainak kiépítésén dolgozott. 2022-től a Nemzeti Média és Hírközlési Hatóságnál spektrum gazdálkodással foglalkozik. Közben 2021–2024 között a Széchenyi István Egyetemen Mobil Távközlést tanított.

2G lekapcsolási trendek, kihívások és kilátások Magyarországon

KOLLÁR PÉTER

Frekvencia- és azonosító gazdálkodási igazgató, NMHH

A 2G technológia, amely évtizedekig a hangszolgáltatások és az SMS alapját képezte, az 1990-es években jelent meg, és több mint harminc éve szolgálja a felhasználókat. Azóta azonban a mobilhálózatok jelentős fejlődésen mentek keresztül, melynek eredményeként ma már nem a 2G lekapcsolás szükségszerűsége a fő kérdés, hanem az, hogy ez mikor és hogyan valósítható meg Magyarországon. A mobilszolgáltatók tervei és várakozásai, a legfeljebb 2G képes telefonkészülékekre és M2M eszközökre vonatkozó hazai helyzetértékelés, a nemzetközi trendek, a sikeres hazai 3G lekapcsolás tapasztalatai egyaránt azt mutatják, hogy ma már mindenképp időszerű a közös gondolkodás a 2G kivezetéssel kapcsolatos kihívásokról és hamarosan el kell kezdeni felkészíteni, támogatni az érintett felhasználókat, hogy a technológiaváltáshoz szükséges lépéseket felmérhessék és időben meg tudják tenni.

Kulcsszavak: 2G hálózat lekapcsolás, mobiltechnológia fejlődés, M2M kommunikáció, hálózatmegosztás, frekvenciagazdálkodás

Bevezetés

A 2G technológia, amely évtizedekig a hangszolgáltatások és az SMS alapját képezte, az 1990-es években jelent meg, és több mint harminc éve szolgálja a felhasználókat. Azóta azonban a mobilhálózatok jelentős fejlődésen mentek keresztül - elsősorban az internet megjelenése és az ahhoz kapcsolódó egyre növekvő adatátviteli képességek (sebesség, adat mennyiség) miatt - melynek eredményeként:

- a mobil kommunikáció középpontjába az adatátvitel került, ahol az előrejelzések szerint további dinamikus növekedés várható,
- a hatékony adatátvitel alapjává a 4G technológia vált és ezzel együtt egyre elterjedtebbek lettek az 5G alapú szolgáltatások és már a 6G előkészületek is elkezdődtek, [1]
- a korszerűbb technológiák megjelenésével a 2G-s szolgáltatások által használt frekvenciák jelentősen felértékelődtek,

- a 2G technológia relatíve költséges, erőforrás pazarló, ráadásul a sok „G-ből álló” hálózatok menedzsmentje is egyre nagyobb terhet jelent a szolgáltatók számára.

Mindezek miatt ma már nem a 2G lekapcsolás szükségszerűsége a fő kérdés, hanem az, hogy ez mikor és hogyan valósítható meg az egyes országokban.

A magyarországi 3G hálózatok sikeres, Európában az elsők között történő, lényegében zökkenőmentes lekapcsolása rámutatott,

- egy átgondolt, arányos hatósági szakpolitikai szerepvállalás indokoltságára, egy ilyen nagy jelentőségű és sokakat érintő technológiaváltási folyamatban, valamint arra, hogy
- időben meg kell kezdeni a felkészülést a 2G hálózatok és a 2G technológiára épülő szolgáltatások lekapcsolására is, hiszen a jóval kisebb hatással és kevesebb megoldandó kérdéssel jelentkező 3G kivezetés folyamata is több mint 7 évig tartott.

Ez utóbbi annál is inkább fontos, mivel a 2G hálózatok lekapcsolásával a legfeljebb 2G/3G és nem VoLTE (Voice over LTE [2]) képes 4G telefonkészülékek és a csak 2G/3G képes M2M SIM-ek, modemek és egyéb berendezések nem lesznek tovább használhatóak. Ez sokkal komolyabb kihívás, mint a 3G lekapcsolás, amikor szolgáltatás leállás csak a mobil internet használó 3G tulajdonosok esetében történt, a többi funkciót gond nélkül átvették az országos lefedettséget kínáló 2G hálózatok.

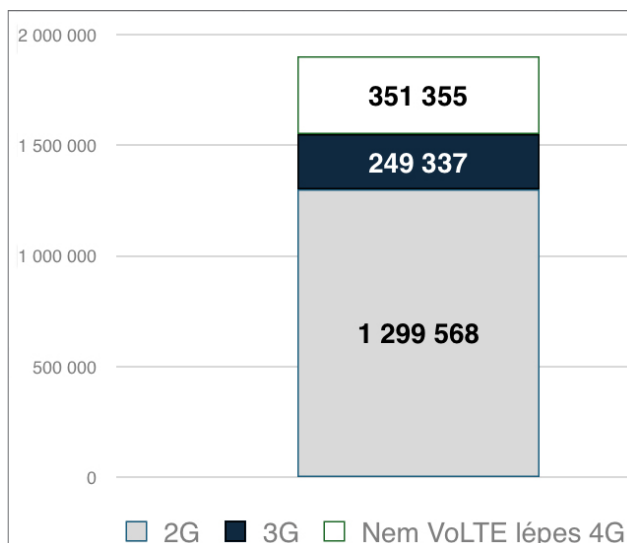
Az NMHH a következő években fontos feladatának tekintti a 2G lekapcsolási folyamat,

- megalapozott monitoring információkon alapuló,
- a szolgáltatói terveket, kockázatokat és elképzeléseket évről-évre feltérképező,
- a felhasználók szolgáltatás (hang, adat) folytonosságát figyelembe vevő,
- az érintett állami szereplők és felhasználók érkeztetését és informálását támogató,
- a nemzetközi követendő gyakorlatokat feldolgozó,
- az uniós (pl. eCall) és hazai (pl. versenyjogi megfontolások) szabályozási kihívásokat azonosító elemzését, az NMHH rövid és középtávú, a 2G lekapcsolás gyorsítását és a fogyasztóvédelmi szempontok érvényesítését célzó szerepvállalásának támogatása érdekében [2].

Hazai helyzetkép

Magyarországon a szolgáltatók már 2023-ban megkezdtek a 2G lekapcsolás lehetőségeinek vizsgálatát. Ebben a tekintetben, eddig a legfontosabb konkrét lépés, hogy 2024 augusztusában a Magyar Telekom és a Yettel megállapodott, arról, hogy a Magyar Telekom részére 2026-tól (bizonyos feltételek teljesülése esetén) a 2G hálózatokat [4] már a Yettel biztosítja. Az ilyen hálózatmegosztáshoz közel álló konstrukciók európai szinten is, egyre népszerűbb, innovatív, jogi, üzleti, műszaki megoldásnak számítanak, elsődlegesen amiatt, mert nagy mértékben megnövelhetik a szolgáltatók mozgásterét a lehetséges lekapcsolási forgatókönyveket illetően és már a teljes lekapcsolást megelőzően is jelentős frekvenciakészletet szabadíthatnak fel egy adott nemzeti piacon.

Ezek a konstrukciók azért is igen hasznosak, mivel a gyors lekapcsolást nagy mértékben megnehezíti, hogy ma még a legtöbb országban jelentős számú ügyfél használja a 2G technológiát. Ez Magyarország esetében is így van, annak ellenére is, hogy a 2G hálózatok szerepe a mobil adatforgalom volumenét tekintve ma már marginális (1 százalék körüli) és a hangszolgáltatásban is 13 százalék alá csökkent 2024 végére.



1. ábra – Aktív 2G, 3G és nem VoLTE képes 4G készülékek Magyarországon, (2024. október, db)

Forrás: NMHH kérésére mobilszolgáltatói adatszolgáltatás alapján, 2024

A szolgáltatók NMHH számára összeállított 2024 októberi adatszolgáltatása alapján a tavalyi év végén Magyarországon összesen mintegy 1,9 millió db olyan telefonkészülék volt, amely legfeljebb 2G vagy 3G képes, illetve nem VoLTE képes 4G technológiájúnak minősült. Ezek mind olyan végfelhasználói eszközök, amelyek egy esetleges 2G lekapcsolás esetén használhatatlanná válnának. Ez egyben azt is jelenti, hogy jelenleg Magyarországon még az összes aktív mobil előfizetés mintegy 20 százaléka relatíve korszerűtlen, mobil internetre praktikusán alkalmatlan készülékekhez kapcsolódik [5].

A legfeljebb 2G vagy 3G képes, illetve nem VoLTE képes 4G technológiájú készülékek közül mintegy 1,3 millió db, közel 70 százalék a lakosság használatában van. Szolgáltatói információk szerint a lakossági 2G telefonhasználók derékhadát az idősebb és/vagy digitálisan kevésbé felkészült felhasználók adják. A vállalati szektorban pedig az alábbi szempontok indokolhatják a korszerűtlenebb készülékváltást:

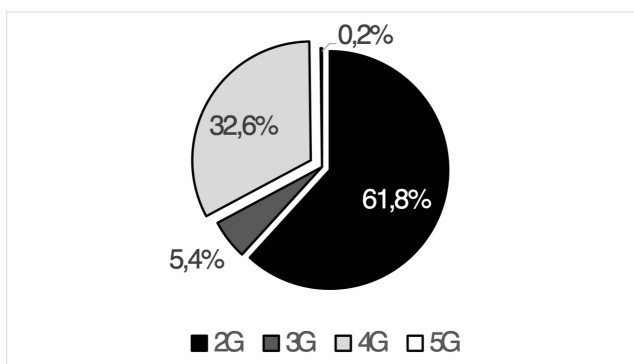
- **Költségmegfontolások:** a jellemző 2G telefon beszerzési árak bruttó 10 ezer Ft alatt vannak.
- **A személyes célú mobilhasználat korlátozása:** A készüléket elsődlegesen hívásforgalomra használják így nincs szükség internet kapcsolatra, nem generálódnak „felesleges” költségek, nem vonja el a telefon a munkavállalók figyelmét a feladatokról.
- **Megbízható működés:** A nyomógombos készülékek hosszú akkumulátoridővel rendelkeznek és meglehetősen strapabíróak, így a munkavállalók folyamatos elérését biztosítja a munkaadók részére.

A 2G felhasználói csoportok, felhasználási módok fő jellemzői alapján reális feltételezés, hogy a természetes migráció a modernebb technológiák felé önmagában nem fogja tehermentesíteni a 2G hálózatokat középtávon. Az NMHH szolgáltatói adatközlésen alapuló, előzetes számításai szerint és a nemzetközi trendek alapján [6] a 2G nélkül nem használható hazai telefonkészülék állomány még 2030-ban is 1 millió darab körül lehet, ha nem történik olyan beavatkozás, ösztönzés, csere-program, mely felgyorsíthatja a készülék állomány megújulását, korszerűsödését.

Célzott beavatkozás hiányában tehát, a 2G lekapcsolással érintett telefonkészülékek száma nagyságrendileg nagyjából ugyanannyi lesz 2030-ban, mint a 3G lekapcsolási program kezdetén a 3G készülékek száma volt: 2020-ban Magyarországon mintegy 1 millió db 3G képes készüléket használtak és ezek közül 650 ezer lakossági előfizetéshez kapcsolódott.

A lekapcsolási kihívás az M2M szegmensben is jelentős. Ennek egyik oka, hogy a különböző M2M eszközökben lévő aktív SIM-ek száma és az M2M adatforgalom Magyarországon egyaránt folyamatosan növekedett az elmúlt 10 évben. Az átlagos éves növekedési ütem a darabszám tekintetében 14, az adatforgalom tekintetében közel 27 százalékos volt [7]. Az M2M piac bővülése eredményeként, a 2024. évi szolgáltatói adatközlés alapján, jelenleg mintegy 2,4 millió aktív, honos (nem roaming) SIM található Magyarországon.

Ezeknek a SIM-eknek a technológiai eloszlása azt mutatja, hogy még jelenleg is a 2G megoldások az uralkodók ebben a szegmensben. Az összes M2M SIM mintegy 62 százaléka csak 2G képes. Ha ehhez hozzászámoljuk azokat a 3G SIM-eket, amelyek ma már szintén csak a 2G hálózatokon működnek, akkor azt mondhatjuk, hogy egy esetleges 2G lekapcsolás jelenleg az aktív M2M eszközök mintegy kétharmadát érintené.



2. ábra – Aktív, honos SIM-ek technológia szerinti megoszlása, 2024. II. félév

Forrás: Szolgáltatói adatközlés alapján NMHH saját számítás

Az M2M szektorban a bővülést napjainkban elsődlegesen a mérési pontok számának növekedése és nem a már telepített eszközök adatforgalmának bővülése vezérli. Számos M2M funkcionalitás meglehetősen kis adatforgalom mellett is működőképes, így ez önmagában nem fogja a technológiaváltást kikényszeríteni.

Jelenleg Magyarországon az alábbi eszközök, szektorok használják leginkább az M2M szolgáltatásokat:

- Gondosóra programban kiosztott készülékek,
- okosmérők az áramszolgáltatásban,
- pénztárgépek,
- távfelügyeleti eszközök (lakásriasztók, lift vészjelzők, tűzjelzők) és GPS nyomkövetés,
- POS terminálok,
- étel és ital automaták,

Emellett kiemelt figyelmet kell fordítani azon területek 2G érintettségének pontos feltérképezésére, amelyek nem az M2M eszközök számossága, hanem a tevékenység kritikus infrastruktúra jellege miatt fontosak, ilyen lehet például a vasúti közlekedés, a villamosenergia átviteli hálózat, a posta szolgáltatás, vagy a gáz- és víziközmű gazdálkodás területe.

Nemzetközi kitekintés

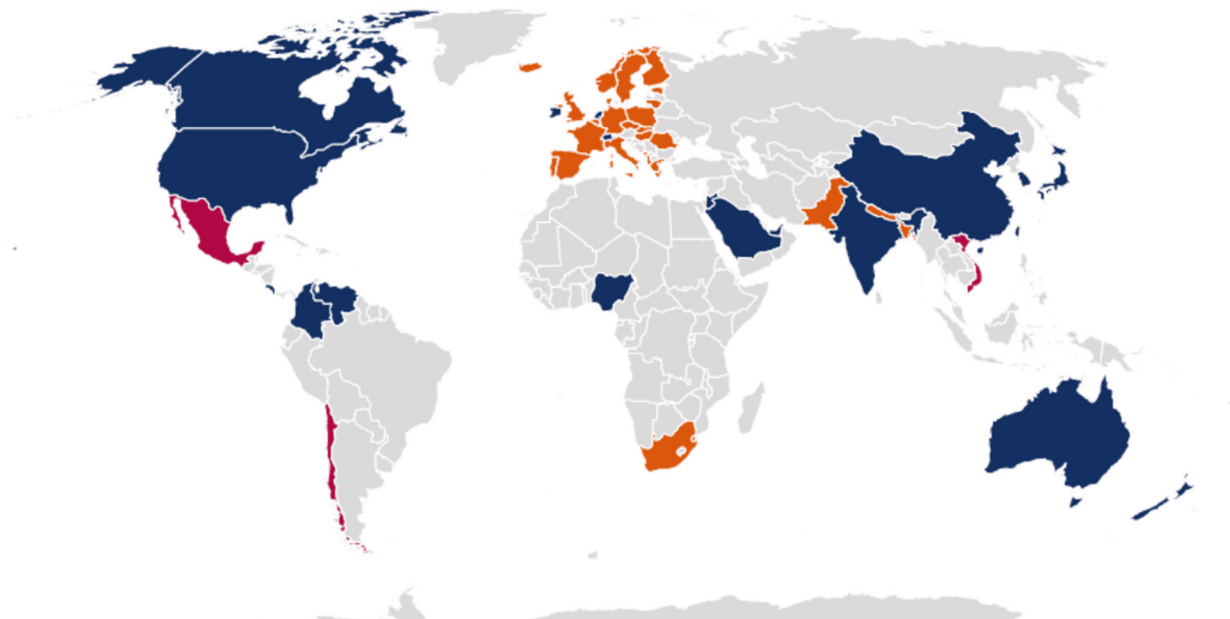
A 2G hálózatok lekapcsolása Délkelet-Ázsiában és Észak-Amerikában egyelőre előrébb tart, mint Európában:

- A világon elsőként Japán vezette ki teljesen a 2G technológiát, itt a leállítás már 2012 szeptemberében megtörtént [8].
- Tajvanon 2017 nyarán szűnt meg a 2G használata. A lépést a hatóság (NCC) és a szolgáltatók által folytatott kiterjedt kommunikációs kampány előzte meg, amelyben a technológiaváltást a mobilszolgáltatók kedvezményes ajánlatokkal is segítették [9].
- Dél-Koreában a mobilszolgáltatók közül először a KT zárta le a 2G hálózatát, 2012 márciusában. Ezt 2020 júliusában az SK Telekom, majd 2021 júniusában az LG Uplus 2G infrastruktúrájának leállítása követte.
- A teljes lekapcsolás ugyan még nem valósult meg, a folyamat Kínában [10] és Vietnámban [11] is lezárul 2025–2026-ban.
- Kanadában a 2G hálózatok 2017 és 2021 között teljesen kivezetésre kerültek, a 3G leállítás pedig 2025-ben kezdődött meg és várhatóan 2026-2027-re fejeződik be teljesen [12].

- Az Amerikai Egyesült Államokban a 3G hálózatok kivezetése teljes egészében lezajlott [13]. Az előzetes tervek szerint mára a 2G-t teljes egészében ki kellett volna vezetni. Ez azonban a négy nagy közül csak három szolgáltatónál történt meg ténylegesen is: a 2G-s szolgáltatásait az AT&T 2017-ben, a Verizon

Wireless 2020 végén, a Sprint pedig 2022 május 31-ig állította le [14]. Az utolsónak maradt T-Mobile a 2G kivezetését eredetileg 2024. április 2-ára tervezte, [15] majd a lépést – elsősorban az M2M/IoT eszközöknél tapasztalt szolgáltatáskiesések miatt – elhalasztotta. [16,17]

■ Planned ■ Completed ■ In progress



3. ábra – A 2G hálózatok (tervezett, folyamatban lévő és megvalósult) leállítása világszerte
Forrás: GSA 2025 [18]

Európában eddig Svájc az egyetlen európai állam, ahol teljes egészében megtörtént a 2G technológia kivezetése. A Salt 2020 decemberében, [19] a Swisscom 2021 áprilisában [20], a Sunrise pedig 2023. január 3-án [21] kapcsolta le 2G-hálózatát. A 3G-szolgáltatások még működnek ugyan, de legkésőbb 2026-ig ezek is megszűnnek. [22] A hivatalosan bejelentett tervek szerint 2026-ban további két európai országban Hollandiában és Franciaországban történhet meg a teljes lekapcsolás. A többi európai országban erre várhatóan leghamarabb 2030 környékén kerülhet sor.

A nemzetközi elemzésekből az is látható, hogy a 2G/3G kivezetésével összefüggésben a szabályozó hatóságok világszerte eltérő szerepfelfogást alakítottak ki maguknak, az egyes gyakorlatok széles spektrumon szóródnak. E spektrum egyik végén a Fülöp-szigetek és Dél-Korea található, ahol a hatóságok kötelező és egyértelmű utasításokat adtak ki a lekapcsolás időpontjáról és módjáról. A spektrum másik végén Kanada áll, ahol

a hatóság minimális beavatkozással, teljes piaci szabadsággal kezelte a folyamatot. Az európai szabályozók jellemzően e kettő között helyezkednek el: leggyakrabban technológia-semleges, piacvezérelt megközelítést alkalmaznak, amelyet szükség szerint aktív koordinációval, fogyasztóvédelmi és frekvenciagazdálkodási szempontok érvényre juttatásával egészítenek ki.

Összefoglalás és kilátások

Bár a felkészülést Magyarországon mindhárom nagy mobil szolgáltató már megkezdte, eddig még egyikük sem jelentett be konkrét 2G lekapcsolási céldátumot. Erre minden bizonnyal sor fog kerülni az elkövetkező 2-3 évben és a legkorábbi lekapcsolási időpontok valószínűleg 2030 környékére eshetnek. Erre utalnak a fontosabb európai szolgáltatók tervei is. Jelenlegi tudásunk szerint Magyarországon 2030-ig valószínűsíthetően elérhető lesz a 2G szolgáltatás, azt követően

viszont lényegében bármikor bekövetkezhet a lekapcsolás. Ez annál is inkább igaz, mert ez előre láthatóan a szolgáltatók szuverén döntése lesz. Az Európai Unió szabályozása a rádióspektrum használatával kapcsolatban technológia semleges, ami azt jelenti, hogy a szabályozó hatóságok nem írhatnak elő kötelezettséget az adott frekvenciák vonatkozásában a használandó technológiával kapcsolatban (2G, 3G, 4G, 5G), tehát sem egy adott technológiai fenntartása, sem kivezetése nem kényszeríthető ki hatósági eszközökkel.

