

Az 5G hálózat mobil távközlési hálózat

Az előzmények

1981-ben kezdték el a munkát egy európai digitális celluláris telefónia szabvány kifejlesztésén hangátvitelre. Az Európai Posta és Távközlési Konferencia létrehozta a Groupe Spécial Mobile bizottságot és folyamatos műszaki támogatást biztosított a párizsi székhelyű csoportnak. Öt évvel később, 1987-ben 13 európai ország 15 képviselője írt alá egy egyetértési nyilatkozatot Koppenhágában egy közös celluláris telefon rendszer kifejlesztéséről és üzembe állításáról. A kontinentális szabvány kifejlesztéséről hozott döntés végül egy egységes, nyitott, szabványos hálózat létrejöttéhez vezetett. 1989-ben a Groupe Spécial Mobile bizottságot áthelyezték a CEPT-től az Európai Távközlési Szabványok Intézetéhez (ETSI).

A GSM (Global System for Mobile Communications, eredetileg Groupe Spécial Mobile) az Európai Távközlési Szabványok Intézete (ETSI) által kifejlesztett szabvány a mobiltelefonok által használt második generációs digitális cellás hálózatok protokolljainak leírására. A mobil távközlés globális szabványa, több mint 90% a piaci részesedése, a világ több mint 219 országában vagy területén érhető el.

Az Európai Közösség 1987-es irányelvében ajánlotta a 900 MHz-es frekvenciasáv lefoglalását a GSM részére. A GSM leírások első fázisát 1990-ben tették közzé. Az első GSM hívást 1991. július 1.-jén indították. Harri Holkeri korábbi finn miniszterelnök Kaarina Suoniot, Tampere polgármesterét hívta föl. A használt hálózatot a Telenokia és a Siemens építette és a Radiolinija üzemeltette.

1991-ben kezdtek dolgozni GSM szabvány 1800 MHz-es frekvenciasávra kiterjesztésén. Az első 1800 MHz-es hálózatot 1993-ban állították üzembe az Egyesült Királyságban. Ugyanebben az évben a Telecom Australia üzembe helyezte az első Európán kívüli GSM hálózatot és elérhetővé váltak az első praktikus kézen tartható GSM mobiltelefonok. 1992-ben küldték az első szöveges üzenetet a GSM szabványban részét képező rövid üzenetszolgáltatás (Short Messaging Service, SMS) használatával.

A GSM szabványt az első generációs (1G) analóg cellás hálózatok helyettesítésére fejlesztették ki. Eredetileg egy teljesen kétirányú hangátvitelre szolgáló digitális, kapcsolat alapú hálózatot írt le. Később kiterjesztették adat kommunikációra, előbb kapcsolat alapú, azután csomag kapcsolt átvitelre a GPRS és EDGE szabványokban. A későbbiekben a 3GPP kifejlesztette a harmadik generációs (3G) UMTS, majd a negyedik generációs (4G) LTE szabványt, amelyek nem részei az ETSI GSM szabványnak.

A "GSM" a **GSM Association** védjegye. Vonatkozik a kezdetben leggyakrabban használt hang kodekre, a Full Rate-re is.

1995-ben elindult a kereskedelmi fax, adat és SMS üzenetküldő szolgáltatás. Üzembe helyezték az első rendszereket. A GSM előfizetők száma világszerte meghaladta a 10 milliót. Ebben az évben hozták létre a GSM Egyesületet (GSM Association). Az előre fizetett GSM szolgáltatás 1996-ban kezdődött. 1998-ra a GSM előfizetők száma világszerte meghaladta a 100 milliót.

2001-ben elindult az első harmadik generációs (3G) UMTS hálózat, az már nem része a GSM szabványnak. A GSM előfizetők száma világszerte ekkorra már meghaladta az 500 milliót. 2002-ben a 800 MHz-es frekvenciasávban működő GSM hálózaton és a Westel Magyarországon elindította az első a multimédia üzenetküldő rendszert (Multimedia Messaging Service, MMS). Az EDGE adatátviteli szolgáltatás bevezetése 2003-ban kezdődött. 2004-re világszerte már több mint egymilliárd GSM előfizető volt. a fejlesztések folytatódtak.

Az információtechnológia következő rendszerét 4G-vel a negyedik generációs vezeték nélküli szolgáltatásokat jelöli. A 4G rendszereket a szakértők szerint egy átfogó IP-infrastruktúra, nagy adatátviteli sebesség, nagy kapacitás és a nyílt Internetes szabványok használata jellemzi. A 4G-nél a mobil széles sávú rendszer továbbfejlesztett multimédiás szolgáltatásokkal bővült. Az „IMT-

Advanced”, (4G Wireless and International Mobile Telecommunication) 4G technológia jelenleg a mobil távközlési rendszerek közül a legfejlettebb, amely fix környezetben 1 Gbps, mobilkörnyezetben pedig akár 100 Mbps adatátviteli sebességet is biztosíthat.

