

Infokommunikációs hálózatok – hírközlő hálózatok

Bevezetés

Az infokommunikációs hálózatok alapjait a hírközlő hálózatok teremtették meg. Graham Bell az 1876. október 5–11. között megrendezett Centennial Exhibition of Arts, Manufactures and Products of the Soil and Mine elnevezésű philadelphiai világiállításon mutatta be már működő, hangátvitelre képes első telefonkészülékét. 1877 februárjában pedig már a Salemet Bostonnal összekötő, mintegy 25 kilométeres szakaszon a gyakorlatban is demonstrálta a hangátvitel lehetőségét elektronikus eszközökkel.⁸⁶ Az első telefonközpontot Puskás Tivadar ötlete alapján valósították meg az Egyesült Államokban. Puskás 1876 őszétől 1877 nyaráig Thomas A. Edison mellett a Menlo Park-i műhelyekben maga is dolgozott ennek megtervezésén, majd magának a telefonközpontnak az elkészítésén is. Ezek a találmányok tették lehetővé, hogy elektronikus úton hangkapcsolatot létesítsünk közvetlenül emberek, cégek között; ennek alapján fejlődtek ki a modern hírközlő hálózatok.

A technológia fejlődésével, az egyre újabb ötletek, találmányok megjelenésével és beépülésével mára gyökeresen átalakult – és további átalakulás alatt áll – a hírközlés. Az internet jelentette szabadság felhasználásával olyan alternatív távközlési módok jelentek meg, amelyek a következő évtizedekben nemcsak a hírközlés technológiáját, de az immár a több mint száz éve fennálló szolgáltatói modellt is várhatóan teljes mértékben megváltoztatják. Ha csak a hangátvitelt nézzük, akkor az internetprotokoll (IP) felhasználása ennek technológiájában, vagy a hagyományos hírközlési szolgáltatókat megkerülő, internetalapú kommunikációs szolgáltatók (ezeket hívjuk OTT-knek vagy alkalmazásszolgáltatóknak) és szolgáltatások megjelenése (például Skype) és elterjedése jól mutatják ezt a folyamatot.⁸⁷

Mindezek mellett azonban ma még működnek, és várhatóan még jó néhány évig, de akár évtizedig fennmaradhatnak az olyan, jelenleg is üzemelő hírközlő hálózatok, mint a fix (helyhez kötött) telefonok. Éppen ezért célszerű áttekinteni

⁸⁶ Szücs Péter: Technológiai fejlődés és hatása napjaink titkosszolgálataira. In Boda József – Dobák Imre (szerk.): *A nemzetbiztonság technikai kihívásai a 21. században*. Budapest, NKE Szolgáltató Nonprofit Kft., 2015. 21–26.

⁸⁷ Vö. Kovács (2015): i. m.

a ma prosperáló, a téma szempontjából, azaz a nyomozati munkában releváns hírközlő hálózatokat, valamint azt, hogy a nyomozás során milyen jellegű információkhoz juthat hozzá a nyomozó.

A kibernyomozók számára releváns hírközlő hálózatok

A hírközlési hálózatokon nyújtott szolgáltatások közül a kibernyomozók számára elsősorban az alábbiak lehetnek relevánsak:

- fix (helyhez kötött) telefonszolgáltatások;
- telefonalközponti szolgáltatások;
- mobiltelefon-szolgáltatások;
- mobilinternet-szolgáltatások.

2. táblázat: Magyarországon bekapcsolt hangátviteli csatornák száma az NMHH adatai alapján

Bekapcsolt hangátviteli csatornák száma (db)		
Időszak		Teljes piacra vonatkozó becsült érték (db)
év	hónap	
2018.	november	3 075 532
	december	3 079 730
2019.	január	3 078 517
	február	3 081 023
	március	3 074 304
	április	3 073 230
	május	3 072 389
	június	3 071 418
	július	3 071 872
	augusztus	3 067 483
	szeptember	3 065 633
	október	3 056 594
	november	3 051 943

Megjegyzés: A Magyar Telekom Nyrt., a Digi-csoport: (Invitel Zrt., DIGI Kft.), a Vodafone-csoport (UPC Magyarország Kft., Vodafone Magyarország Zrt.), a PR-TELECOM Zrt., a Tarr Kft., a ViDaNet Zrt. és a PARISAT Kft. adatai alapján. Ezek a szolgáltatók lefedik a vezetékes hangpiac 96%-át. (Bekapcsolt hangátviteli csatornák száma/lakosság szám)*100

Forrás: a szerző szerkesztése

Több ok miatt foglalkozik ezekkel a szolgáltatásokkal ez a fejezet. Egyrészt ezen szolgáltatásokhoz kapcsolódnak olyan hírközlési hálózatok, amelyek Magyarország területén megtalálhatóak, így azokból a megfelelő információk a nyomozók számára elérhetők és kinyerhetők. Másrészt ezen szolgáltatások használata még mindig jellemző hazánkban, még akkor is, ha egyes szolgáltatások (például fix – helyhez kötött – telefonszolgáltatások) felhasználási aránya folyamatosan csökken. Ezt mutatja be az alábbi, 2. táblázat.

Harmadrészt ezek közül az internetelérést biztosító szolgáltatásokhoz használt kiszolgáló infrastruktúra adja meg a lehetőséget az OtT-szolgáltatók vagy alkalmazásszolgáltatók által nyújtott, egyre jobban terjedő kommunikációs módok használatára. Jellemző, hogy a széles sávú internetelérést biztosító szolgáltatások aránya folyamatosan emelkedik hazánkban. Ezt mutatja az alábbi, 3. táblázat.