Ha arra a kérdésre keressük a választ, hogy sok vagy kevés a rendelkezésünkre álló idő a 2G lekapcsolásig akkor érdemes abból kiindulni, hogy Magyarországon 2023. év végén történt meg a 3. generációs mobil hálózatok kivezetése, mely jól átgondolt szakmai együttműködésen alapult a mobil szolgáltatók, a hatóság és a felhasználók között és egyértelműen sikeres volt abban a tekintetben, hogy lényegében fogyasztói panaszok nélkül zárult a folyamat. Ebben mindenképp nagy szerepe volt a gondos előkészítésnek. Az NMHH és a szolgáltatók részéről a 3G lekapcsolás műszaki, stratégiai, adatgyűjtési, piacutatósi előkészületei már 2018 környékén elkezdődtek és a célzott fogyasztói kommunikációt és a készülékcserét kínáló NetreFel program [23] pedig két évvel a teljes lekapcsolás előtt, 2021-ben indult. Így a 3G lekapcsolási előkészületek nagyjából 5 évet vettek igénybe. Történt ez egy olyan technológiai esetben, ahol a lekapcsolást követően csak a 3G képes mobiltelefonok adatkommunikációs képessége veszett el, a mobil hangszolgáltatás és 3G képes M2M eszközök lényegében zökkenőmentesen tovább tudtak működni a 2G hálózatok használatával. Erre figyelemmel, azt gondoljuk, hogy már mindenképp időszerű a közös gondolkodás a 2G kivezetéssel kapcsolatos kihívásokról és hamarosan el kell kezdeni felkészíteni, támogatni az érintett felhasználókat, hogy a technológiaváltáshoz szükséges lépéseket felmérhessék és időben meg tudják tenni.

Hivatkozások

- [1] <https://www.cullen-international.com/news/2025/06/Global-trends-towards-6G.html>
- [2] Voice over LTE, a 4G-ben használt adat alapú hangszolgáltatás, ahol a hang átvitele is IP csomagokban valósul meg.
- [3] https://www.hwsz.hu/hirek/68048/telekom-yettel-frekvencia-2g-megallapodas.html?utm_source=chatgpt.com
- [4] Ez alapvetően a rádiós hálózatra vonatkozik.
- [5] Az NMHH mobilpiaci jelentése szerint 2024. II. negyedévében 10 667 ezer db aktív mobiltelefonos előfizetés volt.
- [6] <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-subscriptions-outlook>

- [7] NMHH Mobilpiaci jelentés, 2024 II. félév.
- [8] <https://blog.telegeography.com/2g-and-3g-shutdowns-continue>
- [9] <https://www.telecomasia.net/content/taiwans-ncc-urges-2g-users-upgrade-june/>
- [10] <https://www.sdxcentral.com/news/china-telecom-customers-in-guangdong-hit-with-disruption-from-2g-shutdown/>
- [11] <https://vietnamnet.vn/en/vietnam-s-major-carriers-to-end-2g-only-services-after-october-16-2332070.html>
- [12] <https://docs.particle.io/reference/discontinued/cellular/canada-sunset/>
- [13] <https://blog.telegeography.com/2g-and-3g-shutdowns-continue>
- [14] <https://onomondo.com/blog/2g-3g-sunset/>
- [15] <https://www.lightreading.com/5g/t-mobile-to-finally-turn-off-2g-in-2024>
- [16] <https://www.lightreading.com/2g-3g-4g/2g-s-death-sentence-gets-a-reprieve-in-the-us>
- [17] <https://www.t-mobile.com/support/coverage/t-mobile-network-evolution>
- [18] <https://gsacom.com/paper/2g-3g-switch-off-july-2025/>
- [19] <https://basic-tutorials.com/news/switzerland-to-bury-gsm-mobile-communications-standard-as-of-2023/>
- [20] <https://www.swisscom.ch/en/about/news/2021/04/14-das-2g-netz-ist-bei-swisscom-geschichte.html#ms-multipageStep-newsletter>
- [21] <https://basic-tutorials.com/news/switzerland-to-bury-gsm-mobile-communications-standard-as-of-2023/>
- [22] A Swisscom és a Sunrise a 3G-s hálózatait 2025 végén állítja le, a Salt a 3G kivezetését 2026 év végére ütemezi – 2G/3G Status in Switzerland Urs Hänni (BAKOM) prezentációja a BEREC 2025 július 16-án tartott szakmai workshopján – 2. slide
- [23] <https://netrefel.hu/>

A szerzőről



KOLLÁR PÉTER

több mint 30 éves tapasztalattal rendelkezik az infokommunikáció területén. Munkája középpontjában a magyarországi mobilhálózatok szabályozási és technológiai kérdései állnak. Munkájának egyik fő területe a mobil hálózatok frekvencia gazdálkodási és technológia váltási evolúciója. Az NMHH-n belül támogatta és irányította a magyarországi sikeres 3G kivezetéssel kapcsolatos munkát és jelenleg a 2G kivezetés feltételeinek, módjának és időzítésének problematikájával foglalkozik. Az NMHH frekvencia- és azonosító gazdálkodási igazgatója.

A 2G kivezetésének technológiai szempontjai

CSABA TAMÁS

Vezető tanácsadó, Yettel Magyarország

A 2G mobiltechnológia kivezetése új fejezetet nyit a hazai mobilhálózatok fejlődésében. Bár a 2G forgalom aránya mára marginálissá vált, a technológia még mindig sok, főként M2M és IoT eszköz működését biztosítja. A fokozatos kivezetés komplex feladat, amely ügyféloldali készülékcsere, hálózati architektúra-átrendezést és spektrumoptimalizálást igényel. A cikk bemutatja a 2G kivezetésének fő technológiai kihívásait, valamint a fokozatos átmenet lépéseit feladatait.

Kulcsszavak: 2G kivezetés, 4G, VoLTE, M2M, NB-IoT, LTE-M, spektrumhatékonyság

Bevezetés

A 2G (GSM/GPRS/EDGE), mint az első, széleskörben elérhető mobiltechnológia már több mint három évtizede biztosítja az alapvető hang- és adatforgalmi szolgáltatások országos elérhetőségét. A 4G és 5G rendszerek elterjedése, beleértve a NB-IoT és LTE-M technológiák országos bevezetését is, technológiailag lehetővé teszi a 2G fokozatos kivezetését. A 3G technológia korábbi sikeres lekapcsolásával ugyan már kezdetét vette az eszközök cseréje az újabb technológiákra, a 2G kivezetése jelentősen több eszközt és alkalmazást fog érinteni. A cikk célja, hogy bemutassa a 2G forgalom alakulását, a 2G lekapcsolásának főbb technológiai aspektusait mind az ügyfelek mind a hálózat szemszögéből, alátámasztva a Yettel saját statisztikáival és tapasztalataival.

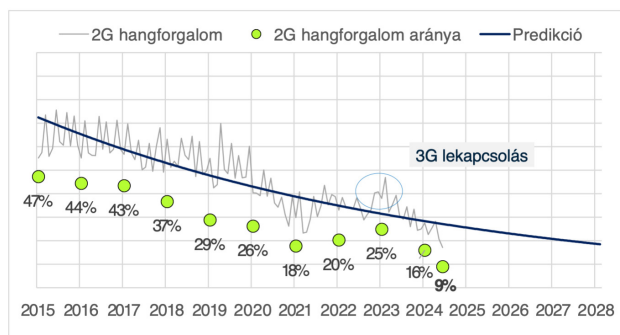
Forgalmi trendek

A mobilhálózat forgalmának szerkezete jelentősen megváltozott a mobilinternet megjelenésével. A hangforgalom a hálózat teljes forgalmának ma már csak elenyésző részét teszi ki, amit hatékonyabban és jobb minőségben képes a VoLTE (Voice over LTE) megvalósítani. Az elmúlt tíz év során a 2G hangforgalom több mint 60%-kal csökkent és ma már kevesebb mint 10%-át képviseli a hálózatban mért teljes hangforgalomnak (1.a. Ábra). Ezt a forgalmat döntően a csak 2G-re képes telefonok generálják, amihez hozzáadódik a 4G-vel még

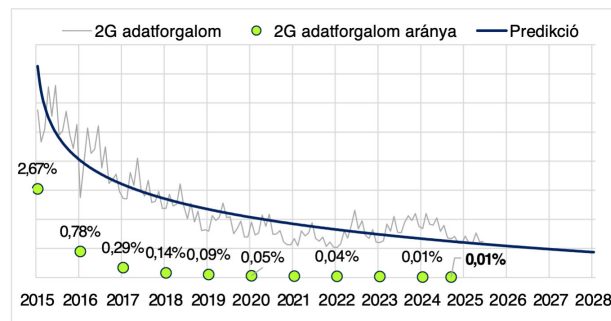
el nem látott területekről jövő hívások. A 2G adatforgalom (GPRS/EDGE) ugyanebben az időszakban a teljes mobiladatforgalom 0,01%-ra csökkent (1.b. Ábra). Az adatforgalom egy része az elmúlt évtizedekben, nagy mennyiségben üzembehelyezett egyenként kis forgalmat generáló M2M (Machine to Machine) eszközökből származik. Riasztók, távfelügyeleti eszközök, távolról elérhető mérőórák csak néhány példa a hosszú listából. A forgalom másik részét okostelefonok generálják, bár ma már csak az üzenetküldő alkalmazások működnek a 2G által nyújtott alacsony adatátviteli sebességen más nem. Így ezen forgalom többsége hasztalan az ügyfelek számára.

Az ábrákról leolvasható a 2G technológia szerepe a forgalom mennyisége és aránya alapján mára marginálissá vált. Ugyanakkor nem lehet figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy a kevés forgalom mögött több százezer aktív ügyfél és eszköz van. A 2G technológiára is igaz az, hogy az adatforgalom mennyisége nagyobb, mint a hangforgalomé, azonban ez az arány kisebb, mint a kettő. A forgalom mértékét további három évre előre vetítve az látszik, hogy a csökkenés üteme folyamatosan lassul, annak ellenére, hogy a mobilkészülékeken keresztül ma már szinte mindent el lehet intézni és az operátorok is ösztönzik a technológiaváltást.

Eddig mindössze néhány fejlett piacon történt meg a 2G kivezetése, tehát nincs még tapasztalat és követendő gyakorlat a magyarországihoz hasonló környezetből. Az adatforgalom folyamatos növekedése mi-



1.a. ábra – Yettel 2G hangforgalmának abszolút és relatív csökkenése 2015-től



1.b. ábra – Yettel 2G adatforgalmának abszolút és relatív csökkenése 2015-től

att az operátorok alapvető érdeke a használtban lévő frekvenciasávok egyre hatékonyabb használata. Ennek egyik eleme a 2G spektrum újra hasznosítása 4G és 5G technológiákkal (spectrum refarming).

A 2G kivezetésről általánosságban

Első ránézésre minden technológia feltétel adott az egyszerű és gyors kivezetéshez. A 4G és 5G képes eszközök aránya nagyon magas és folyamatosan nő, míg a 2G csökken. Az M2M/IoT szegmens számára már néhány éve elérhetők a 2G-nél jobb lefedettséggel bíró 4G és 5G kompatibilis 2G-t helyettesítő alacsony árú technológiák a NB-IoT (Narrow Band IoT) illetve az LTE-M/CAT-M. A hang és az adatforgalom döntő többsége 4G vagy 5G technológián zajlik. A bázisállomások rádióegységei rugalmasan konfigurálhatók a technológiák között, így a 2G-ről 4G-re vagy 5G-re való váltás is távolról, eszközcsere nélkül megvalósítható. A rádióeszközök egyszerre képesek több technológia egyidejű használatára is. A 2G technológia fejlesztése már több mint tíz éve az újabb technológiákkal való szükséges együttműködésre korlátozódik.

Egy felelős szolgáltatónak azonban az az érdeke, hogy a 2G kivezetése, az ügyfelek és szolgáltatások migrációja az új technológiákra zökkenőmentesen, minimális degradációval járjon. Ezért a technológiai adottságok figyelembevétele mellett számolni kell egyéb szempontokkal is. Több százezer ügyfélnek elegendő a hang és SMS szolgáltatás vagy nem engedhet meg magának többet, ezért nem motivált a váltásban. Ennél is több M2M/IoT eszköz működik, amelyek életciklusa jellemzően 10 évnél hosszabb és egyszerű feladatot lát el. Idő előtti cseréjüket az energiahatékonyság és a megbízhatóság javulása indokolhatja, ami hosszútávún térülhet meg. További üzleti szempont a barangolás (roaming) biztosítása az idelátogatók számára beleértve

az IoT alkalmazásokat is mint például az országokon átviló flottakövető szolgáltatások. Kis számban ugyan, de vannak még csak 2G-vel ellátott területek a hálózatban, ahol nincs alternatív mobiltechnológia szemben a 3G kivezetéssel, ahol a 2G lefedettség, mint egyfajta támaszték, védőháló állt a rendelkezésre az alapszolgáltatások számára.

Az érintett eszközök nagy mennyisége, a felhasználói esetek sokfélesége, az érdekek különbözősége, a 4G lefedettség kiegészítése miatt egy hosszú, több éven át tartó folyamatra lehet számítani. A folytatásban első sorban a 2G kivezetés műszaki aspektusairól, az ügyfél és az operátor oldalán felmerülő szükséges változásokról és feladatokról lesz szó.

A 2G kivezetés technológiai szempontjai

A mobilszolgáltatás működését lehetővé tevő műszaki tényezők közül van, ami a felhasználók és van, ami a szolgáltatást nyújtó operátorok által befolyásolható. A 2G kivezetés esetében az a cél, hogy minden 2G szolgáltatás legalább a 4G technológián keresztül is elérhető és használható legyen ott, ahol és amikor ezt az ügyfél ezt 2G-n teszi.

Felhasználói szempontok

Mobil felhasználók

A teljes 4G hozzáférés akkor biztosított egy átlagos mobilhasználó számára, ha egy egyszerű hanghívásra alkalmas, nyomógombos készülék esetében a készülék VoLTE (Voice over LTE) képes, egy okostelefon esetében pedig legalább 4G képes és azon belül VoLTE képes is. Továbbá a készülékben 4G képes SIM kártya működik, engedélyezett a VoLTE, adatelőfizetés esetén

a 4G adathasználat is. Az látható, hogy több feltételnek kell együtt teljesülnie. Jelenleg a korlátok minden kombinációja előfordul a hálózatban. A tapasztalatok azt mutatják, hogy több ezer esetben elegendő a SIM kártya cseréje. Ennél jelentősen nagyobb számban a megfelelő készülékbeállítás, az említett opciók egyike vagy mindkettőnek az engedélyezése már alkalmassá tenné a készüléket az elvárt 4G hozzáférésre. Legnagyobb számban azonban a készülék és SIM kártya együttes cseréje lesz a megoldás.

A szolgáltatók rendszeres célzott kommunikációval és akciókkal tudják felhívni a felhasználók figyelmét a változás szükségességére és annak előbb említett módjaira. Jelentkezhetnek életkorból és digitális ismeretek hiányából adódó korlátok is, amik rontják a kommunikációk hatékonyságát. Feloldani csak személyes támogatással lehet őket. Annak ellenére, hogy a váltás következtében a szolgáltatás minősége jelentősen javul, ezen kampányok hatása és sikeressége a jelenlegi 2G forgalom csökkenési ütemet képes fenntartani, annak gyorsításához már nem elegendő. Fontos megjegyezni, a szolgáltatók csak a saját értékesítési csatornáikon keresztül tudják garantálni azt, hogy nem kerül forgalomba csak 2G-t, vagy csak 2G-t és 3G-t támogató, azaz nem jövőálló, készülék. A többi beszerzési csatornán a kereslettől és az árszinttől függ a már nem preferált képességű készülékek elérhetősége. Arra lehet számítani, hogy azok az előfizetők, akik alapvetően elégedettek a 2G által nyújtott szolgáltatásokkal csak az utolsó vagy az utolsó utáni pillanatban fognak reagálni és készüléket cserélni. A teljes lekapcsolás előtt a frekvenciasáv szűkítéséből adódó esetleges minőségromlás ösztönözheti az erre érzékeny felhasználókat a váltásra.

M2M alkalmazások

A 2G képes M2M/IoT szolgáltatások esetében a helyzet ennél bonyolultabb, a megújulás nemcsak az eszközöket érintheti, hanem a teljes, jellemzően egyedi célra fejlesztett, felügyeleti rendszert is. A 2G modemeket használó eszközök – például okosmérők, mérőműszerek, riasztók, logisztikai terminálok – cseréje, átállítása is nehezebb feladat lehet részben az eszközök speciális elhelyezkedése miatt részben a szolgáltatók által telepített nagy mennyiségű eszköz cseréjének időigénye miatt. Az eszközcserén túl a váltás akár az eszközökön futó szoftver és backend fejlesztéseket is megkövetel, ami szintén kihatással lesz az időzítésre. A csere során több kiváltó, modern IoT technológia áll a rendelkezésre. A felhasználási esetek műszaki elvárásainak függvényében (mekkora adatsebességgel, milyen gyakran, milyen irányban, mekkora válaszidővel, ...), az alacsony fogyasztású és árú NB-IoT, LTE-M, a hagyomá-

nyos 4G CAT1-4, illetve a jövőben elérhető kedvező árú és szintén energiahatékony 5G RedCap (Reduced Capability) hozzáférési módok közül lehet választani. Az operátorok szerepe inkább támogató, koordináló szerep, jellemzően az új készülékek és megoldások tesztelését és üzembehelyezését támogathatják. Az eszközpark és a kapcsolódó szoftverek modernizációja az eszköztulajdonosok vagy az egyedi szolgáltatást nyújtók felelőssége.

Figyelembe véve a használatban lévő készülékek nagy számát, azok speciális elhelyezkedést, az eszközcsere komplexitását, a hosszú életciklust a 2G lekapcsolás ütemezését várhatóan az M2M eszközök cseréje fogja meghatározni.

Hálózati szempontok

A 2G lekapcsolás legnagyobb hozadéka az, a szolgáltatók számára, hogy az arra allokált frekvenciasávokat hatékonyabban tudják majd használni a modernebb mobiltechnológiákkal. Emellett egy technológia kivezetése egyszerűsíti a hálózati architektúrát, vagy egy újabb technológia bevezetését könnyítheti meg. A felhasználók számára mindenképpen jobb szolgáltatás minőséget eredményez. A tervezett kivonulás, fokozatos, olyan több operátoros megoldási lépcsőt is tartalmaz, ami megkönnyíti a technológia országos kivezetését. Ahhoz, hogy a 2G lekapcsolás hálózati szempontból is probléma mentesen megtörténhessen a 4G lefedettségnek megfelelő mértékben ki kell váltania a jelenlegi 2G lefedettséget. A felhasználók ne tapasztaljanak minőségromlást és lefedettség csökkenést.

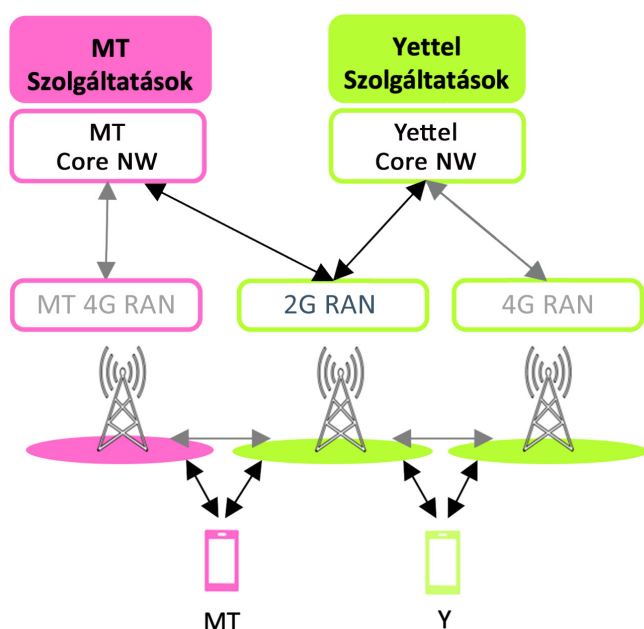
Lefedettség

Érdemes különválasztani a 2G technológia két fő használati módjának a hang és az M2M/IoT szolgáltatásnak az országos elérhetőségét. A 2G és 4G technológia alaplefedettsége alacsony frekvenciasávokon, a 700-900MHz tartományban, valósul meg. A cellák iránya, számszáma és a használt antenna típusa is megegyezik, ezekben nincs különbség. A VoLTE lefedettség országos, jelenleg az ellátott lakosság tekintetében 0,1%-nál kisebb, az ellátott terület tekintetében 0,5%-nál kisebb az elmaradása a 2G-hez képest. A különbség a tervezett rádióhálózat fejlesztéseknek, mint új 4G bázisállomások telepítése, és a rádióhálózat folyamatos optimalizálásnak köszönhetően jelentősen csökken a következő években, megcélozva a teljes kiváltást. Az M2M-et kiváltó technológiák esetében lényegesen jobb a helyzet, nincs szükség a lefedettségek további fejlesztésére. A 4G vételi jelszinthez képest az LTE-M minimum 5dB-lel, míg a NB-IoT minimum 10dB-lel ala-

csenyebb vételi jelszint esetén is működik, eléri a 2G lefedettség szintjét, sőt azt számos esetben, például erősen árnyékolt helyeken meg is haladja azt.