Magyarországon, 2011 őszén indította el először a Magyar Telekom Budapest egy részén kísérleti jelleggel az LTE szolgáltatását az 1800 MHz-es frekvenciasávban. 2012-től már kereskedelmi forgalomban is elérhető. Magyarországon 2012 júniusában 38, 2013 márciusában 70, 2013 novemberében már 87, jelenleg 1371 településen érhető el 4G szolgáltatás a Magyar Telekom hálózatában.

Bár a Telekom mutatta be az első működő 5G állomást, de a kültéri szolgáltatást a Vodafone-nak sikerült elindítania elsőként 2019 októberében, Budapest belvárosának egyes részein. A szolgáltató 5G hálózata 2021 márciusára lefedte szinte egész Budapestet és több megyeszékhelyre is kiterjedt. Emellett néhány Balaton-környéki városban is felütötte a fejét, kültéren és beltéren is. A Vodafone 5G hálózata tehát mostanra megtalálható Budapest mellett Zalaegerszegen, Cegléden és környékén, Győrben, Siófokon. A szolgáltató létrehozott néhány hálózati pontot Miskolcon, Székesfehérváron, Debrecenben, Egerben, Pécsen, Szegeden is. A Vodafone is folyamatosan dolgozik a hálózat fejlesztésén, és azon igyekszik, hogy minőségi szolgáltatást nyújthasson felhasználóinak.

A Telenor Magyarország Zrt. sikeresen licitált a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (NMHH) által a 700MHz-es, a 2100MHz-es, a 2600MHz-es, valamint a 3600MHz-es frekvenciasávok hasznosítását célzó árverési eljárásán, és így az 5G szolgáltatás kereskedelmi bevezetéséhez szükséges új frekvenciasávokhoz jutott. A mobiltársaság a lehetséges maximumot - 140MHz-et – szerezte meg az 5G frekvencia úttörő sávjának számító 3600MHz-es frekvenciatartományban, ami egyben a legnagyobb kapacitást is jelenti e spektrumban. A vállalat emellett 2x5MHz duplex sávot szerzett a 700MHz-es tartományban. A frekvenciahasználati jogosultság 15+5 évre szól.

Magyarországon például a 3,6 GHz-es sávban folynak a tesztek, és távlatilag is csak a 26 GHz-es frekvencia van lefoglalva.

De miért is volt szükség erre a nagymértékű fejlesztésekre?

Részen az előfizetők számának rendkívül gyors növekedése mellett az áttöltött adatmennyiség, ezzel egyenes arányban a le/feltöltési idő lerövidítése. Ennél is lényegesebb, hogy a mobil hálózati szolgáltatásokra kiadható rádió-frekvenciatartomány véges. Ezért korszerűbb modulációs mód használatával kellett a nagyobb sebességeket elérni. (QAM¹ moduláció)

| Hálózatok: | 2G mobilhálózat | 3G mobilhálózat | 4G mobilhálózat | 5G mobilhálózat |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--|--|
| A bevezetés éve: | 1991 | 1998 | 2008 | 2020 |
| Támogatott szolgáltatások: | Beszédhívások, SMS | Beszédhívások, SMS | Beszédhívások, SMS, Internet, videó stream | Beszédhívások, SMS, internet, 4K videó stream, 3D videó, IoT |
| Adatátviteli sebesség: | 0,1 MB/s | 0,1–0,8 MB/s | 15 MB/s | 1–10 GB/s |

Most nézzük meg az 5G hálózat fő ismérveit.

Az 5. generációs mobil hálózat vagy 5. generációs vezeték nélküli hálózat, az angol név alapján rövidítve 5G, a 4G/IMT-Advanced standardok után következő telekommunikációs rendszer. A Qualcomm cég által 2016. októberben bemutatott csipje, a Snapdragon X50 5G modem, támogatja a

¹ Erről egy másik cikkben lesz szó bővebben.

28 GHz-es sávban való üzemelést, melyet milliméteres hullámsávnak is neveznek. A 800 MHz-es sávszélesség mellett lehetővé vált 35,46 gigabit per másodperces adatátviteli sebesség elérése is.