Fokozatos kivezetés

A csökkenő 2G forgalom miatt a 2G technológiára allo-
kált sávszélesség 5MHz-re csökkent 2 éve. Az azóta el-
telt időszakban pedig további kapacitások szabadultak
fel a 2G rádióhálózatban, ami lehetővé teszi a 2026-ban
a Magyar Telekommal (MT) induló együttműködést.
Az együttműködés lényege, hogy a Magyar Telekom
ügyfeleinek 2G hozzáférése, lefedettsége a Yettel (Y)
5MHz 2G frekvenciáján és a Yettel ügyfelei által hasz-
nált rádióhálózaton fog megvalósulni az indulás után.
Ugyanaz a 2G hálózat fogja kiszolgálni két operátor
2G hozzáférést igénylő ügyfeleit legyen szó adat- vagy
hangszolgáltatásról. Az előkészületek során a felek
ügyeltek arra, hogy a közösen használt hálózat lefe-
dettsége mindkét fél igényeit kiszolgálja. Az alkalm-
azott műszaki megoldás az MOCN (Multi Operátor Core
Network), ami által az új 2G hálózat integráns része lesz
a Magyar Telekom hálózatának is, támogatva a tech-
nológiák közötti mobilitást. (2. ábra) Ennek a megoldás
2G esetében van egy specialitása, egy teljesen új eddig
nem használt hálózati kód fogja azonosítani. Mind a há-
lózati mind a felhasználói eszközök fel lesznek készítve
erre változásra az indulásig.



2. ábra – Yettel - Magyar Telekom együttműködés műszaki
megoldásának egyszerűsített ábrája

Az együttműködés az eddig 2 független kisebb for-
galmat elvívó, kevésbé kihasznált hálózat helyett egy
közös, kezdetben magas kihasználtságú, összességé-
ben kisebb sávszélességet igénylő, ebből adódóan
nagyobb spektrumhatékonyaságú 2G hálózatot ered-
ményez.

Amikor a 2G forgalom további csökkenése ezt lehető-
vé teszi, nem lesz technológiai akadálya annak, hogy
további operátor csatlakozzon az együttműködéshez.
Egyetlen országos 2G hálózati infrastruktúra egy követ-
kező biztonságos lépés közelebb a 2G teljes kivezetés
felé. Idővel a sávszélesség igény tovább csökken és
az sem kizárt, hogy ebben a 2G hangszolgáltatás
az adathoz képesti korábbi lekapcsolása lesz az utolsó
nagy lépés.

Hatékonyság növelés

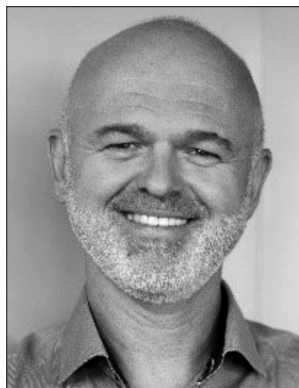
A 2G szolgáltatásokat lehetővé tevő, a modernebb
technológiákhoz képest kevésbé energiahatékony 2G
hálózat elemeinek kikapcsolása csökkenti a hálóz-
atok energiafogyasztását. Lebontásra kerülnek a BSC-k
(Base Station Controller), a a bázisállomások rádióegy-
ségekben az addig 2G-re használt frekvenciasávok 4G
és/vagy 5G használatba kerülnek, a maghálózatból
kikerülnek a hagyományos CS (Circuit switched) hang
forgalmat kiszolgáló funkciók.

A 4G fejlettebb spektrumhatékonyabb rádióhozzá-
férési technológia, mint a 2G. A főbb különbségek:
a hozzáférési mód (OFDMA vs. TDMA), a magasabb
rendű moduláció (QPSK-256QAM vs. BPSK-8PSK) és
a 4G-ben alkalmazott MIMO antenna technológia. Eb-
ből adódóan a 4G spektrumhatékonyasága a gyakorlat-
ban 5-15 szöröse a 2G-nek. Egy egyszerű elméleti pél-
dával illusztrálva 5MHz-es sávszélességet feltételezve
egy szektorban 2G-vel 25-30 egyidejű hanghívást, míg
4G-vel 150-200 egyidejű hívást lehet lebonyolítani,
az átlagos szektor adatkapacitás esetén nagyobb
a különbség 0,3-1Mbps szemben a 4G 20-30Mbps-sel.
Az adatsebességhez annyi kiegészítés kívánczik, hogy
2G esetében egy készülék a gyakorlatban maximum
150-200kbps-sel tud letölteni.

Összefoglalás

A 2G technológia kivezetése nem csupán technológiai, hanem ökoszisztéma-szintű kihívás, több százezer ügyfelet és eszközt érint. Az átmenet fokozatos, több évre elnyúló folyamat lesz melynek eredménye egy egyszerűbb hálózati architektúra, hatékonyabb spektrum-használat és kisebb energiafogyasztás lesz. Nagy fontossággal bír majd az ügyfelek folyamatos tájékoztatása, támogatása, az előkészületek nagy mennyiségű készülékcserét vonnak maguk után. A hatóság, a szolgáltatók és az ügyfelek együttműködése kulcsfontosságú. A teljes lekapcsolás leghamarabb 2030 körül valósulhat meg, reálisan egy-két évvel később elsősorban az M2M migráció ütemének függvényében.

A szerzőről



CSABA TAMÁS

Hálózati Stratégiáért felelős vezető tanácsadó a Telenor Magyarországnál. 1993-ban a BME-n végzett Villamosmérnökként. 2005-ben MBA diplomát szerzett ugyanott. Több mint 20 éve foglalkozik mobil technológiákkal, mobil hálózatok stratégiájával a Yettelnél.
(e-mail: tcsaba@yettel.hu)

2G-t kiváltó M2M megoldások: NB-IoT, CAT-M és CAT-1

BOROS VIKTOR

IoT szakértékesítési vezető, One Magyarország Zrt. (One Solutions üzletág)

A gépek közötti kommunikáció (M2M) területén a mai napig elterjedten használt 2G mobilhálózatok kivezetése a küszöbön áll. A szolgáltatók világszerte készülnek a 2G lekapcsolására, ami az ezen technológiára épülő M2M eszközök tömeges cseréjét vagy migrációját teszi szükségessé. A cikk bemutatja a 2G-alapú M2M megoldások jelenlegi helyzetét és a technológiaváltás mozgatórugóit, majd ismerteti a korszerű alternatívákat: a keskenysávú NB-IoT és a CAT-M (LTE-M) hálózatokat, valamint kiegészítésként a Cat-1 technológiát. Összehasonlítjuk e megoldások műszaki jellemzőit, előnyeit és korlátait, kitérve az alkalmazási területekre. Végül javaslatokat fogalmazunk meg a felhasználók számára a 2G kiváltására való felkészüléshez.

Kulcsszavak: 2G kivezetés, M2M kommunikáció, NB-IoT, LTE-M, LTE Cat-1

Bevezetés

A mobil távközlés második generációs (2G) technológiája több mint 25 éve megbízható gerincét adja számos gépek közötti (M2M) kommunikációs megoldásnak. Ide tartoznak például a bankkártya-terminálok, riasztórendszerek kommunikátora, egyes telemetriai eszközök, vagy akár a gépjárműflotta-követő rendszerek korai generációi – melyek mind előszeretettel használták a GSM hálózatot adatátvitelre és SMS küldésre. Az évek során az M2M előfizetések száma folyamatosan növekedett, ugyanakkor az átlagos adatforgalom viszonylag alacsony maradt, mivel ezen eszközök többsége csak szűkszavú üzeneteket küld (például érzékelői adatokat, státuszjelentéseket). A mai napig jelentős azon végpontok száma, amelyek valamilyen 2G-alapú megoldást használnak – különösen az állami feladatokhoz kapcsolódó területeken (például közmű-mérőórák távleolvasása).

Napjainkban azonban a mobil hálózatok evolúciója új szakaszba lépett. A szolgáltatók világszerte – és Magyarországon is – elkezdték vagy tervezik kivezetni a régi 2G (és részben 3G) hálózatokat a spektrum hatékonyabb felhasználása és az üzemeltetési költségek

csökkentése érdekében. Ezzel párhuzamosan az újabb generációs technológiák (4G/LTE és 5G alapú megoldások) már megfelelő országos lefedettséggel rendelkeznek, így készen állnak a régi rendszerek helyettesítésére. Két kiemelt új hálózati technológia, amelyet kifejezetten az IoT/M2M igényeire szabtak, a Narrowband IoT (NB-IoT) és az LTE Cat-M (más néven LTE-M) szabvány. Emellett létezik egy harmadik opció is bizonyos esetekre, az LTE Cat-1, amely a teljes értékű 4G hálózati kapcsolat egy egyszerűsített változata.

Jelen cikk áttekinti a 2G M2M technológia jelenlegi szerepét és a váltás szükségességének okait, majd részletesen bemutatja az NB-IoT és CAT-M technológiák műszaki jellemzőit, előnyeit és alkalmazási példáit. Összehasonlítjuk a két új technológiát, kitérünk a Cat-1 lehetőségekre, mint kiegészítő alternatívára, és ismertetjük, milyen szempontok alapján érdemes technológiát választani a 2G kiváltására. Végül összefoglaljuk a felhasználók számára javasolt lépéseket, hogy zökkenőmentesen készülhessenek fel a 2G hálózatok lekapcsolására és saját M2M eszközparkjuk jövőállóvá tételére.

A 2G technológia jelenlegi helyzete az M2M szegmensben

Bár a 2G mint mobiltechnológia már technikailag elavultnak számít, az M2M/IoT szegmensben mind a mai napig meghatározó szerepe van. Ennek fő oka, hogy a 2G (GPRS/EDGE) modulok és hálózatok széles körben elterjedtek, megbízhatóak és hosszú ideig stabil szolgáltatást nyújtottak. Számos vállalat az elmúlt évtizedekben épített ki olyan rendszereket, amelyek beágyazott 2G modemeken keresztül kommunikálnak. Magyarországon is több százezerre tehető a M2M SIM-ek száma, melyek jelentős része még 2G hálózaton üzemel. Az ilyen eszközök tipikusan kis adatforgalmúak – gyakran csak néhány kilobájt vagy megabájt adatot továbbítanak havonta –, így a 2G sávszélessége számukra elegendő volt, a magasabb sávszélességű 3G/4G szolgáltatásokra nem volt szükségük.

Fontos azt is kiemelni, hogy a 2G M2M eszközök jelentős része fixen telepített, hosszú életciklusú berendezés (pl. riasztóközpont, telemetriai egység, intelligens mérőóra), amelyek akár 5-10 évig vagy tovább is működnek a terepen anélkül, hogy cserére szorulnának. Sok esetben ezen eszközök telepítése nehézkes vagy költséges (például vízmérők aknában, riasztórendszerek kiépítve), így a felhasználók az „ami működik, ne piszkáld” elv alapján a meglévő 2G-s kommunikációt fenntartották. Emellett a 2G hálózat országos lefedettsége kiváló, beltéri penetrációja is jónak mondható a 900 MHz-es frekvenciának köszönhetően, így a kapcsolat minősége megfelelő volt az ilyen alkalmazásoknak.

Összességében a 2G jelenleg is az M2M kommunikáció egy biztos bázisát adja, de a horizonton már láthatóak azok a trendek, amelyek ezt a helyzetet megváltoztatják. A 2G előfizetések száma már nem nő érdemben, az új IoT telepítések pedig egyre inkább a modernebb technológiákat részesítik előnyben. Ahogy a mobil szolgáltatók a 4G és 5G hálózatok fejlesztésére fókuszálnak, úgy válik indokolttá a 2G kivezetése is, hiszen frekvenciasávjaira (pl. 900 MHz) máshol lenne szükség, valamint a párhuzamos hálózatok üzemeltetése jelentős többletköltséget jelent.

A technológiaváltás motivációi és kihívásai

Motivációk a váltás mögött

A 2G leváltásának elsődleges indoka az, hogy a szolgáltatók erőforrásokat (spektrumot, infrastruktúrát) szabadítsanak fel az újabb generációk (4G, 5G) számára.

A 900 és 1800 MHz-es sávban működő GSM rendszer értékes spektrumot foglal, amelyet 4G/5G cellák számára felszabadíthatnak, ezáltal nagyobb kapacitást és sebességet nyújtva az emberi felhasználóknak is. Emellett az új IoT-specifikus hálózatok (NB-IoT, LTE-M) sokkal hatékonyabban tudják kiszolgálni a gépi kommunikáció igényeit: több nagyságrenddel több eszközt képesek kezelni egy cellában, jobb lefedettséget biztosítanak és kisebb energiafogyasztást tesznek lehetővé. A modern megoldások támogatják továbbá azokat a funkciókat (pl. IP alapú adatátvitel, eszközmenedzsment, távoli firmware-frissítés), amelyek a régi 2G hálózatokon korlátozottak vagy nem elérhetők. A felhasználók számára vonzó lehet az új technológiák által kínált hosszabb akkumulátoros üzemidő, az esetleges kétsávós (2G+4G) átmeneti üzemmód lehetősége, valamint az, hogy eszközeik „jövőállóak” lesznek a következő évtizedre.

Kihívások és nehézségek

A váltás ugyanakkor komoly kihívásokat is tartogat. Az egyik legnagyobb feladat a meglévő eszközpark cseréje vagy frissítése: potenciálisan több ezer vagy tízezer telepített M2M eszközt kell lecserélni új modemmel rendelkező változatra, ami jelentős anyagi és logisztikai ráfordítás. Gyakran fizikailag nehezen hozzáférhető helyeken (pl. mérőórák aknában, riasztók készülékházaiban, forgalomirányító automaták dobozaiban) működnek ezek a modulok, így a helyszíni kiszállás és csere munka- és időigényes. További kihívás a szoftveres integráció: az új hálózatok IP alapú kommunikációt használnak, míg a régi rendszerek gyakran SMS-t vagy hangalapú adatátvitelt (CSD) alkalmaztak. Előfordulhat, hogy a backend rendszereket is módosítani kell az új protokollok kezelésére, és gondoskodni kell a megfelelő adatbiztonságról is az IP alapú kommunikációnál.

A globális rugalmasság is szempont: ha egy vállalat eszközei több országban működnek, figyelembe kell venni, hogy az NB-IoT és CAT-M hálózatok elérhetősége, illetve roaming támogatása szolgáltatónként változhat. Míg a 2G szinte mindenhol univerzálisan elérhető volt roaming partnereken keresztül, az új technológiák nem minden hálózatban és nem minden frekvencián aktívak még. Így a nemzetközi telepítések esetében a kompatibilitást előre ellenőrizni kell, illetve adott esetben olyan modemet választani, ami többféle hálózati módot is támogat (pl. CAT-M mellett 2G-t vagy Cat-1-et is tartalék/vészmegoldásként). Végül, de nem utolsósorban, a felhasználók számára kihívás a megfelelő technológia kiválasztása az adott alkalmazási igényhez – ebben próbál segíteni a következő néhány szakasz, részletesen bemutatva az opciókat.

NB-IoT – keskenysávú IoT hálózat

Az NB-IoT (Narrowband IoT) a 3GPP által definiált LPWAN (Low Power Wide Area Network) technológia, melyet kifejezetten az alacsony adatigényű, energia-takarékos IoT eszközök kiszolgálására fejlesztettek ki. Műszakilag az LTE szabvány egy szűk sáv szélességű (mindössze 180 kHz-es) üzemmódja, amely lehetővé teszi a rendkívül kis adatsebességű, de megbízható és mélyen behatoló vezeték nélküli kapcsolatot. Az NB-IoT legfontosabb jellemzői közé tartozik az alacsony energiafogyasztás – egy megfelelően konfigurált NB-IoT eszköz akár 5–10 évig is képes elemmel működni –, valamint a megnövelt hatótávolság és beltéri lefedettség. Ez utóbbit a technológia speciális üzemmódjai te-

szik lehetővé: az úgynevezett kiterjesztett lefedettség (*extended coverage*) módokban az eszköz akár +20 dB jelnyereséget is kaphat a bázisállomástól, ami azt jelenti, hogy sokkal gyengébb jelet is képes értelmezni, mint egy hagyományos GSM modul. Az eredmény: az NB-IoT kapcsolat akár hétszer nagyobb lefedettségi területet biztosíthat, illetve mélyebben lévő helyszíneken (épületek pincéiben, föld alatti aknában) is fenntartható kapcsolatot nyújt, ahol a 2G jel már elhalványul. Az 1. ábra szemlélteti ezt a lefedettségbeli előnyt, amit tesztek is igazolnak: laboratóriumi mérések alapján az NB-IoT jelek akár két-három épületen belüli vastag téglafalon is áthatolnak, így a korábban kritikusnak számító beltéri helyszíneken is stabil kommunikáció érhető el.



1. ábra – Az NB-IoT esetén elérhető megnövelt lefedettség: az *extended coverage* mód akár +20 dB teljesítmény mérleg (link-budget) javulást is eredményezhet a GSM-hez viszonyítva, jelentősen növelve a cellák hatósugarát (Forrás: Ericsson).

Az NB-IoT által nyújtott sáv szélesség ugyan korlátozott (tipikusan max. ~250 kbit/s a letöltési irányban és ~20–60 kbit/s a feltöltési irányban), de az M2M alkalmazások döntő többségének ez elegendő, hiszen gyakran csak szenzor adatokat vagy rövid üzeneteket kell továbbítani. Cserébe a keskenysávú protokoll rendkívül spektrumhatékony és olcsó eszközöket tesz lehetővé. Egy NB-IoT modul ára jelenleg a legalacsonyabb a celluláris modulok között, köszönhetően az egyszerűsített felépítésnek és a nagy tömegű elterjedésnek. További

előny, hogy egy NB-IoT cella akár több száz ezer eszköz is képes kiszolgálni, így a hálózat skálázhatósága biztosított a jövőbeni IoT eszközáradat számára.

Alkalmazási területek

Az NB-IoT azon alkalmazásokban ideális, ahol viszonylag ritkán, kis adatmennyiséget kell küldeni, az eszköz többnyire statikus és gyakran elemes tápellátású. Ilyenek például a különféle okosmérés (smart metering) megoldások: gázt, vizet fogyasztó mérőórák távoli le-

olvasása, amelyek jellemzően óránként vagy napon-
ta csak pár adatcsomagot küldenek. Szintén jó példa
a környezetmonitoring: talajnedvesség-érzékelők, idő-
járás-állomások vagy levegőminőség-mérők, melyek
a hatalmas területi lefedettséget és mély behatolást ki-
használva akár erdők mélyéről vagy városi alagsorok-
ból is tudnak adatot küldeni. Az NB-IoT kiválóan hasz-

nálható okos város alkalmazásokhoz is, például okos
kukák töltöttségének jelentésére, utcai lámpák státusz-
üzeneteire, parkolóhely-érzékelő szenzorokhoz vagy
akár tűzjelzők és füstérzékelők hálózatba kötésére. A 2.
ábra néhány jellemző NB-IoT alkalmazási területet sorol
fel szemléltetésként.



2. ábra – Az NB-IoT technológia tipikus alkalmazási területei: példák között a közművek távmérése (gáz, vízfogyasztás), folyékony vagy túlnyomásos anyagok tartálszint-mérése, okos hulladékgyűjtők telítettségfigyelése, környezetmonitoring szenzorok, füst- és tűzjelzők hálózata, parkolóhely-érzékelők, valamint riasztó- és eseményérzékelő berendezések távfelügyelete.

Összefoglalva, az NB-IoT egy rendkívül takarékos és
mélységi lefedettséget nyújtó hálózat, amely tökéle-
sen alkalmas a 2G kiváltására minden olyan esetben,
ahol az adatátviteli igény kicsi, nem kritikus a valós ide-
jű kommunikáció, viszont fontos a hosszú üzemidő és
a nagy hatótáv. Ugyanakkor vannak olyan alkalmazá-
sok, amelyek igényeit az NB-IoT nem, vagy csak rész-
ben képes kielégíteni – ezekre kínál megoldást a LTE
Cat-M hálózat, amelyet a következő szakaszban mu-
tatunk be.

CAT-M – az LTE-M hálózat és előnyei

A CAT-M (vagy LTE Cat-M1), közismertebb nevén
LTE-M, a 3GPP által az LTE hálózat részévé szabvá-
nyosított másik IoT-specifikus üzemmód. A Cat-M

lényegében egy olyan LTE kapcsolatot jelent, amely
ugyan csökkentett sávszélességű és forgalmú, de meg-
őrzi a "hagyományos" 4G hálózat számos képességét.
A Cat-M modulok a szolgáltató 4G celláira csatlakoznak
(jellemzően 1,4 MHz sávszélességű vivőn a meglévő
LTE spektrumon belül), és ennek köszönhetően támo-
gatják a cellák közötti átadást (handover). Ez azt jelenti,
hogy a Cat-M eszközök mozgás közben is folyamatos
kapcsolatban maradhatnak, ellentétben az NB-IoT-val,
amely statikus működésre optimalizált és csak korlá-
tozott mobilitást enged. A Cat-M továbbá támogatja
a hang- és SMS-szolgáltatásokat az LTE hálózaton (VoL-
TE technológiával), így olyan alkalmazásokban is hasz-
nálható, ahol fontos a beszédátvitel vagy az SMS alapú
kommunikáció – például személyi vészjelzők, riasztó-
rendszerek kommunikátorai, liftek vész hívói stb. Mind-
ezek mellett a Cat-M eszközök ébreszthetők a hálózat

felől (támogatott a kétirányú, bármikor kezdeményezhető kommunikáció), ami lehetővé teszi például az eszköz távvezérlését vagy azonnali lekérdezését, szemben az NB-IoT eszközökkel, amelyek mélyalvó üzemmódban nem elérhetők azonnal.

A Cat-M adatátviteli képessége is nagyobb: tipikusan megabit/s nagyságrendű sebességet tud nyújtani (feltöltési (uplink) és letöltési (downlink) irányban is akár 1 Mbps körüli maximum), szemben az NB-IoT néhány tíz kilobites sebességével. Ezzel olyan feladatokra is alkalmassá válik, amelyeknél közepes mennyiségű adat mozgatására van szükség vagy gyors válaszidő kell. Bár a Cat-M modulok fogyasztása általában magasabb egy NB-IoT modulénál (hiszen szélesebb sávban és gyakrabban aktívak), még mindig rendkívül alacsony energiaigényűnek számítanak a régebbi 2G/3G modulokhoz viszonyítva. Elemes tápellátás mellett is jellemzően 5+ év üzemidő érhető el velük megfelelő konfigurációval.

A rádiós lefedettség terén a Cat-M is jobbat nyújt a hagyományos LTE-kliensnél, de valamelyest elmarad az NB-IoT extrém hatótávjától – cserébe a rendszerterhelhetősége (kapacitása) még nagyobb, akár egymillió eszközt is kezelhet egy cellában.

A Cat-M fő előnyeit a 3. ábra foglalja össze, piktogramokkal szemléltetve: ezek között szerepel az alacsony energiafelhasználás, a széles körű lefedettség (országos 4G infrastruktúrán), a mobilitás támogatása (handover a bázisállomások között), a nagyobb adatsebesség, a jövőállóság (többféle IoT felhasználási esetre is alkalmas, 2G/3G lekapcsolás esetén alternatívát nyújt, támogatja a távoli eszközfrissítéseket), a kedvező eszközki költség (a Cat-M modemek ára a 4G modemekének kb. fele) és a hang/SMS szolgáltatások nyújtása. E tulajdonságok összessége valóban vonzóvá teszi a Cat-M-et olyan alkalmazások számára, ahol a 2G kiváltása mellett valamilyen plusz igény is fennáll (pl. hangkommunikáció vagy mozgó eszköz).



3. ábra – A CAT-M (LTE-M) technológia főbb előnyei és képességei: alacsony energiafelhasználás (elemes eszközök több éves üzemidővel), kiterjedt lefedettség a 4G infrastruktúrán, mobilitás támogatása (cellaváltás mozgó eszközöknél), megnövelt adatsebesség (akár ~1 Mbit/s), jövőállóság (széles körű IoT eszköztámogatás, 2G/3G kiváltás és távoli frissítések lehetősége), alacsony eszközki költség (megfizethető modulok), valamint hang- és SMS-szolgáltatások integrálhatósága (VoLTE alapú hangátvitel).

Alkalmazási területek

A Cat-M adja magát minden olyan esetben, ahol az eszköz mozog vagy mobil hálózaton vándorol, illetve gyors reagálást igényel. Így például járműkövető és flottamenedzsment rendszerekhez ideális, hiszen

a mozgó járművek folyamatosan cellát váltanak – a Cat-M képes folyamatos adatkapcsolatot fenntartani, ellentétben az NB-IoT-val. Továbbá alkalmas hordozható készülékekben is, például idős vagy veszélyes munkát végző személyek vészhívó készülékeiben (mi-

vel támogatja a hanghívást). Ide sorolhatók az okosórák és viselhető okoseszközök: számos modern okosóra már beépített LTE-M modemet tartalmaz, ami lehetővé teszi, hogy a telefon közelében nélkül is kapcsolódjon a hálózatra (ezzel például gyerekek vagy idősek követése, elérése biztosítható anélkül, hogy hagyományos telefont hordanának). Ipari területen a Cat-M használható gépek távfelügyeletére, ipari automatizációs eszközök kommunikációjára is, főleg, ha nagyobb mennyiségű adatot (pl. szenzorok folyamatos adatstreamje) kell továbbítani vagy távoli szoftverfrissítést kell végezni. Riasztó- és biztonsági rendszerekben is megjelenik, ahol a megbízható és azonnali riasztási jelzés kritikus – a Cat-M alacsony késleltetése és kétirányú kommunikációs képessége ebben előnyös. Ezekén túl gyakorlatilag bármely olyan M2M alkalmazásban szóba jöhet, ahol eddig a 2G-t használták, de igény van valamely többletszolgáltatásra vagy nagyobb teljesítményre, amit az NB-IoT nem tud nyújtani. Érdemes kiemelni, hogy a Cat-M hálózatok is globális terjedésben vannak, de elterjedtségük még nem teljesen egységes: bizonyos országokban (elsősorban Észak-Amerika, Ausztrália, Ázsia egyes részei) a Cat-M az elsődlegesen támogatott LPWAN technológia, míg máshol (pl. Európa több országában) az NB-IoT dominánsabb, és a Cat-M csak másodlagos vagy kiegészítő szerepet kap. Magyarországon a nagy szolgáltatók – köztük a One Magyarország (korábban Vodafone) – mindkét technológiát elindították, így a hazai felhasználók szerencsés helyzetben vannak, mert igényeik szerint választhatnak a két IoT hálózat között.

LTE Cat-1 mint kiegészítő alternatíva

A 4G LTE hálózatok szabványában a különböző eszközök képességeit *Category* (kategória) osztályokkal jelölik. A Cat-1 volt az első kategória, amelyet még az LTE kezdetén definiáltak, és lényegében a legkisebb teljesítményű, még "teljes értékű" LTE kapcsolatot jelenti. A Cat-1 modemek tipikusan 10 Mbit/s körüli sebességre képesek letöltés irányban és 5 Mbit/s feltöltésre, ami jóval meghaladja az NB-IoT vagy Cat-M képességeit. Emellett a Cat-1 eszközök a normál LTE minden funkcióját támogatják (mobilitás, cellaváltás, VoLTE hang, SMS), hiszen belső felépítésükben gyakorlatilag megegyeznek a okostelefonos LTE modemekkel, csak kevésbé párhuzamosítva működnek. Felmerül a kérdés, hogy ha ilyen sokat tud a Cat-1, miért nem ezt használjuk mindenhol az IoT-ban? Ennek oka az energiaigény és a költség. A Cat-1 modulok áramfogyasztása jóval nagyobb, mint az NB-IoT vagy Cat-M moduloké, így elemes tápellátás mellett általában csak néhány hónap – jobb esetben 1-2 év – üzemidő érhető el ve-

lők, szemben az előzőek 5-10 évével. Továbbá az aktív adatkapcsolat fenntartása is több energiát igényel (bonyolultabb rádió és jelfeldolgozás zajlik a háttérben). Árképzés szempontjából pedig a Cat-1 modulok ára hagyományosan magasabb volt, bár az elmúlt év(ek)ben ezen a téren jelentős csökkenés történt, részben az új, *Cat-1bis* nevű változat megjelenésével. A Cat-1bis egy olyan változat, ahol a modul csak egyetlen antennával működik (szemben a Cat-1 alapvetően kétantennás MIMO igényével), így egyszerűsítve és olcsóbbá téve a készüléket, miközben a sebesség és funkció ugyanaz marad. Ennek köszönhetően ma már kaphatók kifejezetten IoT célra szánt Cat-1 modemek is versenyképes áron.

Mire lehet tehát jó a Cat-1? Olyan alkalmazási igényekre, ahol az NB-IoT vagy Cat-M képességei nem elegendőek. A 2G kiváltási forgatókönyvekben tipikusan két ilyen eset adódhat: az egyik a nagyobb sávszélesség igénye (például ipari kamerák, videó stream küldése, vagy egyszerre sok adat párhuzamos továbbítása), a másik pedig a széleskörű roaming igénye. Utóbbit az indokolja, hogy a Cat-1 modul egy hagyományos LTE modem, így bármely ország bármely LTE-hálózatára fel tud csatlakozni és roamingolni tud, nem kell hozzá speciális IoT hálózati támogatás a külföldi szolgáltató részéről. Ezzel szemben az NB-IoT és Cat-M esetén a roaming még viszonylag új terület: bár műszakilag lehetséges, a világ különböző szolgáltatói közti roamingmegállapodások kiépülése lassabban halad. Ha tehát egy cég például nemzetközi fuvarozáskövető eszközt fejleszt, és biztosra akar menni, hogy mindenhol lesz hálózat, a Cat-1 egyfajta *biztonsági választás* lehet. Fontos azonban megjegyezni, hogy ha a roaming partner hálózatában van Cat-M vagy NB-IoT, az is működhet, tehát a gyakorlatban ez egy összetett kérdés – mindenesetre a Cat-1 az "univerzális" kompatibilitás miatt kitűnik.

Összességében a Cat-1-et tekinthetjük kiegészítő alternatívának a 2G kiváltásában. Elsődlegesen érdemes NB-IoT- vagy Cat-M-megoldást választani a konkrét esetre szabva, de ha egyik sem megfelelő a szükséges követelmények miatt, akkor a Cat-1 adódik, mint kompromisszumokkal járó, de stabil megoldás. Napjaink moduljai gyakran több üzemmódot kombinálnak is: elérhetők például olyan LTE-M modulok, amelyek 2G-t és Cat-1-et is tartalmaznak tartalék opcióként. Így a fejlesztők akár "mindenes" eszközt is tervezhetnek, amely dinamikusan tud alkalmazkodni a hálózati lehetőségekhez (például alaphoz Cat-M-en kommunikál, de ha olyan helyre kerül, ahol csak 2G van, akkor átvált arra). Természetesen az ilyen komplexitásnak költségvonzata is van, ezért mindig mérlegelni kell, valóban szükséges-e.

Technológiaválasztási szempontok

Miután áttekintettük a lehetséges technológiákat, érdemes összefoglalni, milyen szempontok alapján dönthetünk egyik vagy másik megoldás mellett. Az alábbiakban felsorolunk néhány kulcsfontosságú kérdést, amelyek segíthetnek a választásban:

Az eszköz telepítési helye és lefedettségi igénye

Mennyire nehezen elérhető helyen lesz az eszköz? Milyen beltérben, pincében, esetleg föld alatt? Ha igen, előnyösebb lehet az NB-IoT, mivel kimagasló beltéri penetrációt biztosít. Kültéren, mozgó járműben használva viszont a Cat-M lehet jobb a zökkenőmentes (seamless) mobilitás miatt.

Adatátviteli mennyiség és gyakoriság

Mekkora adatcsomagokat küld az eszköz, és milyen gyakran? Ha csak napi néhány kB adatot, vagy óránként pár mérést, az NB-IoT bőven elegendő. Ha folyamatos adatfolyam vagy nagyobb (pl. képfájlok, videorészletek) továbbítása a cél, akkor a Cat-M vagy akár Cat-1 szükséges a sávszélesség miatt.

Valós-idejűség, késleltetés

Számít-e, hogy az eszköz milyen gyorsan reagál vagy kap visszajelzést? Ha fontos a <1 másodperces reakcióidő (például riasztás esetén), a Cat-M előnyben van, mert az NB-IoT-nál a hálózati késleltetés akár több másodperc is lehet.

Energiaellátás és üzemidő

Hálózati áramforrásról megy az eszköz vagy elemről/akkumulátorról? Ha elemes, hány évig kell bírnia cse-re nélkül? Ha 5-10 év a cél, NB-IoT a nyerő választás,

mert a leginkább optimalizált a hosszú alvási ciklusokra. A Cat-M is jó lehet, de valamivel rövidebb üzemidőt ad. Hálózati táp esetén ez a szempont nem kritikus.

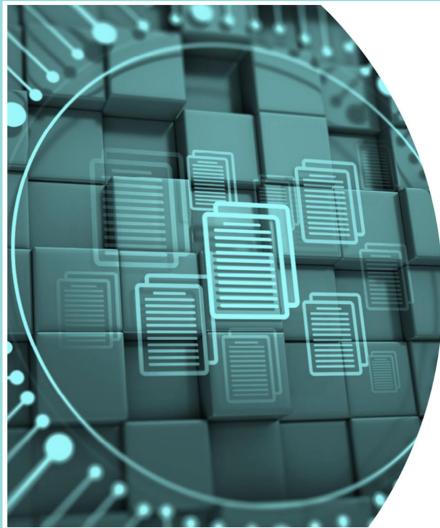
Hangkommunikáció és SMS igény

Szükség van-e arra, hogy az eszköz hanghívást kezdeményezzen vagy fogadjon (például személyi vészjelző készülék), vagy SMS-eket küldjön? Ha igen, akkor a Cat-M az egyetlen LPWAN opció, mivel az NB-IoT önmagában nem támogat hangot és SMS-t is csak korlátozottan (néhány speciális módon). Alternatív megoldásként szóba jöhet a Cat-1 is, amely természetesen kezeli a hagyományos mobil szolgáltatásokat.

Nemzetközi használat, roaming

Az eszköz egy országon belül marad, vagy utazik több ország között? Ha utóbbi, akkor meg kell vizsgálni, hogy azokban az országokban van-e NB-IoT vagy Cat-M támogatás és roamingmegállapodás a szolgáltatók között. Amennyiben bizonytalan a helyzet, a Cat-1 nyújthat biztos megoldást, mivel bármely 4G hálózathoz tud csatlakozni világszerte.

A fenti szempontok figyelembevételével már körvonalazódhat, mely technológia a legalkalmasabb egy adott projekthez. Gyakran nem is egyetlen megoldás, hanem egy **kombináció** kínálja a legjobb eredményt – például egyes eszközökbe olyan modemet építve, ami NB-IoT + Cat-M dual-mode, így a két hálózat előnyei egyaránt kihasználhatók, illetve hiba esetén van alternatíva. A 4. ábra összefoglalja a technológiaválasztási ajánlásokat röviden: statikus, kis adatforgalmú és hosszú élettartamú eszközökhöz NB-IoT, mobilitást vagy valós idejű kommunikációt igénylő feladatokhoz Cat-M, nagy sávszélesség vagy univerzális kompatibilitás igénye esetén pedig Cat-1 javasolt.



Összefoglalás

Technológiaválasztási javaslat

- **NB-IoT, ha:**
Statikus, alacsony adatigényű, hosszú üzemidejű eszköz szükséges
- **CAT-M, ha:**
Mobilitás, időkritikus válaszidő, vagy hang szükséges
- **CAT-1, ha:**
Nagyobb sávszélesség, videó, vagy full LTE funkcionálítás szükséges
Roaming

ONE SOLUTIONS 

4. ábra – Technológiaválasztási javaslat összefoglalása a 2G kiváltásához: **NB-IoT**, ha az eszköz jellemzően statikus, alacsony adatigényű és hosszú (több éves) üzemidejű; **CAT-M**, ha az alkalmazás mobilitást, időkritikus (valós idejű) kommunikációt vagy hangszolgáltatást igényel; CAT-1, ha nagyobb sávszélesség (pl. videó) vagy teljes LTE funkcionálítás szükséges, illetve, ha a globális roaming elengedhetetlen szempont.

(Megjegyzés: A 4. ábrában foglalt ajánlások általános érvényűek; egy konkrét projekt esetén mindig érdemes konzultálni a szolgáltatóval és tesztek végzését, mivel a hálózati lefedettség és a technológiák támogatottsága régióként változhat.)

javasolt lépések a felhasználók számára

A 2G-hálózatok kivezetésére való felkészülés nem halogatható tovább azoknak a szervezeteknek, amelyek nagyszámú M2M eszközzel rendelkeznek. Az alábbiakban összefoglalunk néhány ajánlott lépést, amelyeket érdemes megtenni a zökkenőmentes átállás érdekében:

Eszközleltár és kockázatelemzés

Első lépésként mérjük fel, hány és milyen típusú eszközünk függ 2G kapcsolattól. Prioritásként kezelendő azok, amelyek kritikus szolgáltatáshoz kötődnek (pl. biztonság, ügyfélszolgálat) vagy nehezen elérhetőek. Készítsünk listát a cserélendő eszközökről, és becsüljük meg, milyen következményekkel járna, ha ezek a 2G hálózat lekapcsolása miatt kiesnének.

Kapcsolattartás a szolgáltatóval

Vegyük fel a kapcsolatot M2M/IoT szolgáltatónkkal (mobiloperátorral), és érdeklődünk a 2G kivezetés ütemtervéről. Magyarországon például a szolgáltatók előre kommunikálják a kivezetés várható időpontját és területi ütemezését. Kérjük tanácsot tőlük az alternatív technológiákra vonatkozóan is – sok esetben testreszabott ajánlatokat tudnak adni NB-IoT vagy Cat-M alapú csereprogramokra, eszközbeszerzésre.

Pilot projektek indítása

Mielőtt nagyszabású cserébe kezdünk, érdemes kis léptékben kipróbálni az új technológiákat. Indítsunk pilot telepítéseket: például néhány reprezentatív helyszínen cseréljünk le 2G-s modemét NB-IoT vagy Cat-M modemre és monitorozzuk a teljesítményt. Figyeljük meg a lefedettséget az adott helyen, az adatküldés megbízhatóságát, a fogyasztást és bármilyen eltérést a régi működéshez képest. A pilot során szerzett tapasztalatok alapján finomíthatjuk a terveket (pl. ha bizonyos pin-cékben még NB-IoT-vel sincs elég jel, akkor antennát kell e helyeken kihelyezni stb.).

Hardver- és szoftverfejlesztés/átállás

Dolgozzuk ki a konkrét átállási tervet. Válasszuk ki a megfelelő új hardver modult (NB-IoT/Cat-M/Cat-1 vagy kombináció), és tervezzük meg a cserét. Ha szükséges, készítsünk átmeneti megoldást (pl. olyan modul,

ami egyszerre tud 2G-t és NB-IoT-t is, így előre beépíthető még a 2G lekapcsolása előtt). Ne feledkezzünk meg a backend rendszer módosításáról sem: ha eddig SMS alapú kommunikáció volt, álljunk át IP-alapú protokollra (HTTP, MQTT stb.), gondoskodjunk a szükséges szerveroldali fejlesztésekről és biztonsági intézkedésekről (pl. titkosított adatkapcsolat).

Ütemezés és csere lebonyolítása

Készítsünk ütemtervet a csereakcióra, lehetőleg még a 2G leállítása előtt bőséges időt hagyva. Prioritásként cseréljük azokat, amelyeknél a legkritikusabb a folytonos működés. Érdemes régióként vagy szegmensként haladni, hogy a támogatási kapacitásunk (mérnökök, telepítők) se terhelődjön túl egyszerre. Kommunikáljuk az érintett ügyfelek vagy részlegek felé a várható leállásokat, ha lesznek, és biztosítsunk alternatívát a csere idejére, ha kell (például ideiglenes mobil egység).

Nyomon követés és optimalizálás

A cserék után figyeljük az új rendszer működését fokozottan. Elemezzük az adatkapcsolat költségeit (esetleg más díjsomagra lesz szükség), az akkumulátor élettartamát a valós adatok alapján, és optimalizáljuk a beállításokat (pl. üzenetküldési intervallumokat, PSM/DRX paramétereket) a tapasztalatok alapján. Jó gyakorlat egy dokumentált visszatekintés készítése is, hogy a tanulságok a jövőbeli IoT projektekbe átvihetők legyenek. Ezen lépések következetes végrehajtásával a szervezet felkészülten várhatja a 2G hálózat búcsúját, és minimalizálhatók a szolgáltatáskimaradások vagy váratlan meglepetések. A lényeg a proaktivitás: ne megvárjuk, amíg "sötétbe borul" a 2G, hanem előzzük meg a problémát időben végrehajtott migrációval.

Összefoglalás

A 2G technológia évtizedeken át megbízható alapját adta a gépek közötti kommunikációnak, azonban elérkezett az idő, hogy átadja helyét az új generációs megoldásoknak. Az NB-IoT és a Cat-M (LTE-M) hálózatok személyében két olyan alternatívát ismerhettünk meg, amelyek kifejezetten az IoT eszközök igényeire szabottak: előbbi a rendkívül hosszú élettartamú, mély lefedettséget igénylő, kis adatforgalmú eszközök számára ideális, utóbbi pedig a mozgó, gyors reakcióú vagy hangkommunikációt igénylő alkalmazásokhoz nyújt megoldást. A két technológia nem versenytársa, hanem inkább kiegészítője egymásnak: együtt alkotják a modern LPWAN eszköztárat, amelynek segítségével a 2G-s M2M alkalmazások szinte mindegyike kiváltható. Ahol pedig extrém igény mutatkozik (például vi-

deóátvitel vagy globális barangolás), ott az LTE Cat-1 technológia kínál további kapaszkodót a 4G hálózat teljes funkcionalitásának kihasználásával.

A sikeres átállás kulcsa a felkészülés és tervezés. Minden érintett szervezetnek javasolt időben áttekintenie jelenlegi eszközparkját és kommunikációs megoldásait, és megkezdeni a migrációs stratégiák kidolgozását. Szerencsés helyzet, hogy az új technológiák már most elérhetők és kipróbálhatók – Magyarországon is országsszerte rendelkezésre állnak az NB-IoT és LTE-M hálózatok a mobilszolgáltatóknál. Érdemes kihasználni ezt a rendelkezésre állást pilot projektek indítására, hogy az esetleges buktatók feltárhatók legyenek. A 2G-kivezetés nem csupán egy kötelező kör, hanem egy lehetőség is a rendszerek modernizálására. Az új IoT hálózatok bevezetésével a vállalatok olyan plusz szolgáltatásokat és képességeket is nyerhetnek (például hosszabb üzemidő, új érzékelési megoldások, valós idejű adatmonitoring), amelyekkel versenyképesebbé és hatékonyabbá tehetik működésüket.