Az új hálózatnak köszönhetően a telekommunikáció az addiginál olcsóbbá válhatott, és az ügyfelek egyaránt használhatják a vezeték nélküli WLAN technológiát, vagy akár a VoIP internetes telefonrendszereket. Működése úgy történik, hogy amikor a hívó elhagyja a WLAN-körzetet, ezt a rendszer érzékeli és a mobiltelefon automatikusan átkapcsol a GSM-hálózatra. Ezt a váltást az előfizető nem is érzékeli, hiszen mindez automatikusan történik.

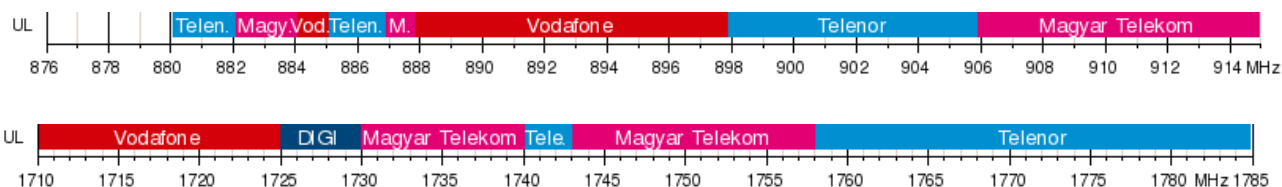
Az 5G hálózat nagyobb kapacitással működik, mint a 4G, ezzel nagyobb lefedettséget biztosíthat a széles sávú mobilos hálózatoknak, és támogatja az eszközök közötti, és a kiterjedt gépi kommunikációt is. Az 5G-s kutatás és fejlesztés céljai között szerepel, hogy a 4G-hez képest csökkentse a szerverhez viszonyított késleltetést és az akkumulátorhasználatot, így teremtve meg a lehetőséget a dolgok kifejlődéséhez.

A Next Generation Mobile Networks Alliance az üzleti és felhasználói igények kielégítése végett a rendszert 2020-ig kifejlesztette az 5G standardrendszert, amely a következő előírásoknak felel meg:

- Több tízezer felhasználónál az adatsűrűség tíz megabit másodpercenkénti nagyságrendű;
- Nagyvárosi környezetben 100 megabites másodpercenkénti forgalmat biztosít;
- 1 gigabites adatátvitel elérhető egy irodai szinten tevékenykedő dolgozók között;
- Vezeték nélküli szenzoros hálózatnak több száz ezres tagja is lehet;
- Jelentős hatékonyságnövekedés;
- Az LTE-hez képest jelentősen csökkenő késleltetés.

2019. április 5-én Dél-Korea lett az első ország a világon, ahol elérhetővé vált a hálózat átlagfelhasználók számára, és a szolgáltatást igénybe vevők száma júniusra elérte az egymilliót, júliusra pedig az 1,9 milliót. Magyarországon elsőként a Vodafone indította el a szolgáltatást 2019 októberében.

A magyarországi szolgáltatók 3G/4G frekvenciasávjai az alábbiak (Bázisállomásról lejövő ág.):



Az 5G bevezetése nem jelenti a 4G/LTE végét, ez inkább egy evolúciós lépés, amely kiegészíti a meglévő hálózatokat. Újabb innovatív szolgáltatások, alkalmazások és eszközök megalkotását is elősegítheti.

Az 5G potenciálja már körvonalazódik olyan jól definiálható területeken, ahol sok ember vagy gép lép kapcsolatba egymással. Városokban, stadionokban, koncerteken, egyetemeken, közigazgatási épületekben, gyárakban. Az 5G forradalmasítja a mobil adatkommunikációt. Az 5G-ben rejülő lehetőségek nem korlátozódnak csak a gyorsabb adatátvitelre. Az 5G hálózatok emellett szinte végtelen lehetőséget nyitnak új felhasználásokra, alkalmazásokra.

Ilyen felhasználási területek lehetnek, mint az *önvezető járművek*;

Az 5G mobilhálózat képességei révén az önvezető járművek önállóan, valós időben tudnak majd reagálni egymásra és a környezetük változásaira, így védve a biztonságunkat, szolgálva a kényelmünket. A napi ingázás ideje munkára vagy kikapcsolódásra lesz használható.

A forgalom optimalizálás

Szenzorok sűrű hálózata és az utakon közlekedőktől nyert információk alapján intelligens alkalmazások optimalizálják a forgalmat és a parkolást, automata drónok és elektronikus kisjárművek forradalmasítják a városi logisztika, a kiszállítások jelentős részét.