A szerzőről



BOROS VIKTOR

a One Magyarország Zrt. (korábban Vodafone Magyarország) One Solutions üzletágának IoT szakértékesítési vezetője, több mint húsz év tapasztalattal az adatkommunikáció, M2M és IoT területén.

2018 óta vezeti a vállalat IoT-értékesítési csapatát. Karrierjét adatkommunikációs mérnökként kezdte, majd értékesítési ve-

zetőként dolgozott a GamaxNetnél, 2008-tól pedig különböző szerepkörökben a Vodafone-nál folytatta pályafutását. Kiemelt fókuszterületei közé tartoznak az M2M-szolgáltatások a projektmenedzsment, valamint az üzleti IoT-megoldások nagyvállalati és államigazgatási környezetben történő bevezetése. Villamosmérnöki diplomáját a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán, gazdasági tanulmányait pedig a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen végezte.

Generációváltás a mobil technológiákban

TASZNER ISTVÁN, STÁHL JÓZSEF és OLÁH MIKLÓS

Magyar Telekom Nyrt.

A 2G több mint három évtizeden keresztül szolgálta a hazai mobilkommunikációt és a digitalizáció elterjedését. A GSM volt az a technológia, amelyre a hazai mobilkommunikáció épült, amely lehetővé tette az okostelefonos korszak megszületését, a mobilinternet elterjedését és a digitális társadalom kialakulását.

Az új generációk gyorsabbak, biztonságosabbak, fenntarthatóbbak és jobban illeszkednek a modern igényekhez.

A Telekom és a Yettel közös 2G RAN együttműködése biztosítja, hogy a technológiaváltás Magyarországon zökkenőmentesen történhessen meg, miközben az ügyfelek támogatást kapnak ahhoz, hogy időben és hatékonyan tudjanak áttérni a jövő technológiáira.

A 2G tehát búcsúzik, de öröksége tovább él. A helyét olyan hálózatok veszik át, amelyek nemcsak a jelen kommunikációját, hanem a jövő digitális gazdaságát és társadalmát is meghatározzák majd. A 2G kivezetése egy olyan mérföldkő, amely lehetővé teszi, hogy Magyarország hálózati infrastruktúrája hosszú évekre versenyképes maradjon, és kiszolgálja a digitális gazdaság gyorsan változó igényeit.

Kulcsszavak: GSM, 2G kivezetés, M2M, spektrumhatékonyság, hozzáférési megállapodás

Bevezetés

A modern mobilkommunikáció történetét sokan az okostelefonok megjelenéséhez kötik, pedig a valódi forradalom jóval korábban, a GSM korszak kezdetén indult. Amikor 1994-ben Magyarországon elindult a 2G (Global System for Mobile Communications – GSM) technológián alapuló szolgáltatás, sokak számára még elképzelhetetlen volt, hogy a mobiltelefon néhány éven belül mindennapi eszközzé válik [1]. A GSM tette lehetővé először, hogy szinte bárhol biztonságosan lehessen telefonálni, üzenetet (SMS-t) küldeni, vagy akár kezdetleges adatátviteli szolgáltatásokat igénybe venni. A 90-es évek közepén egy 486-os PC vagy a Windows 3.1 számított csúcstechnikának, a mobilkommunikáció pedig inkább státuszszimbólum volt, mintsem hétköznapi eszköz.

A GSM azonban megteremtette azt a stabil és szabványos alapot, amelyre később a 3G, 4G és 5G generá-

ciók építkezhetek [2]. A 2G három évtizeden át megbízhatóan működött – sokkal tovább, mint ameddig eredetileg tervezték. A korai GSM-hálózatok kialakítása során még senki sem gondolta, hogy ez a technológia meghatározó szerepet fog játszani a globális digitalizációban, a későbbi rendszerek számos biztonsági és jelzésátviteli mechanizmusát pedig innen vezetik le.

Mára a mobilhálózati ökoszisztéma jelentősen megváltozott. A felhőalapú szolgáltatások, az IoT eszközök, az ipari digitalizáció, a streaming-alapú fogyasztás és a valós idejű kommunikáció olyan technológiai igényeket támaszt, amelyeket a 2G már nem képes hatékonyan kiszolgálni.

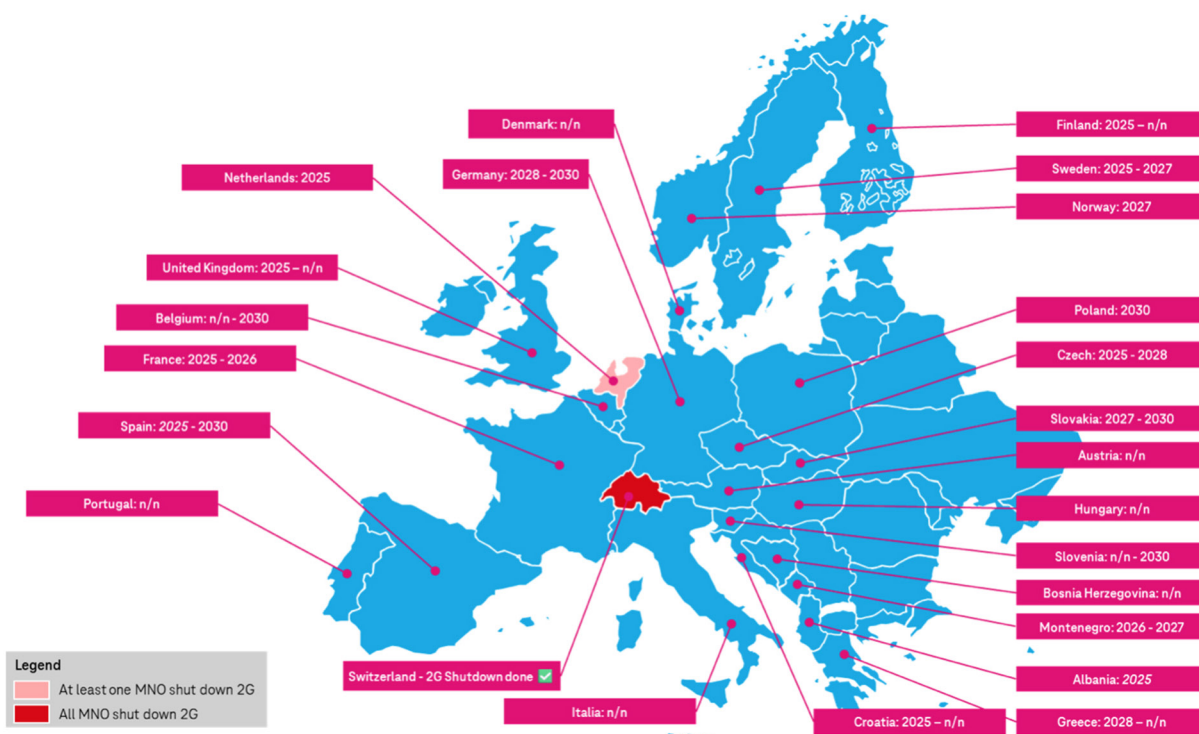
Ez a cikk részletesen bemutatja, miért időszerű a 2G technológia várható lekapcsolásáról szót ejteni és azokat a szolgáltatói lépéseket, amelyek lehetővé teszik a technológia jövőbeli fokozatos kivezetését.

Nemzetközi kitekintés

A mobiltelefon-hálózatok és technológiák töretlenül fejlődnek körülöttünk. A legtöbb felhasználó észre sem veszi, amikor egy újabb technológiai generáció kerül bevezetésre – a telefon továbbra is működik, az üzenetek kézbesítve lesznek, az internet pedig gyorsabb lesz. Van azonban egy váltás, amit már senki sem kerülhet el: világszerte megkezdődött a 2G hálózatok kivezetése. Ez az a rendszer, amely a kilencvenes közepén a hanghívások mellett lehetővé tette az első üzenetek (SMS) küldését, és amely hosszú időn át a mobilkommunikáció alapját adta.

Az új mobiltechnológiák elterjedésével párhuzamosan a hálózatüzemeltetők világszerte bejelentéseket tesznek a 2G hálózatok fokozatos kivezetéséről [3]. A szolgáltatói bejelentésekből kirajzolódó kép 2025–2030 közötti időszak várhatóan a legtöbb országban a 2G hálózatok fokozatosan kivezetésre kerülnek (ld. 1. ábra).

Ez a technológiai lépés azonban számos kihívást is rejt: a háttérben még mindig rengeteg eszköz – távfelügyeleti eszközök, bankkártya-terminálok, mérőórák, járműkövetők – a több évtizedes 2G technológiát használják. A hálózat lekapcsolása ezért nem csupán egy technikai korszak lezárása, hanem egy több szektort érintő átállás is, amelynek hatásai a hétköznapi emberektől a nagy ipari szereplőig mindenkit elérnek.



1. ábra – (Forrás: Deutsche Telekom, a GSMA adatai alapján)

A következő fejezetben részletesen ismertetjük a 2G hálózatok fokozatos kivezetésének főbb trendjeit és okait.

A 2G hálózatok várható lekapcsolásának háttere

Az egyes mobilhálózati technológiáknak egyszerre több elvárásnak kell megfelelnie. A mobilszolgáltatók számára korlátozott mértékben rendelkezésre álló frekvenciasávok hatékony kihasználása, az energiaha-

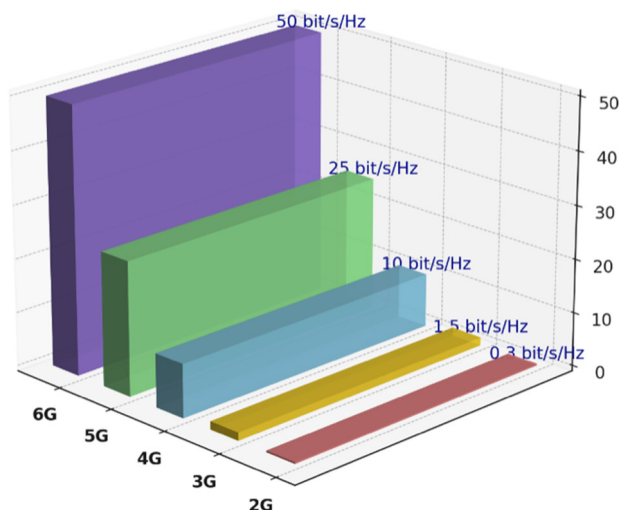
tékonyág, a biztonság és az elérhető szolgáltatások köre elsődleges szempontok. A technológiai fejlődésben ezeknek az elvárásoknak a 2G technológia egyre kevésbé tud megfelelni.

Spektrumhatékonyság

A mobilhálózatok fejlődésének egyik legfontosabb tényezője a rendelkezésre álló frekvenciasávok hatékony felhasználása. Míg a 2G technológia a maga idejében korszerűnek számított, mára frekvencia felhasználása rendkívül pazarló a modern LTE és az 5G NR technológiához képest.

A 4G és 5G hálózatok spektrumhatékonysága nagyságrendekkel jobb, mint a 2G-é, ami azt jelenti, hogy egységnyi frekvencián ezek a technológiák sokkal több adatot képesek továbbítani, lényegesen stabilabb módon és gyorsabban, jobb felhasználói élményt és szolgáltatás minőséget eredményezve (ld. 2. ábra).

3D Bar Chart of Spectral Efficiency Evolution in Mobile Network Generations



2. ábra (Forrás: Telekom)

A szolgáltatók a jövedelmezőséget és a befektetések térülését szem előtt tartva azokat a technológiákat részesítik előnyben, melyek a fenti hatékonysági elvárásoknak jobban megfelelnek.

Kommunikációbiztonság – a GSM titkosítása mára elavult

A GSM titkosítási algoritmusai a 90-es években fejlesztett, mára könnyen visszafejthető eljárásokra épülnek. A mai, végponti titkosítást, 256 bites kulcsot és korszerű PKI megoldásokat használó rendszerekkel összehasonlítva a 2G biztonsága már nem elegendő [4].

Számos ország – köztük az USA egyes államai és több nyugat-európai ország – éppen a biztonsági kockázatok miatt rendelkezett a 2G teljes és sürgős lekapcsolásáról [5].

Energiahatékonyság és fenntarthatóság

A 2G hálózati berendezések nemcsak a spektrum hatékony kihasználásában, hanem az energiahatékonyságban is messze elmaradnak a fejlettebb technológiától: többet fogyasztanak, gyengébb hűtési és integrációs technológiával üzemelnek, egy cella fenntartása sokszor többszöröse lehet egy modern rádióberendezésének. Összességében a 2G hálózat fenntartása így

nemcsak költséges, hanem a környezeti hatásokat és a kibocsátás csökkentési szempontokat is figyelembe véve előnytelen. A 2G infrastruktúra lekapcsolása, a spektrum felszabadítása és újra hasznosítása (refarming) lehetőséget teremt az energiahatékonyabb 4G/5G hálózatok alkalmazására és fejlesztésére.

Gyártói támogatások

A mobilhálózati ökoszisztéma globalizált: a chipset- és eszközgyártók határozzák meg, milyen technológiák érhetők el. A 2G hálózatok lekapcsolásával ezen technológia iránti kereslet szűkül, ezért az gyártók egyre kevésbé érdekeltek fejlesztő és gyártó kapacitásukat egy kifutó, túlhaladott technológiára lekötni. Végeredményben a kereslet csökkenésével a kínálat is szűkül, az eszközök és támogatásuk egyre költségesebbé vagy éppen elérhetetlenné válik. A következő mobilhálózati technológiák új generációi már nem fogják tartalmazni a 2G funkciót, egy újabb hálózatmodernizáció során a beszerezhető eszközök már nem lesznek 2G képesek. A mobilszolgáltatók meglévő infrastruktúráin egy ideig még működik a 2G, azonban a RAN és Core hálózati gyártók szállítók már leállították a biztonsági és interoperabilitást támogató funkciókon túlmutató fejlesztéseket.

A hálózati technológiák mellett a végponti eszközök esetén is hasonló folyamatok figyelhetők meg, a modern IoT eszközök többsége már csak LTE vagy NB-IoT kompatibilitással rendelkezik és nem támogatják a 2G-t.

Az eszköz szállítói oldalon zajló változások végeredményben azt jelzik, hogy a 2G technológia hosszabb távon nem lesz elérhető és fenntartható a mobilszolgáltatók számára.

Forgalmi trendek

A mobil adatforgalom jelenleg 99%-a 4G-n és 5G-n bonyolódik. A hanghívások terén is jelentős átrendeződés történt: a VoLTE (Voice over LTE) már a hazai hívások túlnyomó (90%-ot közelítő) részét kezeli, és egyre kevesebb készülék támaszkodik kizárólag a 2G-re.

A 2G hétköznapi felhasználása így visszaszorulóban van és a csökkenő használat ellenkező irányban fokozatosan növekvő fenntartási és üzemeltetési terhet rónak a szolgáltatókra.

Nemzetközi trendek és hazai illeszkedés

A 2G lekapcsolása világszinten is aktuális téma. Az Európai Unió országainak többsége 2025 és 2030 között

tervezi a GSM kivezetését és számos szolgáltató ezzel kapcsolatos tervét nyilvánosan is közzétette. Néhány példa:

- Németország: 2025-től fokozatos lekapcsolás
- Hollandia: a legtöbb szolgáltató 2025 végéig kivezeti
- Egyesült Királyság: 2030-ra ütemezett lekapcsolás

Magyarországon a szolgáltatók eddig nem közöltek ilyen terveket, ugyanakkor a fent ismertetett trendek eredményeként a hazai piacon hasonló időtávon számolni kell a hálózatok fokozatos majd teljes lekapcsolásával. A Magyar Telekom 2024 augusztusában egy hálózati együttműködést jelentett be a Yettel mobilszolgáltatóval, melynek célja, hogy ügyfelei 2G forgalmát 2026-tól kezdődően a társszolgáltató hálózatra támaszkodva továbbítsa, így az ügyfelei számára a szükségszerűen bekövetkező jövőbeli lekapcsolásig a szolgáltatást zökkenőmentesen biztosítsa [6]. Az alábbiakban a közös hálózati megoldás részleteit ismertetjük.

Hazai 2G hálózati együttműködés

Bár a 2G iránti hang- és adatforgalmazási igény összességében folyamatosan csökken, még jelenleg is vannak olyan ügyfélcsoportok és eszközök, amelyek részben vagy kizárólag erre a technológiára támaszkodnak, többek között: (i) idősek számára készült segélyhívók (pl.

Gondosóra), (ii) régebbi biztonságtechnikai rendszerek, (iii) ipari mérőórák és telemetriai eszközök, valamint (iv) POS-terminálok és egyéb M2M megoldások.

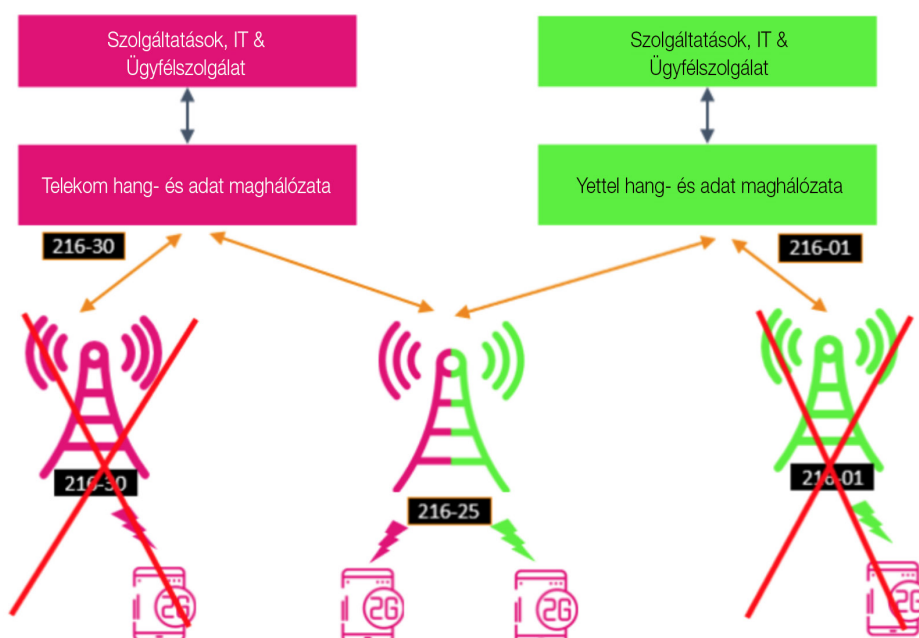
A közlemény alapján a hálózati együttműködést kezdeményező Magyar Telekom célja, hogy senki ne maradjon 2G hálózat nélkül, miközben racionalizálja a hálózatok fenntartásával kapcsolatos ráfordításokat (spektrum, üzemeltetés, energia).

Hogyan működik a közös 2G hálózat?

2026 elejétől a Telekom és a Yettel egy közös RAN (Radio Access Network) segítségével, azonos frekvenciablokkon, összehangolt infrastruktúrán biztosítja majd a 2G szolgáltatást mindkét szolgáltató saját ügyfelei számára.

A megoldás egyik legérdekesebb technikai eleme a **PLMN ID fordítás**. A közös rádióhálózat **216-25** azonosítót sugároz, amit SIM-ek érzékelnek, ugyanakkor a maghálózat felé már fordítás történik: a Telekom SIM-ek 216-30 azonosító, a Yettel SIM-ek pedig a **216-01** azonosító alatt látszanak (3. ábra).

Ez azt jelenti, hogy a rádiós hálózat fizikailag közös, de a felhasználó számára a megváltozott PLMN-ID mellett marad minden a megszokott formában. A PLMN ID fordítás mögött olyan hálózati logika és SIM-szintű működés áll, amely képes a telefon vagy IoT eszköz számára „láthatatlanná tenni” a fizikai változást.



3. ábra (Forrás: Magyar Telekom)

A megoldás előnyeit jelenti, hogy nincs szükség tömeges SIM-cserére, a készülékek többsége automatikusan csatlakozik az új PLMN-ID-val elérhető hálózatra, a hálózatüzemeltetés költsége és energiaigénye jelentősen csökken (2 helyett 1 rádiós hálózat) és a 2G továbbra is elérhető azok számára, akiknek erre szüksége van.

Bár a PLMN-fordítás és a közös hálózat a felhasználók többsége számára észrevétlen, vannak területek, ahol beavatkozás szükséges.

A hálózatban vannak speciális M2M-eszközök, fix PLMN ID „beégetéssel”, ezek az ipari készülékek firmware fixen a 216-30-es, 216-01-es, vagy 216-70-es PLMN-t keresik ezek az eszközök. Ezek az eszközök nem ismerik fel a 216-25-öt, nem tudnak csatlakozni az új rendszerhez, gyártói frissítést vagy átprogramozást igényelnek. Ez különösen érinti a régebbi mérőórákat, távfelügyeleti rendszereket, ipari vezérlőket. A szolgáltatók ezért már 2024–2025-ben megkezdtek a célzott kommunikációt az érintett vállalatokkal.

Régebbi **2G jelerősítők (repeaterk)** fix frekvenciára vannak hangolva és nem kompatibilisek az új, megosztott frekvenciahasználat miatti spektrumtartománnyal, emiatt rádiótechnikai zavarokat okozhatnak. Ezeket az eszközöket a szolgáltatók kampányszerűen felülvizsgálják, lekapcsolják, vagy modern, 4G/5G-kompatibilis beltéri rendszerekkel cserélik.