Rövidebb holtidő

Az 5G által elérhetővé válik a biztonságos, nagysebességű, érezhető késleltetés nélkül működő hálózat, lehetővé téve a termelő berendezések részletes és folyamatos állapotfigyelését, az egyes eszközök egymással és vezérlésükkel való összekapcsolását, a holtidőnek számító átállások leegyszerűsítését, lerövidítését.

Raktározás

A raktározási tevékenységgel, nagytávolságú szállítmányozással, vagy kiskereskedelemmel kapcsolatos nyomon követésre, folyamatos minőségellenőrzésre, azonosításra a biztonságos, de mégis gazdaságos megoldás az 5G-vel érkezik el.

Energetika

Az energetikai iparág, akár termelésről, akár közmű hálózatokról beszélünk, szintén nem nélkülözheti azt a képességet, amelynek révén pl. egyszerűbben és gyorsabban telepíthető szenzorok sokasága, biztonsági és monitoring rendszerek vigyázzák a kritikus infrastruktúra stabil működését, valós időben továbbíthatók részletes információk a vezetékes hálózatokkal nem rendelkező területekről is.

Az 5G-s mobilkommunikációs hálózat a fenti táblázatban szereplő frekvenciasávoknál magasabb frekvenciákon sűrűbb adóhálózatot igényel, mint a korábbi hasonló technológiák. A nagyfrekvenciás elektromágneses sugárzás károsíthatja az élőlényeket. A tartós lakossági kitettség nagyobb lesz, a hosszútávú egészségügyi hatások pedig vizsgálatok hiányában nem ismertek, ezért tudósok egy csoportja emberkísérletnek minősítette az 5G-s hálózat beindítását, és elhalasztását javasolta. Az 5G rendkívüli mértékben növeli rádiófrekvenciás sugárzásnak való kitettséget a már működő 3G- és 4G-hálózatok mellett. Az 5Gben használt frekvenciasávok erős ionizáló hatással vannak az emberi szervezetre.

A GSM/5G hálózat élettani kockázatai

A GSM hálózatok több különböző frekvenciatartományban működnek, többségük a 900 MHz vagy 1800 MHz sávban. Ahol ezek a sávok már ki voltak osztva, például Észak-Amerikában, ott a 850 MHz vagy 1900 MHz sávot használják. Néhány országban a 400 MHz vagy 450 MHz sávokat osztották ki, amelyek korábban az első generációs rendszerek használtak. A legtöbb harmadik generációs hálózat Európában a 2100 MHz sávban működik. A GSM időosztásos rendszer. Minden frekvencia időrésekre van osztva, ami frekvenciánként 8 Full Rate vagy 16 Half Rate csatorna használatát teszi lehetővé. A telefonok adóteljesítménye maximum 2 W lehet a 850/900 MHz sávban és 1 W az 1800/1900 MHz sávban.

Ahogy egyre több országban kezdték el 2019-től kiépíteni a hálózatokat, egyre több helyen keletkezett bizalmatlanság a különféle forrásokból tájékozódó lakosság egy részében a sokak által nem értett vagy a téves ismeretek alapján félreértelmezett és ezért félelmetesnek tűnő technológia iránt. Ezt nagymértékben fűtötték a különböző sajtóorgánokban és közösségi médiában megjelent híresztelések és áltudományos riogatások az új technológia vélt káros hatásairól. Svájcban, amely az elsők között kezdte meg az 5G rendszerek kiépítését, a lakosság körében terjedő félelemre építve a Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal felszólította az egyes kantonok kormányait a telepítések elhalasztására. Brüsszelben pedig a sajtójelentések szerint az emberek félelme miatt még 2019-ben felfüggesztették a nagy sebességű 5G vezeték nélküli Internet biztosítására irányuló kísérleti projekt terveit. A belga kormány később megállapodást kötött három távközlési szolgáltatóval a szigorú sugárzási szabványok enyhítésére, ami után a 2020. márciusban, a legtöbb városban el is indult a szolgáltatás, de Brüsszelben végül lakossági nyomásra mégis a halasztás mellett döntöttek. 2020.

január 25-én, Budapesten és Győrben magyarországi tüntetésekre is sor került, ahol a felszólalók hangzatos, de tudományosan nem megalapozott jelszavakkal igyekeztek fokozni a hangulatot (pl. mikrohullámú sütőkhöz hasonlították a bekapcsolt 5G-rendszereket). A tüntetésen felszólaló Pócs Alfréd egri orvos (akinek a pandémiával kapcsolatos megnyilvánulásai megalapozatlanok voltak) az Egri Városvédők Egyesületének elnöke az ötödik generációs cellás rendszerű mikrohullámú elektromágneses sugárzás (5G) bevezetését ellenző határozati javaslatot nyújtott be az egri önkormányzatnak.