Bizonyos nagyvállalati és ipari rendszerek a Telekom és a Yettel hálózatát párhuzamosan, **redundáns módban** használták. A közös 2G hálózat miatt a redundancia részben csökken. Bár a szolgáltatók a maghálózat szintjén továbbra is szétválasztják a forgalmat, az igazi biztonságot már a 4G/5G alapú kettős kapcsolatok adják. Ebben az új környezetben a redundancia alternatív megvalósítása érdekében a szolgáltatók migrációs tervezést, eszközfrissítést, architektúra-konszolidációt támogatnak.

Ügyféltámogatás és kommunikáció

A technológiai átállás csak akkor lehet sikeres, ha az ügyfelek időben és érthetően kapják meg a szükséges információkat.

A szolgáltatók három nagy ügyfélszegmens speciális igényeit kell szem előtt tartásuk.

A nagyvállalati ügyfeleket dedikált account menedzsereken keresztül elérve egyedi felmérést, tesztelési lehetőséget biztosítanak és helyszíni támogatás mellett átállási ütemtervet határoznak meg.

A kis- és középvállalati ügyfelek számára részletes technikai segédletet, telepítési útmutatókat, kompatibilitási listákat és alternatív technológiákat ajánlhatnak.

Lakossági ügyfelek esetében kiemelten a Gondosóra kaphat kommunikációs támogatást. A Gondosórák esetében idővel szükségessé válik a korábbi eszközök cseréje (pl. csereprogram), illetve új (4G) kompatibilis, jövőálló készülékek ajánlása.

A cél minden esetben, hogy senki ne maradjon szolgáltatás nélkül, különösen azok, akiknek egészségügyi vagy biztonsági okból létfontosságú a működő készülék.

M2M a 2G után

A GSM lekapcsolása a megoldandó problémák mellett a M2M (machine-to-machine) kommunikációban fejlődési lehetőséget is teremt:

NB-IoT – a tömeges szenzorhálózatok alapja

- extrém mély beltéri lefedettség
- akár 10 éves akkumulátoridő
- kis adatigényű, tömeges eszközök
- ideális mérőórák, környezeti szenzorok számára

LTE Cat-M – a rugalmas középútas megoldás

- mérsékelt adatforgalom
- hangátvitel támogatása
- mozgó eszközöknél is stabil
- ideális logisztikában, e-mobilitásban, mezőgazdaságban

4G Cat-1 és Cat-1bis – amikor nagyobb sávszélesség kell

- gyors adatkapcsolat
- járműipari megoldások
- POS-terminálok, kamerák, fejlettebb ipari rendszerek

5G RedCap – a jövő technológiája

A 5G Reduced Capability (RedCap) várhatóan az IoT-korszak egyik legfontosabb technológiája lesz:

- alacsony fogyasztás,
- közepes adatsebesség,
- minimális késleltetés,
- jövőálló ipari és viselhető eszközök számára.

A RedCap különösen fontos lesz az automatizált gépek, robotizált logisztikai rendszerek és a kritikus ipari kommunikáció számára.

Mit jelent mindez a felhasználóknak?

A legtöbb mobiltelefon-felhasználó semmit sem fog észrevenni, mert a modern okostelefonok alapértelmezetten 4G/5G hálózatokat használnak, a 2G-re már csak hívás fallback esetén térnének vissza – de a VoLTE/VoWiFi elterjedésével és a 4G/5G hálózatok lefedettségének növelésével erre egyre kevésbé van szükség.

A 2G-s IoT eszközökkel lesz teendő, ahol a fejlesztőknek és üzemeltetőknek gondoskodniuk kell a migrációról: (i) firmware frissítéssel, (ii) SIM cserével, (iii) hálózati beállítások módosításával, (iv) régi eszközök cseréjével.

A 2G lekapcsolása energiatakarékosabb és gyorsabb hálózatot eredményez. A felszabaduló spektrumot a szolgáltatók 4G kapacitásbővítésre, vagy 5G fejlesztésekre használják, ami közvetlenül javítja a mindennapi felhasználói élményt.

Idővonal – egy valószínű forgatókönyv

2024–2025:

- eszközfelmérések, kommunikációs kampányok, vállalati konzultációk, labor- és élőhálózati tesztek (Telekom és Yettel közös rádiós hálózat átállás)

2026 eleje:

- a közös 2G rádiós hálózat indulása, PLMN ID fordítás élesítése, ügyfélmigrációs folyamatok felgyorsítása. (Telekom és Yettel közös rádiós hálózat átállás)

2026–2028:

- fokozatos áttérés 4G/5G alapú IoT technológiákra, a régi M2M eszközök lecserélése. (Piaci szereplők)

2030 körül:

- a nemzetközi trendekkel összhangban várható a 2G teljes kivezetése (Piaci szereplők)

Összefoglalás

A 2G több mint három évtizeden keresztül szolgálta a hazai mobilkommunikációt és a digitalizáció elterjedését. A GSM volt az a technológia, amelyre a hazai mobilkommunikáció épült, amely lehetővé tette az okostelefonos korszak megszületését, a mobilinternet elterjedését és a digitális társadalom kialakulását.

Az új generációk gyorsabbak, biztonságosabbak, fenntarthatóbbak és jobban illeszkednek a modern igényekhez.

A Telekom és a Yettel közös 2G RAN együttműködése biztosítja, hogy a technológiaváltás Magyarországon zökkenőmentesen történhessen meg, miközben az ügyfelek támogatást kapnak ahhoz, hogy időben és hatékonyan tudjanak áttérni a jövő technológiáira.

A 2G tehát hamarosan búcsúzik, de öröksége tovább él. A helyét olyan hálózatok veszik át, amelyek nemcsak a jelen kommunikációját, hanem a jövő digitális gazdaságát és társadalmát is meghatározzák majd.

A 2G kivezetése egy olyan mérföldkő, amely lehetővé teszi, hogy Magyarország hálózati infrastruktúrája hosszú évekre versenyképes maradjon, és kiszolgálja a digitális gazdaság gyorsan változó igényeit.

Nyilatkozat:

Jelen írás nem minősül a Magyar Telekom Nyrt. álláspontjának, az a szerző véleményét tükrözi.



4. ábra (Forrás: Perplexity AI)

Hivatkozások

- [1] Szentesi P., „20 éve indult a Pannon GSM és a Westel 900”, mfor.hu – Menedzsment Fórum. Elérés: 2025. november 23. [Online]. Elérhető: https://mfor.hu/cikkek/vallalatok/20_eve_indult_a_Pannon_GSM_es_a_Westel_900.html
- [2] R. S. Campos, „Evolution of Positioning Techniques in Cellular Networks, from 2G to 4G”, *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, köt. 2017, o. 1–17, 2017, doi: 10.1155/2017/2315036
- [3] GSA, „2G-3G Switch-Off July 2025”, Sheffield, UK, júl. 2025. Elérés: 2025. november 23. [Online]. Elérhető: <https://gsacom.com/paper/2g-3g-switch-off-july-2025/>
- [4] BEREC, „Report on practices and challenges of the phasing out of 2G and 3G”, BoR (23) 204, 0 2023. [Online]. Elérhető: <https://media.hotnews.ro/assets/document/2024/01/30/26864440-0.pdf>
- [5] S. Pier, „Even if T-Mobile doesn't shut down its 2G network, you should ditch your old phone for security reasons”, *PhoneArena*, aug. 2024, Elérés: 2025. november 23. [Online]. Elérhető: https://www.phonearena.com/news/2g-risks_id161489
- [6] Telekom M., „A Magyar Telekom megállapodásokat kötött frekvenciaértékesítésről és 2G hozzáférésről – Befektetői közlemények – Befektetőknek”, Magyar Telekom. Elérés: 2025. november 23. [Online]. Elérhető: https://www.telekom.hu/rolunk/befektetoknek/befektetoi_kozlemenyek/2024/augusztus_21

A szerzőről



TASZNER ISTVÁN

távközlési vezető 30 év szakmai és 20 év vezetői tapasztalattal. 1992-ben a BME Villamosmérnöki Karán szerzett Villamosmérnöki diplomát, majd 1996-ban dr. univ. címet Hírközlésmélet szakterületen. 2001 egy óta a Magyar Telekomban (korábban Westel) töltött be különféle szakértői és vezető pozíciókat. 2020

óta a Mobile Access Tribe vezetője. Ebben az időszakban valósult meg az 5G szolgáltatás indítása, a 3G kivezetése és a teljes mobil hálózat modernizációja, illetve a teljes szervezet agilis transzformációja. (e-mail: taszner.istvan.dr@telekom.hu)

Közreműködők



STÁHL JÓZSEF

távközlési szakértő 27 év szakmai és 14 év vezetői tapasztalattal. 1996-ban a BME Villamosmérnöki Karán szerzett Villamosmérnöki diplomát. 1998 óta a Magyar Telekomban (korábban Westel) töltött be hálózattervezéssel kapcsolatos szakértői és vezető pozíciókat. A 3G kivezetésben vezető hálózattervezési szakértői

és összefogó szerepet töltött be. A Telekom és Yettel közös rádiós hálózat átállás kialakításában a kezdetektől közreműködött hálózattervezési szakértőként. (e-mail: stahl.jozsef@telekom.hu)



OLÁH MIKLÓS

stratégiai szakértő, 27 év távközlési szakmai és 18 év vezetői tapasztalattal. Villamosmérnöki diplomáját 1994-ben szerezte a BME-n. Ezt követően az MTA kutatóintézetének munkatársa, majd 1998-tól a Magyar Telekom (korábban Matáv) marketing és termékfejlesztési területein töltött be szakértői és vezetői pozíciókat. Jelenleg a Magyar Telekom hálózati technológia váltáshoz kapcsolódó üzleti projektmenedzsment feladatokat lát el. (e-mail: olah.miklos@telekom.hu)

A 2G kivezetése és az online pénztárgépek jövője – technológiai és szabályozási fordulóponton

MIZSÁNYI ATTILA

NAV

Az online pénztárgépek 2013-as bevezetésekor olyan kommunikációs technológiát kellett választani, amely az ország teljes területén stabilan és költséghatékonyan működik. Akkoriban a 3G volt a meghatározó mobiltechnológia, a 4G még korlátozott lefedettséggel rendelkezett, a 2G pedig – bár technológiailag már akkor is régi – gyakorlatilag teljes országos eléréssel bírt. A pénztárgépek adóügyi ellenőrző egységei így végül 2G/GPRS adatkapcsolattal kerültek piacra, mivel ez biztosította a legnagyobb megbízhatóságot. A döntés helyességét az elmúlt évek is igazolták: a rendszer stabilan működik, a NAV által igényelt adatmennyiséghez pedig a 2G teljes mértékben elegendő.

A helyzet váratlan fordulatot vett, amikor a mobilszolgáltatók 2022–2023 között – európai trendekhez igazodva – kivezték a 3G hálózatot. Ennek hatására sok olyan pénztárgép, amely addig 3G-n működött, automatikusan visszaállt 2G-re. Bár ez technológiai visszalépésnek tűnhet, gyakorlati problémát nem jelentett, mivel a pénztárgépek kommunikációs igénye minimális. A 2G tehát nem szükségmegoldás, hanem olyan különösen stabil hálózat, amely még ma is alkalmas a folyamatos adatszolgáltatásra.

A kormányzat által elfogadott átállási ütem azonban világossá teszi, hogy az online pénztárgépek korszakának vége közeleg. A 8/2025. (III. 31.) NGM rendelet rögzíti az e-pénztárgépek és az e-nyugta műszaki követelményeit, és ezzel párhuzamosan meghatározza a jelenlegi rendszer kifutását. A szabályozás szerint 2026-tól új online pénztárgép már nem engedélyezhető, 2027-től üzembe sem helyezhető, 2028. július 1-jétől pedig egyáltalán nem használható. A jogalkotó tehát teljes életciklust határoz meg, amely független attól, hogy a mobilszolgáltatók mikor tervezik a 2G végleges kivezetését.

Az e-nyugta bevezetése jelentős szemléletváltást hoz. A papíralapú nyugta helyét digitális bizonylat veszi át, amely valós időben kerül továbbításra a NAV felé. A rendszer működéséhez a jogszabály 4G vagy annál fejlettebb adatkapcsolatot ír elő, mivel az e-nyugta – a korábbi adatszolgáltatási megoldásoktól eltérően – valós idejű bizonylat-kibocsátást és azonnali adatközlést követel meg. Ehhez stabil, késleltetés-szegény hálózati környezet szükséges, amelyet a 4G+ vagy az LTE-Advanced képes biztosítani.

Az online pénztárgépek és a 2G kivezetésének kérdése így különös módon találkozik: bár a 2G technológia az európai szolgáltatók többségénél várhatóan 2028–2030 körül kerül lekapcsolásra, Magyarországon ez nem okoz közvetlen kockázatot az online pénztárgépekre nézve. A rendszer ugyanis addigra jogszabályi úton megszűnik. Ez kivételesen ritka helyzetet eredményez: a technológiai és jogi környezet egyszerre érkezik ugyanarra a pontra.

A kereskedők, a forgalmazók és a gyártók számára a következő évek legfontosabb feladata nem a 2G-vel kapcsolatos technikai bizonytalanság kezelése, hanem az e-pénztárgépekre való átállás megtervezése. Az új eszközök nemcsak fejlettebb hálózati technológiát használnak, hanem kötelező gyártói támogatást, naprakész karbantartást és szigorúbb adatbiztonsági követelményeket is előírnak. Az e-nyugta rendszer ugyanakkor olyan digitális ökoszisztémát teremt, amely hosszú távon is alkalmas a valós idejű, ellenőrizhető és visszakövethető adóügyi működés támogatására.

Összességében a 2G a magyar online pénztárgép-rendszerben nem gyengeséget, hanem stabilitást jelentett az elmúlt több mint tíz évben. Most azonban egy technológiai korszak zárul le: 2028 után már nem a hálózati infrastruktúra korlátai szabják meg a működést, hanem egy új digitális rendszer váltja fel a régit. Az átállás nemcsak technológiai, hanem minőségi ugrás is: a bizonylatolás jövője a valós idejű, 4G+ alapú e-nyugta lesz.

A szerzőről



MÍZSÁNYI ATTILA

2012-től dolgozott az online pénztárgéprendszer bevezetésén a NAV kötelekékében, majd a működ-tetéssel, engedélyezéssel kapcsolatos hivatali fel-
adatok ellátásában vett részt. Tagja volt az e-nyug-
ta koncepcióját és jogsza-
bály javaslatát kidolgozó
csapatnak. Jelentős rálá-
tása van az online számla
adatszolgáltatás működé-
sére, hatásaira. 2022 óta a NAV Központi Irányítása
Kockázatelemzési és Adattudományi Főosztályát veze-
ti, elsődleges feladata az új technológiai lehetőségekre
épülő konkrét, gyakorlati megoldások kidolgozása és
bevezetése a NAV napi folyamataiba.

Felkészülés a 2G utáni korszakra az útdíjbevallásban

BÉKÉSI MIKLÓS

i-Cell

Egyre több országban – így Magyarországon is – mind inkább háttérbe szorul, vagy teljesen meg is szűnik a 2G hálózat, amelyet az útdíjbevallási eszközök (OBU, on board unit) is használnak. Néhány év alatt készülékek százazreit kell „átállítani” 4G-re, de ennek a legnagyobb kihívásai nem a gyártási kapacitásban vagy a logisztikában vannak, hanem az edukációban. Sok ügyfél ugyanis nem érti, miért kellene valamit lecserélni, ami működik. Ráadásul a fejlődés itt nem áll meg: a telematika nem is olyan távoli jövője a mélyebb adatelemzés, a hatékonyabb döntéstámogatás, az új üzleti modellek létrejötte – az 5G, a big data és az arra épülő mesterséges intelligencia (AI) lehetővé teszi a valós idejű adatelemzést, a gyorsabb és pontosabb döntések mindinkább automatizált meghozatalát.

Kulcsszavak: telematika, flottamenedzsment, flottakövetés, útdíjfizetés, útdíjbevallás, OBU, 2G, 4G, 5G, innováció

Bevezetés

A 2G és a 4G hálózatok működési sajátosságában az egyik fő különbség a stabilitás. Előbbi esetében, ha megnövekszik az eszközök száma, egyre kevesebb idő jut egy készülékre a hálózaton, ezért annak újra és újra fel kell jelentkeznie és hitelesíteni a kapcsolatot. A 4G hálózat esetében több „adatcsatorna” áll rendelkezésre; az adatkapcsolat folyamatos és így gyorsabb is. A hálózat egyszerre nagyságrendekkel több eszközt is elbír, mint a 2G, amely már most kapacitáshiánnyal küzd.

A szolgáltatók a 2G által elfoglalt sávokat sokkal jobban tudják hasznosítani újabb technológiáknál, így a 2G háttérbe szorul. A hibák is gyakoribbak és az ügyfelek is érzik, hogy a 2G-eszközök egyre kevésbé stabilak. Nem csoda, hogy a gyártók nem preferálják már, és nem fejlesztik tovább.

Ágazati előrejelzések szerint a 2G-s hálózaton – ha egyáltalán megmarad – idővel csak azok az eszközök működnek, ahol nem fontos a folyamatos kapcsolat. Jellemzően ilyen a közművek és a kritikus infrastruktúrák üzemeltetése, viszont az útdíjbevallásnál lényeges a folyamatos, stabil kapcsolat. Hivatalos dátum nincs, de szakmai körökben egyre inkább az a vélemény, hogy 2030 körül megszűnik a 2G Magyarországon. Ez azt jelenti, hogy három-négy év van felkészülni.

Éveken át tartó 4G fejlesztések

Az i-Cell ezt a felkészülést már évekkel ezelőtt megkezdte, mivel hatalmas, több százazres hardverállományt kezelünk; útdíjfizető egységek, flottamenedzsment eszközök és nyomkövető készülékek formájában. 2022-ben indítottuk el a 4G kutatásokat, először flottakövetési célokra, majd 2023-ban az útdíjfizetési eszközöknél is elindult a fejlesztés. 2024-ben már teszteltük az első 4G-s példányokat. 2025-től ügyfeleink számára már mind az i-Fleet flottakövetésben, mind az útdíjfizetésben elérhetők a 4G-s eszközök.

Azt tanácsoljuk, hogy akinek most van szüksége új készülékre az útdíjbevalláshoz, például a flotta bővítése miatt, az mindenképpen az idővel lényegében használhatatlanná váló – de jelenleg is elérhető – 2G-s egységek helyett egyből a legújabb technológiára ruházzon be. Ha pedig ezt az eszközt flottakövetésre is használják, akkor külföldön ez egy nagy előny, mivel több ország már át is állt az új rendszerekre.

A 4G előnyei

Már most is érdemes váltani annak, aki 2G-s készüléket használ. A 4G hosszú távon is garantálja az újonnan

megvásárolt eszközök technológiai élettartamát, vagyis aki most ilyet vásárol, az nemcsak a közeljövő esetleges technikai fennakadásait tudja kikerülni, de hosszú távon is biztonságosan és stabilan használható („future-proof”, azaz „jövőálló”) készüléket kap.

A technológiának számos előnye van:

- alacsony áramfelvétel,
- jobb lefedettség,
- nagyobb adatátviteli sebesség,
- jobb penetráció (épületek, fák nem árnyékolják le a hullámok terjedését),
- stabilabb (állandó) kapcsolat,
- gyorsabb indulás és gyorsabb csatlakozás a hálózatra.

Ha éppen nincs 4G lefedettség, az eszköz automatikusan vissza tud váltani 2G-re, amíg az elérhető. Beépített SIM-on-chip technológiát használ, ami biztonságosabb és roaming helyzetekben sokkal gördülékenyebb. Ez főleg nemzetközi fuvarozóknál óriási előny.

A csere kihívásai

Mivel az i-Cellnél hatalmas eszközállományról van szó, egyszerre képtelenség mindet lecserélni, a megoldás az ütemezett, fokozatos átállítás. Elsőként a legrégebbi eszközök kerülnek sorra, majd lépésről lépésre minden ügyfél átáll 4G-re. Csak így lehet biztosítani, hogy a 2G néhány év múlva esedékes „lekapcsolásakor” már mindenki zavartalanul használja a 4G-s eszközt.

Ugyanakkor komoly kihívásokkal is szembe kell nézni, egyrészt a logisztika és gyártás területén. A normál igények mellett jelentősen meg fog nőni a lecserélendő eszközök mennyisége is, ezért előre kell terveznünk, és szoros együttműködésre van szükség a gyártókkal. Az átállítás csak akkor lehet zökkenőmentes, ha időben lépünk.

A legnagyobb kihívás azonban nem is a gyártás, hanem az ügyfélkommunikáció. Sokan azt mondják: minek cserélnem, ha működik? Muszáj megértetni az érintettekkel, hogy ha az utolsó pillanatra hagyják a váltást, egyszerűen nem lesz rá elegendő kapacitás. Ezt a munkát mi már év elején elkezdtük, de az i-Cell számára a kezdetek óta kiemelten fontos az edukáció, mert az iparágban még mindig sok tévhit kering. A weboldalunkon havonta bemutatjuk a legújabb innovációinkat, a trendek változását és rendszeresen segítjük tájékoztató cikkekkkel a technológiai fejlesztések megértését. Vannak oktatóvideóink, tesztjeink a YouTube-on, valamint az országos- és a szaksajtóban is rendszeresen megjelenünk hírekkel, újdonságokkal.

A telematika jövője – 4G/5G

Ha a nagyobb képet nézzük, a telematika jövője egyértelműen a valós idejű adatokról szól. Az ügyfelek egyre inkább elvárják, hogy bármikor, bármilyen eszközzel hozzáférjenek a flotta adataihoz. A gyorsabb csatlakozás, az adatátviteli sebesség növekedése, az 5G lehetőségei mind ebbe az irányba mutatnak. Ezért is fontos, hogy most előre lépjünk, és ne ragaszkodjunk egy olyan technológiához, ami lassan a múlt része lesz.

Ma már minden adatot képesek vagyunk „elhozni”, ami az autón keletkezik és ezt az egyre nagyobb és egyre pontosabb adathalmazt egyfajta svédasztalként kezelve kiválasztjuk a számunkra fontos információkat. A big data elemzésével már nemcsak feldolgozzuk ezeket az adatokat, hanem ezek kombinációiból állítunk elő új adatot. Például: vezetési stílus = gyorsulás + motorfordulat + hűvővízhőmérséklet – mindez lehetővé teszi egy biztonságosabb és gazdaságosabb járműhasználat kialakítását. A prediktív karbantartási menetrend (ez már elérhető az i-Cellnél) átlátható képet ad a járműflotta állapotáról és a tényleges járműhasználat és teljesítmény összevetésével lehetővé teszi a karbantartás pontosabb megtervezését, a jövőben jó eséllyel bekövetkező események, műszaki hibák elkerülését.

A mesterséges intelligencia fejlődésével a flották automatikusan kezelhetik az útdíjak, parkolási költségek és egyéb tranzakciók fizetését és elszámolását. Az 5G szerepe az önvezető flották fejlődésében is kulcsfontosságú, mert lehetővé teszi a járművek közötti (V2V, vehicle-to-vehicle), illetve a járművek és minden más közötti kommunikációt (V2X, vehicle to everything). Szintén az 5G teszi lehetővé, hogy a már kamerákkal felszerelt autók élő közvetítést küldjenek a központnak. A valós idejű HD és 4K videóstreaming lehetővé teszi a flottamenedzsereknek, hogy azonnal reagáljanak a rendkívüli helyzetekre. Mindez nemcsak biztonságosabb, környezettudatosabb és gazdaságosabb közlekedést hoz, hanem új üzleti modellek létrejöttéhez is vezet.



(e-mail: miklos.bekesi@icell.hu)

A szerzőről

BÉKESI MIKLÓS

az i-Cell értékesítési igazgatója. A cég közel 30 éves tapasztalattal rendelkezik, a telematikai- és az útdíjfizetési piac egyik legnagyobb szereplője. 40 különböző iparágban mintegy 30 ezer ügyfelet szolgál ki és több mint 230 ezer GPS-eszköz működik a rendszerein keresztül.

A 2G kivezetése és a digitális banki infrastruktúra új korszaka

SPILÁK VIKTOR, OLÁH ISTVÁN GYÖRGY

OTP Bank Nyrt

A mobil távközlési hálózatok technológiai fejlődése világszerte a második generációs (2G) rendszerek fokozatos kivezetéséhez vezet. Bár a 2G szerepe a lakossági kommunikációban marginálissá vált, a pénzügyi szektor infrastruktúrájában, különösen a fizetési, telemetria, felügyeleti és automatizált készpénzkezelő rendszerekben, továbbra is jelentős a jelenléte. A tanulmány célja a 2G kiváltásából eredő szektorális kockázatok, koordinációs kihívások és szabályozási szükségletek feltárása, valamint olyan intézkedési javaslatok megfogalmazása, amelyek támogatják az üzletmenet-folytonosságot, a kiberbiztonsági ellenállóképességet és az innovációs potenciált. Az elemzés megállapítja, hogy a pénzügyi ökoszisztéma több szereplőjének összehangolt, előre tervezett és szabályozói szinten támogatott átállása elengedhetetlen a biztonságos és zökkenőmentes migráció érdekében.

Kulcsszavak: 2G kivezetés, banki infrastruktúra, digitális transzformáció, mobilhálózatok, SMS-autentikáció, kiberbiztonsági, POS-terminálok, ATM-hálózat, szabályozás

Bevezetés

Az 1991-ben Finnországban kereskedelmi bevezetéssel induló 2G (második generációs) mobilhálózatok több mint három évtizedet szolgáltak a telekommunikációs infrastruktúra alapjaként. Az analóg hanghívásokból a digitális adatátvitelre való áttérést jelentő revolucionáris technológia ma már egy természetes, de szükséges végéhez érkezik. A 2G hálózatok kivezetésének folyamata Magyarország számára nem csupán technológiai kérdés, hanem egy olyan komplex infrastrukturális átalakulás, amely a digitális banki ökoszisztéma egészét is alapjaiban tudja megváltoztatni. A 2G kivezetésének sokoldalú hatásait, különös tekintettel a hazai bankszektor működésére, a kockázat-kezelési aspektusokra, valamint az előttünk álló kihívások megoldási lehetőségeire kiemelt hangsúlyt kell fektetnünk. A 2G technológia fajlagos adatátviteli és energiaszükséglet-jellemzői korszerűtlenek. Az egy hercz/átviteli adatmennyiség nagyságrendekkel kevesebb mint

a későbbi generációs szabványokon alapú szolgáltatói mobilhálózatokban. Az egy byte/energia mutató is hasonló, azaz mára a 2G elavult szolgáltatói technológia. Egy nemzetgazdaságban vannak nem többszörözhető, ezért szűkös erőforrások. Ilyen a föld légköre is. Úgy gondoljuk, hogy ezeket figyelembe véve, valamint az egyre növekvő mobilhálózati adatátviteli igényeket miatt indokolt Nemzetgazdasági szempontból a 2G technológia fokozatos kivezetése Magyarországon.

A 2G technológia

A másodgenerációs (2G) mobilhálózat a vezetékek nélküli telekommunikáció analóg rendszerből a digitális kommunikációs rendszerekbe való átmenete során jelentett egy fordulópontot. [1] Az 1991-ben kereskedelmi forgalomba bocsátott GSM-szabvány (Európai Távközlési Szabványok Intézete által kidolgozott szabvány, amely az analóg 1G rendszereket váltotta fel) gyorsan

a 2G-technológia domináns rendszerévé vált világszer-
te [2]. Több mint három évtizeden keresztül a 2G-háló-
zatok milliárdok számára biztosított hangkommunikáci-
ós szolgáltatásokat, és alapot teremtettek az azt követő
mobil generációk számára. [1]

2025-re azonban a mobiltelekommunikáció környeze-
te alapvetően megváltozott. A fejlettebb technológiák
– különösen a 4G LTE és az 5G – megjelenése tech-
nológiailag elavulttá és gazdaságilag fenntarthatatlan-
ná tette a 2G-hálózatok működtetését. [3] Ennek követ-
keztében 131 szolgáltató 65 országban már befejezte,
aktívan lebonyolítja vagy megtervezte a 2G-szolgáltató-
sok felfüggesztését. [1]

A 2G-kivezetési folyamat, bár technológiailag egysze-
rű és stratégiai megalapozott, összetett kihívásokat
jelent több érintett számára, beleértve az eszköz gyár-
tókat, telekommunikációs szolgáltatókat, szabályozó
szerveket, bankokat és végfelhasználókat.

Miért válik időszerűvé kivezetés?

A 2G technológia kivezetése elsősorban azért szüksé-
ges, mert a rendelkezésre álló frekvenciaspektrum szű-
kös és drága erőforrás, amit a korszerűbb 4G és 5G
hálózatok sokszorosan jobban hasznosítanak. [2] A 2G
rendszerek ugyan még mindig biztosítanak alap lefe-
dettséget és M2M-kommunikációt (Machine-to-Ma-
chine Communication), de a fajlagos adatátviteli kapa-
citásuk és szolgáltatási színvonaluk messze elmarad
a modern technológiáktól, ezért hosszú távon gátolják
a hálózatfejlesztést és az innovatív digitális szolgálta-
sok terjedését.

A szolgáltatók szempontjából a régi hálózatok fenntar-
tása egyre kevésbé térül meg, miközben a 2G-s eszkö-
zök aránya folyamatosan csökken, így az üzemeltetés,
karbantartás és energiafelhasználás költsége arányta-
lanul magas marad. [3] A 2G bázisállomások több ener-
giát fogyasztanak felhasználonként, mint a korszerű
4G/5G társaik, így a kivezetésük a telekommunikációs
szektor klímacéljai és fenntarthatósági vállalásai szem-
pontjából is kedvezőek. A felszabaduló frekvenciasáv-
ok újraosztása lehetővé teszi a gyorsabb, stabilabb és
energiahatékonyabb mobil szélessávú szolgáltatások,
illetve az ipari és városi IoT-megoldások (Internet of
Things) tömeges bevezetését. [4]

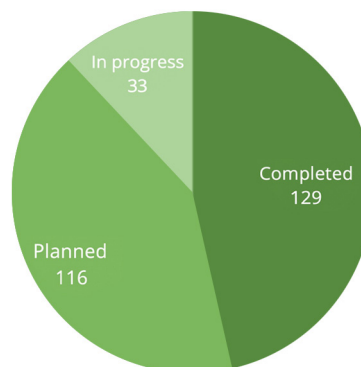
Biztonsági és szabályozási oldalról a 2G kivezetését
az is indokolja, hogy a GSM-technológia eredendően
gyengébb titkosítással, egyszerűbb azonosítási me-
chanizmusokkal és korlátozott hálózati funkciókkal
rendelkezik, mint az LTE (Long Term Evolution) vagy
az 5G. Ez az elavult biztonsági modell a mai komplex

penzügyi, ipari és kritikus infrastruktúrák mellett egy-
re nagyobb kockázatot jelent, különösen a mobil banko-
lás, M2M és IoT rendszerek esetében. Számos európai
országban ennek megfelelően már ütemezetten zajlik
a 2G/3G lekapcsolása, hogy a hálózatok egységesen
modern, IP-alapú és jól védhető architektúrára álljanak
át. [5]

Magyarországon a 2G-re épülő rendszerek – mint
egyes M2M eszközök, riasztók, pénztárgépek vagy
régóta nyomógombos telefonok – fokozatos kiváltása el-
kerülhetetlen, ugyanakkor tervezetten, a szolgáltatók
együttműködésével széles körű tájékoztatással és át-
meneti megoldásokkal szükséges végrehajtani. A cél
az, hogy a 2G megszüntetése ne szolgáltatáskimarad-
ást okozzon, hanem a digitális ökoszisztéma minőségi
ugrását: nagyobb lefedettséget, jobb adatkapcsolatot
és biztonságosabb, innovatív digitális szolgáltatásokat,
biztonságosabb infrastruktúrát a lakosság és a vállalat-
kozások számára egyaránt.

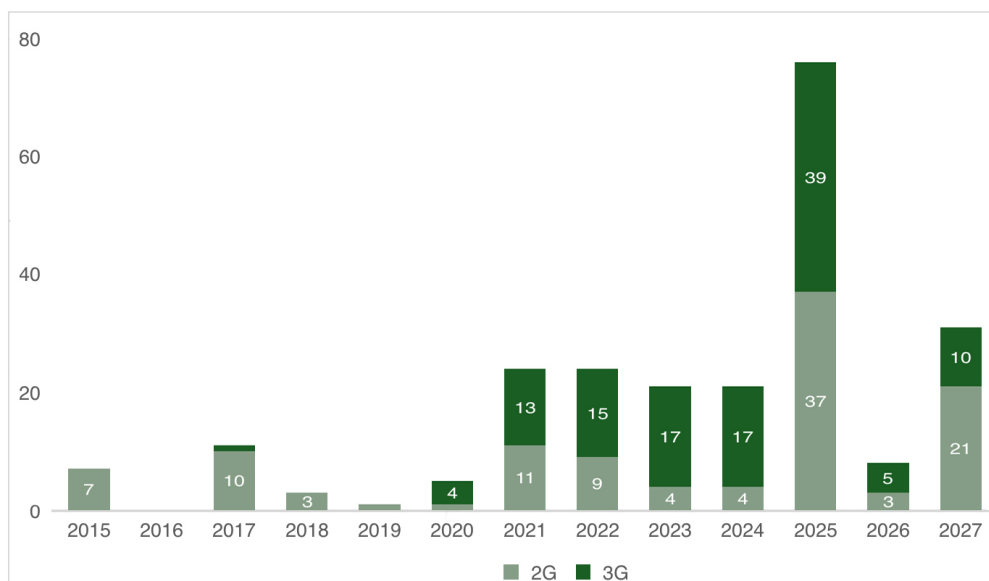
A 2G globális helyzete napjainkban és kivezetés ütemterve

Az elmúlt évtizedben a 3G és 4G (LTE), valamint a 5G
technológiák rohamos terjedésével párhuzamosan a
2G hálózatok forgalma drasztikus csökkenésnek in-
dult. A Global mobile Suppliers Association (GSA) 2025
júliusi jelentése szerint 83 országban 278 befejezett,
tervezett vagy folyamatban lévő 2G- és 3G kivezetési
törekvés volt azonosítható. 131 szolgáltató 65 ország-
ban fejezte be vagy tervezi 2G-hálózatának kivezetését,
ami növekedés a 2024. decemberi állapothoz képest.



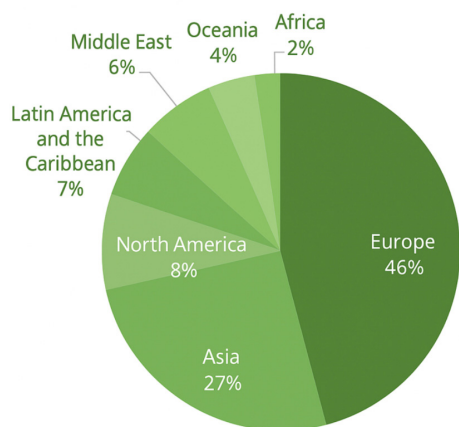
1. ábra – 2G és 3G hálózatok kivezetésének státusza világszerte [1]

Az 1. ábra azt mutatja, hogy 2025 júniusának végé-
ig összesen hány szolgáltató fejezte be, tervezi vagy
éppen végrehajtja a 2G és 3G hálózatok kivezetését.
A szolgáltatók száma hálózat típusonként (2G, 3G) külön-
került megadásra, összesen 129 szolgáltató már befejez-
te, 116 tervezi, és 33 jelenleg is dolgozik a kivezetésen.



2. ábra – A 2G és 3G hálózatok éves lekapcsolási trendje [1]

A GSA által azonosított 2G és 3G hálózatok leállítási sának befejezett és tervezett időpontjait vizsgálva az eredmények rámutatnak arra, hogy mindkét technológia kivezetésének üteme tovább fog gyorsulni, különösen a 3G esetében, amely 2025-ig gyorsabban tűnt el, mint elődje. Valójában az üzemeltetők körében a 4G-re és 5G-re való átállás 2025-ben volt legaktívabb, amikor 37 szolgáltató 2G és 39 3G leállítást tervezett. Megjegyzendő, hogy néhány leállítás nem szerepel a grafikonon, mivel a szolgáltatóknak nincs pontosan meghatározott időpontjuk, vagy már megkezdték hálózatuk kivezetését. [1]



3. ábra – A 2G és 3G hálózatok leállításával kapcsolatos törekvések régiók szerint [1]

A fenti eredmények alapján kimondható, hogy Európa hajtotta végre, illetve fogja végrehajtani a legtöbb lekapcsolást — ez nem változott a jelentés előző évek

vizsgálati eredményeihez képest. Ugyanakkor ez az arány csökkenést jelent a 2024 decemberében mért 47,2%-hoz képest. Ázsia továbbra is a második legmagasabb kivezetési rátával rendelkezik, 75-tel (27%), öt követi Észak-Amerika 21-gyel (7,6%). Latin-Amerika és a Karib-térség jelenleg 19 (6,8%), a Közel-Kelet 17 (6,1%), Óceánia 11 (4%), míg Afrika hét (2,5%) kivezetéssel rendelkezik.

A banküzem és a telekommunikáció

A banküzem telekommunikációs kapcsolata

A bankszektor és a mobiltelekommunikáció ma már szorosan összefonódó, egymástól kölcsönösen függő rendszerek: a bankok digitális szolgáltatásainak döntő része mobilhálózatokon működik, a mobilszolgáltatók pedig egyre inkább pénzügyi szereplőkké válnak (mobilpénz, mobilpénztárca, fizetési megoldások révén). A banki ügyfélkapcsolat súlypontja az elmúlt években a fiókokból a mobilalkalmazások irányába tolódott, számlainformációk, utalás, betétlekötés, értékpapír-vétel, fogyasztási hitelek jelentős része ma már mobilon történik. Technikai oldalról ezek a mobilbanki appok biztonságos adatkapcsolatot (titkosított IP-kapcsolatot), megbízható hálózati elérhetőséget és korszerű okostelefon-hardvert igényelnek, vagyis közvetlenül a mobiltelekommunikáció fejlettségétől függenek. [6]

Ezért is kiemelten fontos követni ezen fejlődési irányokat banki oldalról, hiszen nem csak a legmodernebb technológiák megléte, hanem akár egy már kivezetés

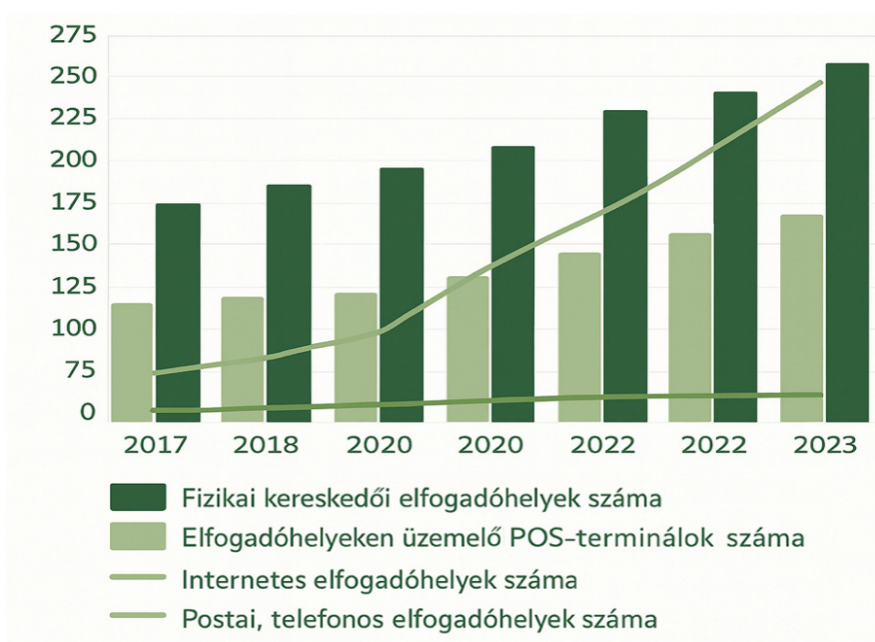
közeli megoldás is képezheti gerincét a mindennapi működésnek. Ezen kivezetésekre pedig időben és tervezett módon szükséges felkészülni annak érdekében, hogy az ügyfél irritációt elkerülhessük.

A banküzem 2G telekommunikációs főbb kitettségi pontjai az alábbiak:

- **Fizikai fizetési infrastruktúra:** POS-terminálok (Point of Sale terminal), mobilbankkártya-olvasók, automatizált önkiszolgáló eszközök;
- **Távoli felügyeleti rendszerek:** ATM-monitoring (Automated Teller Machine) vagyonvédelmi és riasztórendszerek;

- **M2M-kommunikáció és IoT-eszközök:** szenzorok, telematikai egységek, hálózati diagnosztika.

Az elmúlt évek adatai is azt mutatják, hogy a fizetési terminálok és ATM-hálózat mobilkommunikáción keresztül forgalma az elektronikus fizetési volumen drasztikus növekedésével párhuzamosan nőtt. Az internetes vásárlások száma az utóbbi évtizedben exponenciálisan emelkedett, ugyanakkor az offline csatornák, különösen az ügyfelek számára hozzáférhető POS-rendszerek egy része még mindig 2G-alapú kommunikációra támaszkodik.



4. ábra – A kártyaelfogadó hálózat főbb adatai [6]

A 2G technológia kivezetésének kihívásai

A pénzügyi szektor, valamint a telekommunikációs piac szereplői részletes tapasztalattal rendelkeznek azzal kapcsolatban, hogy milyen intézkedéseket szükséges megtenni egy technológia kiváltása során, hiszen Magyarországon 2023. november 13-án lekapcsolásra került a 3G, melyet egy részletes, több évig tartó tervezés és technológiai kiváltás előzött meg. Azonban fontos szem előtt tartani, hogy a 2G megszüntetése nem hasonlítható teljes mértékben a korábban végrehajtottakhoz, ugyanis a 3G lekapcsolása során a 2G hálózat továbbra is biztosította a hanghívásokat és az SMS (Short Message Service) szolgáltatást. Ez az átmenet zökkenőmentessé és a felhasználók számára kevésbé érzékelhetővé tette a technológiai váltást. [7]

A 2G kiváltása azonban ennél sokkal összetettebb, mivel a 2G hálózatok számos területen továbbra is kritikus szerepet játszanak:

- M2M (gép-gép közötti) kommunikáció;
- IoT eszközök és szenzorok;
- Banki és pénzügyi terminálok;
- Biztonsági és riasztórendszerek;
- Közműszektor infrastruktúrája (víz-, gáz-, áramszolgáltatás);
- Orvosi eszközök és távfelügyeleti rendszerek;
- Szállítási és logisztikai nyomonkövetés.