Az egyre szélesebb körben terjedő, de a széleskörű tudományos konszenzus és az Egészségügyi Világszervezet (WHO) szerint is indokolatlan félelem egy olyan cikkből táplálkozik, amely sok sajtóorgánumban megjelent, és azt állítja, hogy hosszú távú vizsgálatok során összefüggést talált hím patkányok daganatos megbetegedései és a folyamatos besugárzás között. Bár a cikket sok nemzetközi tudományos fórumon komoly kritika érte a gyengén kivitelezett vizsgálati protokoll miatt, ezzel összefüggésben a Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség 2011-ben óvatosságból a 2B (vagyis „lehetséges emberi rákkeltő”) kategóriába sorolta (amelybe a valamiért "gyanús", de gyenge bizonyítékokkal rendelkező esetek tartoznak). A WHO később megerősítette, hogy a széleskörű vizsgálatok alapján kijelenthetjük, nem igazolható, hogy a rádiófrekvenciás sugárzásoknak bármilyen egészségkárosító hatása lenne.

Olvashatjuk, hogy az egészségügyben, a szakmai körökben is ellentmondó állításokat írnak le. Mind a két terület szakemberei állításaiban van igazság. Ugyanis egy fontos tényezőről igen kevés szó esik közöttük. Ez pedig az, hogy az emberi szervezetet a 300-700MHz feletti tartományban mennyi sugárterhelés éri főleg az ionizáló hatás kiváltását előidéző 2,3GHz és hatványozottan a felette lévő sávokban. A G1 készülékek megengedett maximális kimenő teljesítménye 25W volt, (450MHz) de 1992-ben már 10W-ra korlátozták. A G2 készülékek (ha emlékezünk a kihúzható/kihajtható antennás készülékekre a 900MHz sávban!) 5W-ot sugároztak, melyet rövid időn belül 2W-ra csökkentettek. Az 1800MHz sáv már csak 1W-al használható. A korszerűbb 3G/4G rendszer cellavezérlői a felhasználói készülékek kimenő teljesítményét visszaszabályozzák 10^{-6} BER szintig. Mindezek arra utalnak, hogy időközben az egészségügyben alaposan tanulmányozták a rádiófrekvenciás sugárteljesítménynek az emberi szervezetre való hatását, melyet megosztottak a készülékgyártókkal, mivel bizonyos betegségek kialakulásának növekedését az elektromágneses szmog növekedésével magyarázták.

Az elektromágneses teret közvetlenül nem érezzük, nem látjuk, de létezik. Gondoljuk át közvetlen hatását telefonunk használatakor milyen hatások érik szervezetünket. Telefonálás közben a fülünkhöz tett 2/1W teljesítményű (2G-3G-4G) készülékünk beépített „gömb sugárzó” antennája a kisugárzott teljesítmény körülbelül a fele az agysejtjeinket éri a beszélgetés teljes időtartama alatt. Ez a frekvenciától függően káros a szervezetünkre. Káros hatása, főleg a sokat telefonálók között, csak később, esetleg más megbetegedésünk okaként később jelentkezhet.

Már a G2 telefonokhoz 1996 óta, az EU előírásainak megfelelően tartozékként adták a vezetékes Handset-et. Használatával nem kell a fülünkhöz, az agyunk mellé tenni a rádiófrekvencia sugárzást kibocsátó készüléket. Ma már gyakran láthatjuk a tudatos használóknál, hogy Handset-et használnak, a telefont pedig a testüktől távolabb, de nem a sugárzásra érzékeny fejüknél tartják.

A 3G rendszer 2022 év végi tervezett kikapcsolása után (szolgáltatók tervezik, hogy a megszüntetésről tájékoztatást fognak kiadni) főleg a régebbi készülékeket használók csak beszédhívásokra tudják majd használni azokat. A 4G rendszerű készülékünk SIM kártyáját, ha azt 3-4 évvel ezelőtt vettük, a szolgáltatónál meg kell vizsgáltatni, hogy alkalmas-e a 4G/LTE rendszerben az Internet elérésére. Az esetleg szükséges átállítást térítésmentesen elvégzik. Akinek nem elegendő az 1-10 Mbps letöltési sebesség és a gyakori használata helyén van már működő 5G rendszer, (ezt a szolgáltatók közzétették, és folyamatosan frissítik a honlapjaikon) új készülék vásárlása ajánlott. Mivel a szolgáltatók az 5G-ben nem azonos sávokat használnak, célszerű és államilag támogatott új készüléket vásárolni kedvenc szolgáltatójuknál.