Ez a sokféle felhasználási terület azt jelenti, hogy a 2G lekapcsolásának előkészítése várhatóan hosszabb időt igényel és több ipari, kritikus infrastruktúra felkészítése is szükséges. [8]

Jellemző	3G lekapcsolása	2G kivezetése
Befejezés dátuma	2023. november 13.	2028–2030 (tervezett)
Technológiai háttérhálózat	2G továbbra is működik	Nincs fallback opció
Érintett terület	Nagyrészt fogyasztói eszközök	M2M, IoT, kritikus infrastruktúra
Felhasználók terhelése	Kis, szinte észrevétlen	Erős, sok eszközt érinti
Átállási nehézség	Közepes	Magas
Időtartam	Relatív gyors	Hosszú, fokozatos

1 Táblázat – 2G és 3G lekapcsolás összehasonlítása

2G technológia biztonsági aspektusai

A 2G-s hálózatok, bár elavultnak számítanak, egy implicit láthatatlan védelmi réteget biztosítottak az adott ökoszisztéma szereplői számára. A 2G-s mobilkészülékek jellemzően nem rendelkeztek internetes adatkapcsolati képességgel, valamint az általuk futtatott alkalmazások típusa és száma is korlátos volt, így az egyes visszaélési formák nehezebben, vagy egyáltalán nem voltak alkalmazhatóak. A régi technológiáról a 4G és 5G megoldásokra történő átállás során azonban az ügyfelek felé új támadási felületek nyílnak meg:

- **Ügyfél-eszközök adatkapcsolati veszélyeztetettsége:** Az új ügyfelek sok esetben nem rendelkeznek megfelelő digitális tudatossággal az internetes veszélyek tekintetében;
- **Mobilalkalmazás-alapú támadások:** A 4G és 5G hálózatokra már modern, számos alkalmazást futtatni képes készülékek fognak csatlakozni, melyek így ki lesznek téve a következő támadási formáknak:
 - o Kártékony alkalmazások – adatlopás, banki trójai, kémprogram
 - o Jogosultságvisszaélés – túl sok engedély (kamera, mikrofon, helyadat)
 - o Sérülékeny appok kihasználása – rossz kriptográfia, nyitott API [9]
- **Man-in-the-Middle (MITM) támadások:** Bár a modern kriptográfia nagyobb biztonságot nyújt, a tranzitív bizalom továbbra is érinthető maradhat. [10] [11] [12]

Operatív kihívások a bankszektorban

A 2G-kivezetés egyik legfontosabb kihívása a fizetési terminálokat (POS), valamint pénzkidó automátákat (ATM) érintő frissítések és cserék jelentik egy bank számára. A 2G-ből 4G/5G-re való migrációhoz szükséges lépések az alábbiak:

- **Eszköz-kompatibilitás vizsgálata:** Az előrege-dett terminálok nagy része nem rendelkezik 4G/5G chipset-tel;
- **Tesztelés és validáció:** Az új Android-alapú POS-terminálok tesztelése és implementálása;
- **Logisztikai koordináció:** Az eszközök lecserélése és az ügyfelektől való visszajuttatása;
- **Ügyféledukáció:** Az ügyfélkör felkészítése az új eszközök használatára.

Az átállás egyik legkritikusabb, gyakran alábecsült tényezője a hálózati lefedettség kérdése. A 2G-t több évtizeden át elsősorban hang- és alacsony adatforgalomra tervezték, ezért a szolgáltatók országosan, különösen vidéki, ipari és beltéri helyszíneken – stabil, mély beltéri penetrációt biztosítottak. A 4G és 5G-hálózatok kiépítése ezzel szemben kereskedelmi logikát követ: elsődleges prioritást élveznek a sűrűn lakott területek, városok, autópályák. Ennek eredményeként a bankok sok esetben olyan üzletekkel, benzinkutakkal, logisztikai telephelyekkel vagy falusi ATM-ekkel találkozhatnak, ahol a 2G jól működött, de a 4G jel gyenge, ingadozó vagy teljesen hiányzik. A lefedettség nemcsak földrajzi, hanem fizikai infrastruktúrához kötődő kihívás is. Vastag vasbeton falak, mélygarázsok, bevásárlóközpontok, páncélszobák vagy ATM-helyiségek árnyékolhatják a jelet. Mivel a modern POS-ok és ATM-ek folyamatos, stabil IP-kapcsolatot igényelnek – gyakran titkosított VPN-nel – már kisebb csomagvesztés vagy késleltetés is tranzakciós hibát, időtúllépést vagy terminál-fagyást eredményezhet. A bankok számára ez ügyfélpanaszt, bevételkiesést és reputációs kockázatot jelent. A lefedettségi bizonytalanságot súlyosbíthatja, ha a bankok egyetlen mobilszolgáltatóra támaszkodnak, illetve, ha nem áll rendelkezésre központi monitoring vagy jelminőség-mérés. A megfelelő átállási stratégia ezért lefedettség-auditot is igényel: helyszíni vagy távoli mérések, térképalapú elemzések, különböző szolgáltatók összehasonlítása, dual-SIM vagy multi operator

megoldások, esetenként külső antenna, router vagy vezetékes backup vonal megléte is szükséges lehet. Ahol a mobilkapcsolat nem garantálható, alternatív kommunikációs csatornát, például vezetékes IP-t, LTE-M-et vagy 5G-Fixed Wireless hozzáférést kell biztosítani.

Összességében a lefedettség nem pusztán technológiai kérdés, hanem üzleti kockázat. A sikeres 2G-kiváltás alapfeltétele a valós hálózati viszonyok megértése, a helyszínspecifikus tervezés és a folyamatos szolgáltatásbiztonságot garantáló redundancia kiépítése.

Szektorális koordináció és javasolt intézkedések

A 2G-hálózatok kivezetése rendszerszintű átstrukturálódást indít el a pénzügyi infrastruktúrában, amelynek sikere nagymértékben múlik a megfelelő előkészítésen, koordináción és ösztönző szabályozási környezet kialakításán. Az alábbi ajánlások olyan egymásra épülő eszközöket és intézményi gyakorlatokat foglalnak össze, amelyek biztosíthatják az átváltás kockázatminimalizált, gazdaságilag fenntartható és társadalmilag elfogadható megvalósítását. A jogszabályok technológia semlegesek. Emiatt a Nemzeti Média és Hírközlési Hatóság (NMHH) nem jogosult eljárni abban, hogy a távközlési szolgáltatók számára a koncessziós szerződésekben biztosított frekvencia tartományokat milyen technológiával hasznosítsák. Ennek ellenére azt gondoljuk, hogy a 2G kivezetés során az NMHH-nak jelentős koordinációs szerepet célszerű felvállalni a zökkenőmentes átváltás érdekében.

Országos szintű eszköz- és érintettség felmérés

A 2G-hálózatok kivezetésének előkészítéséhez elengedhetetlen ismerni, hogy hány, milyen funkciójú, mely földrajzi területen elhelyezkedő pénzügyi eszköz támaszkodik még a technológiára. A részletes feltérképezés több célt szolgál:

- kockázatalapú prioritásképzés (pl. ATM-hálózat vagy POS-infrastruktúra sérülékenysége);
- technológiai és beruházási szükségletek becslése;
- regionális digitális egyenlőtlenségek feltárása;
- transzparens, adatvezérelt döntéshozatal.

Az adatgyűjtésbe célszerű bevonni a bankokat, fizetési szolgáltatókat, távközlési cégeket, kereskedelmi szereplőket, valamint a szabályozói intézményeket. A felmérés eredménye nem csupán statisztikai jelentőségű, hanem a teljes átváltási stratégia kiindulópontja.

Többlépcsős, szinkronizált átváltási ütemterv

A 2G kiváltása időben és intézményi szereplők között összehangolt folyamatot igényel. A koordinálatlan, hirtelen átváltás szolgáltatáskimaradásokat, tranzakciós fennakadásokat és reputációs károkat okozhat. A többfázisú ütemezés javasolt elemei:

- **Előkészítő szakasz:** infrastruktúra-audit, szerződéses és technológiai felülvizsgálat;
- **Pilot és tesztidőszak:** kiszámítható kockázati környezetben végzett migráció;
- **Tömeges átváltás:** egységesített műszaki és kommunikációs protokollok alapján;
- **Monitoring és finomhangolás:** szolgáltatáskiesések, ügyfélpanaszok, hálózati teljesítmény értékelése.

Az ütemtervben elsőbbséget kell biztosítani a **kritikus fizetési rendszereknek**, például ATM-eknek, kártyaelfogadó hálózatoknak és pénzforgalmi szolgáltatásoknak, mivel ezek közvetlen hatással vannak a lakossági és vállalati gazdasági működésre.

Technológiai diverzifikáció ösztönzése

A 2G kiváltása nem csak technológiai lecserélést, hanem stratégiai modernizációt jelent. A kizárólag 4G vagy 5G irányába történő átváltás helyett érdemes diverzifikált megközelítést alkalmazni, amely rugalmasabb és költséghatékonyabb:

- LTE-M (Long Term Evolution for Machines): energia-takarékos, kedvező beltéri lefedettségű M2M-megoldás;
- NB-IoT (Narrowband Internet of Things): alacsony sáv szélességű, nagy eszközsűrűségű alkalmazásokhoz ideális;
- multimode eszközök: 2G/3G/4G/5G kompatibilitás a fokozatos átváltás támogatásához.

A diverzifikáció növeli a hálózati ellenállóképességet, támogatja a pénzügyi innovációt, és csökkenti az egy technológiától való függésből eredő rendszerszintű kockázatot.

Kiberbiztonsági előírások szigorítása

A 2G megszűnése egyben lehetőség is a kiberbiztonsági szint emelésre. A korszerű hálózati technológiák erősebb titkosítási és hitelesítési protokollokat kínálnak, amelyek normatív elvárássá tehetők. A javasolt intézkedések:

- end-to-end titkosítás használata pénzügyi adatátvitel esetén;
- két- vagy többfaktoros hitelesítés a gépi kommunikációban;
- biztonsági tanúsítási és minősítési rendszer létreho-

zása terminálok számára;

- központi incidenskezelési és jelentési kötelezettségek harmonizációja;
- kiberreziliencia gyakorlatok és stressztesztetek lefolytatása;
- a felhasználók felkészítése a Kiberpajzs program keretein belül. [13]

A pénzügyi szektor kiberbiztonsági szintjének erősítése nemcsak hálózati kérdés, hanem a fogyasztói bizalomfenntartás alapfeltétele is.

Szabályozói kommunikáció és edukáció

Az átállási folyamat csak akkor lehet társadalmi és gazdasági szempontból sikeres, ha a szereplők informáltak, felkészültek és együttműködők. Ennek eszközei:

- egységes, központi kommunikációs platform az átállási határidőkről;
- módszertani útmutatók bankok, kereskedők és szolgáltatók részére;
- ügyfél- és lakossági tájékoztatási kampány a szolgáltatásbiztonságról;
- szakmai konzultációk és kompetenciafejlesztő képzések;
- az érintettek, ügyfelek érdekeltté tétele;
- állandó tudásmegosztási fórum a szektor szereplői között.

Jövőbeni tervek és elindított együttműködés

A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság és a Magyar Bankszövetség közötti egyeztetés elindult, közösen kidolgozásra kerül egy olyan adatfelmérő, mely segít megérteni a magyar bankok kitettségét a 2G technológiával szemben. Adatgyűjtés a banki oldalon, a telekommunikációs szolgáltatók bevonásával 2026 Q1 során fog megtörténni, majd ezt követően az adatok közös kiértékelése és a kiváltás ütemezésének meghatározása következik. Erre azért is van szükség, mivel egy ilyen mértékű technológiai kivezetés többretegű, intézményközi együttműködést igénylő folyamat, sikere a stratégiai előrelátáson, a rendszerszintű koordináción és a társadalmi-gazdasági szempontokat is figyelembe vevő beavatkozásokon múlik.

Összefoglalás

A 2G kivezetése nem csupán egy technológiai fejezet lezárása, hanem a digitális banki infrastruktúra egy új korszakának kezdete Magyarországon. Az iparági törekvések azt mutatják, hogy az előre megtervezett, adatokra támaszkodó megközelítés, valamint a hatóságokkal és

a telekommunikációs partnerekkel történő szoros együttműködés nélkülözhetetlen a zökkenőmentes átmenethez.

Hivatkozások

- [1] Global mobile Suppliers Association, „2G and 3G Switch-Off,” 2025.
- [2] International Telecommunication Union, „Methods for determining “national long-term strategies” for spectrum utilization in certain countries,” *ITU Publications*, 2025.
- [3] Mobile Network Technical Experts Committee, „Assessing the carbon footprint of shutting down 2G and 3G networks and migrating their services to 4G/5G,” Mobile Network Technical Experts Committee, 2023.
- [4] International Telecommunication Union, „Spectrum management: Key applications and regulatory considerations driving the future use of spectrum,” 25 04 2025. [Online]. Available: <https://digitalregulation.org/spectrum-management-key-applications-and-regulatory-considerations-driving-the-future-use-of-spectrum-2/>.
- [5] Body of European Regulators for Electronic Communications, „Report on practices and challenges of the phasing out of 2G and 3G,” BEREC, 2023.
- [6] Magyar Nemzeti Bank, „Fizetési rendszer jelentés,” Budapest, 2024.
- [7] Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, „A 3G küszöbön álló búcsúja során a hírközlési hatóság a fogyasztók védelmére összpontosít,” 2023.
- [8] P. Kollár, „Mikor válhat időszzerűvé a 2G-mobilszolgáltatás kivezetése Magyarországon?,” *HTE Infokom*, pp. 15–18, 2022.
- [9] I. Cortes Jr., A. S. Albeshier, A. Alkhalidi és A. Aljughaiman, „Toward secure mobile applications through proper authentication mechanisms,” *PLOS ONE*, %1. kötet19, 2024.
- [10] G. S. Tuncay, „Android Permissions: Evolution, Attacks, and Best Practices,” *IEEE Security & Privacy*, %1. kötet22, pp. 40–49, 2024.
- [11] Y. Sharma és A. Arora, „A comprehensive review on permissions-based Android malware detection,” *International Journal of Information Security*, %1. kötet23, %1. szám3, pp. 1877–1912, 2024.
- [12] S. Garg és N. Baliyan, „Comparative analysis of Android and iOS from security viewpoint,” *Computer Science Review*, %1. kötet40, 2021.
- [13] „KiberPajzs,” [Online]. Available: <https://kiberpajzs.hu/>.

A szerzőkről



SPILÁK VIKTOR

az OTP Bank Nyrt.-nél felel csapataival az Infrastruktúra és Adatközponti szolgáltatásokért. Szakmai pályafutása során a UPC Magyarországnál, valamint a Liberty Globálnál volt felelős a Pan-European infrastruktúra üzemeltetésért. Tudományos fokozatát a Pannon Egyetemen szerezte meg szervezeti kultúra, vezetői szerepek és az információbiztonsági kiválóság kapcsolatainak elemzésére fókuszálva.

(e-mail: viktor.spilak@otpbank.hu)

ORCID: 0009-0009-3689-963X



OLÁH ISTVÁN GYÖRGY

(e-mail: istvan.gyorgy.olah@otpbank.hu, olah.istvan@uni-obuda.hu)

A HTE-ről dióhéjban

A **Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesület** tekintélyes, 76 éves múltjával hazánk infokommunikációs szektorának legpatinásabb szervezetévé vált. Munkássága a távközlési és az informatikai iparágtól, a hagyományos postai szolgáltatásokon át, az internetig és a médiavilágig terjed. Az egyesület 80 jogi tagot, valamint több mint 800 magánszemélyt számlál. Berkein belül közel 20 szakmai közösség munkálkodik meghatározott célok érdekében, a legjobb tudása szerint.

A HTE mellett, hogy kiemelt, véleményformáló szerepet tölt be a magyar infokommunikációs szakterület szabályozásában, működésében, fejlődésében, hazai és nemzetközi szakmai rendezvények elismert szervezőjeként is jegyzett.

A HTE naptárában nem telik el hét szakmai találkozók, előadások, kerekasztal beszélgetések és egyéb szervezett események nélkül, de házigazdája többek között olyan **országos szakmai nagyrendezvényeknek**, mint

- a **HTE Infokom**, amely az infokommunikációs hálózatok és alkalmazások legfrissebb piaci, műszaki és szabályozási kérdéseinek egyik legelismertebb rendezvénye,
- a **Drón szakmai nap**, ahol a pilóta nélküli légi járművek ipari, kutatási és szabályozási kérdései kerülnek középpontba,
- a **Mesterséges Intelligencia szakmai nap**, amely az MI gyakorlati alkalmazásait és etikai kihívásait mutatja be, valamint az **információbiztonság és adatvédelemmel foglalkozó rendezvények**, amelyek a digitális biztonság legújabb trendjeire és megoldásaira fókuszálnak.

Az egyesület az utóbbi években számos **nemzetközi tudományos konferencia és workshop** magyarországi megvalósítását nyerte el pályázati úton, így öregbíthette hazánk szerepét a világ infokommunikációs szakmájában (bővebb információ a HTE nagyrendezvényeiről: <http://www.hte.hu/nagyrendezvenyek>).

Az egyesület szerteágazó kapcsolatrendszerének, valamint szakmai taglistájának (amely lefedi az infokommunikációs szektor szinte teljes területét) köszönhetően teret ad a különböző vélemény- és információcseréknek, professzionális párbeszédnek, közös cél érdekében folytatott kollektív munkásságnak. Lehetőséget biztosít arra, hogy az iparág valamennyi képviselője – akár a mindennapi konkurálást is háttérbe szorítva – kommunikáljon fontos kérdéskörökben, kifejtse a jelen nehézségeit illetve jövőbeli elképzeléseit. Mindeközben az egyének szakmai kiemelkedésének, véleményformálásának is utat enged.

A HTE megkérdőjelezhetetlen erőssége, és így több évtizedes elismertségének egyik alapja, hogy mind munkásságában, mind véleményformálásában **szakszerű, kiegyensúlyozott és független**, felülemelkedik az esetleges politikai vagy éppen vállalati érdekeken.

Bő hét évtizedet és két tucat szakterületet pár mondatban összefoglalni szinte lehetetlen lenne, ezért inkább vázlatpontokban szemléltetjük, mi minden érinti manapság a **HTE tevékenységi körét**:

- hazai és nemzetközi konferenciák szervezése, lebonyolítása
- szakmai fórumok az internet technológiák és szolgáltatások elterjesztéséhez
- műsorelosztási és tartalomipari technológiák népszerűsítése
- rádiótávközlési technológiák ismeretterjesztése
- projektmenedzsment módszerek terjesztése
- szakmai folyóiratok, nyomtatványok kiadása
- nemzetközi kapcsolatok: együttműködés az IEEE-vel és más társszervezetekkel
- szakmai díjak odaítélése (pl. Puskás Tivadar-díj, Kempelen Farkas-díj, Pollák Virág-díj, HTE Fekete László-díj, HTE TOP 50 Nők a Mesterséges Intelligencia területén-díj)
- kiegyensúlyozott szakmapolitikai, szakmai véleményalkotás (minisztériumok felkéréseire és társadalmi egyeztetésekben), pl. részvétel a Nemzeti Infokommunikációs Stratégiában, a digitális átállás társadalmi kommunikációjában, az elektronikus hírközlési törvény szakmai véleményezésében, frekvenciatenderek szakmai támogatása, internethasználat jogalkotási javaslatlattétel
- főiskolák és egyetemek képzési és kimeneti követelmények véleményezése
- külföldi infokommunikációs eredmények honosításának segítése
- kutatásfejlesztési tevékenység támogatása

A HTE ars poeticájában tradicionálisan hangsúlyos szerepet kap a fiatalokkal való kapcsolat ápolása, a **szakmailag széles látókörű és tudományos érdeklődéssel bíró diákok tanulásának és pályaindításának segítése** – hiszen ők alkotják majd a jövő szakembereit. Az egyesület mellett, hogy az arra érdemes hallgatónak biztosítja a különböző rendezvényeken, konferenciákon, fórumokon való kedvezményes részvételt, és ezáltal a szakmai kapcsolatépítést is, különböző pályázatokat hirdet, amelyek díjazottai anyagi elismerésben is részesülnek. A HTE Diplomaterv és Szakdolgozat Pályázatára például az ország 15 egyeteméről nevezhetnek.

A HTE időszakos kiadványai mellett hagyományosan két folyóiratot jegyez: a **Híradástechnikát** és az **Infocommunications Journalt**. Míg előbbi a hazai szakmai élet történéseit, kérdéseit és működését elemzi, az Infocommunications Journal már nemzetközi elismertségre is szert tett, olyan nemzetközi adatbázisokban szerepelve, mint a Scopus, a Compendex és az Inspec. A lap kiadását a Nemzeti Média és Hírközlési Hatóság támogatja, szerkesztősége folyamatosan szervez keresztpublikációkat nemzetközi társlapokkal.

További információk:
www.hte.hu,
kérdéseit, észrevételeit pedig
az info@hte.hu címre várjuk!