3. táblázat: Magyarországi nagysebességűinternet-előfizetések aránya az NMHH adatai alapján

Optikai és Docsis 3 hálózaton igénybe vett internet-előfizetések száma		
Időszak		Nagysebességű (30 Mbit/s feletti) internet-előfizetések aránya
év	hónap	
2018.	november	69,6%
	december	69,9%
2019.	január	70,3%
	február	70,5%
	március	70,9%
	április	71,1%
	május	71,5%
	június	71,8%
	július	72,2%
	augusztus	72,5%
	szeptember	72,9%
	október	73,5%
	november	74,0%

Megjegyzés: A Magyar Telekom Nyrt., a Digi-csoport: (Invitel Zrt., DIGI Kft.), a Vodafone-csoport (UPC Magyarország Kft., Vodafone Magyarország Zrt.), a PR-TELECOM Zrt., a Tarr Kft., a ViDaNet Zrt. és a PARISAT Kft. adatai alapján. Ezek a szolgáltatók lefedik a vezetékes szélessávúinternet-piac 90%-át.

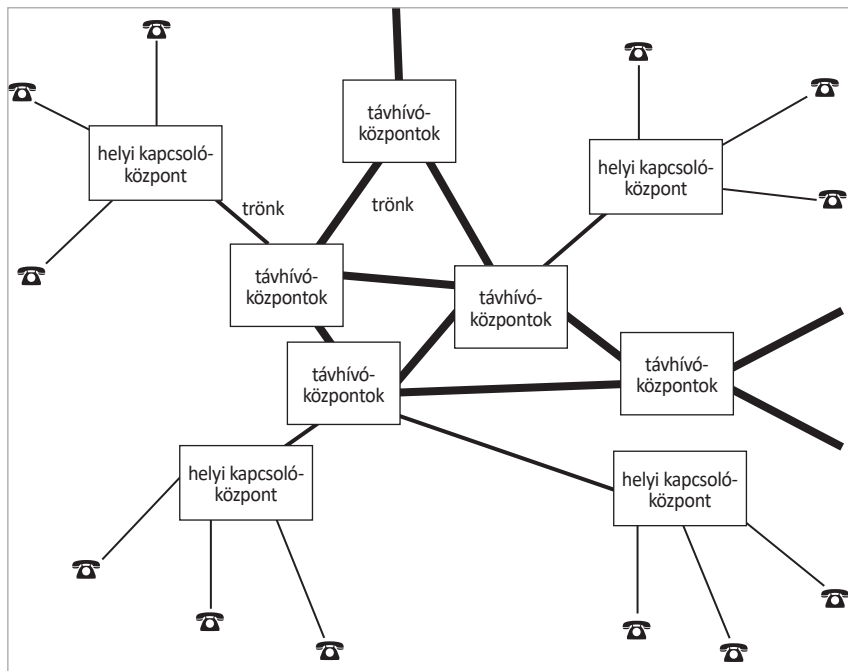
Forrás: a szerző szerkesztése NMHH 2019. alapján

A vezetékesinternet-szolgáltatásokat az *Infokommunikációs hálózatok – IT-hálózatok* fejezet mutatja be.

Fix (helyhez kötött) telefonhálózatok

Fix (helyhez kötött) telefonhálózatok felépítése

A fix (helyhez kötött) telefonhálózatok sematikus felépítését a 15. ábra mutatja.



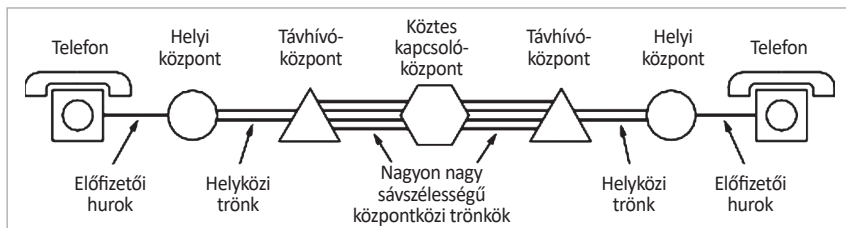
15. ábra: Telefonhálózatok sematikus felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése Andrew Tanenbaum – David Wetherall: *Számítógép-hálózatok*. Panem Könyvek. Budapest, Taramix Kft., 2013 alapján

Az egyes készülékek kapcsolóközpontokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz. Amikor A szám (hívó) hívja B számot (hívott), akkor ez a híváskezdeményezés

a helyi kapcsolóközpontba fut be. Amennyiben a hívott szintén ebbe a helyi kapcsolóközpontba van bekötve, akkor az előfizetők összekapcsolását ez a kapcsolóközpont elvégzi. Amennyiben a hívott fél másik helyi kapcsolóközponthoz kapcsolódik, akkor a hívás a távhívóközpontokon keresztül jön létre.

A 15. ábra csak eddig a hierarchiaszintig mutatja be telefonhálózatok működését. Ennél magasabb szintek is léteznek, így a távhívóközpontokat is további, úgynevezett köztes kapcsolóközpontok kötik össze, amelyek segítségével nagy távolságú hívásokat lehet lebonyolítani. Ezt mutatja be a 16. ábra.



16. ábra: Tipikus áramkörti út egy nagy távolságú hívás esetén

Forrás: a szerző szerkesztése Tanenbaum–Wetherall (2013): i. m. alapján

Korábban a rendszer minden eleme és átviteli útja teljesen analóg technológián alapult, ma már jellemzően teljes mértékben digitalizálták azokat. Természetesen köztes megoldások is megtalálhatók még, ahol bizonyos elemek (jellemzően az előfizetői készülékek és a helyi kapcsolóközpont bizonyos részei) még analógok maradtak. Ezek azonban általánosságban nem befolyásolják a nyomozó számára releváns információkat.

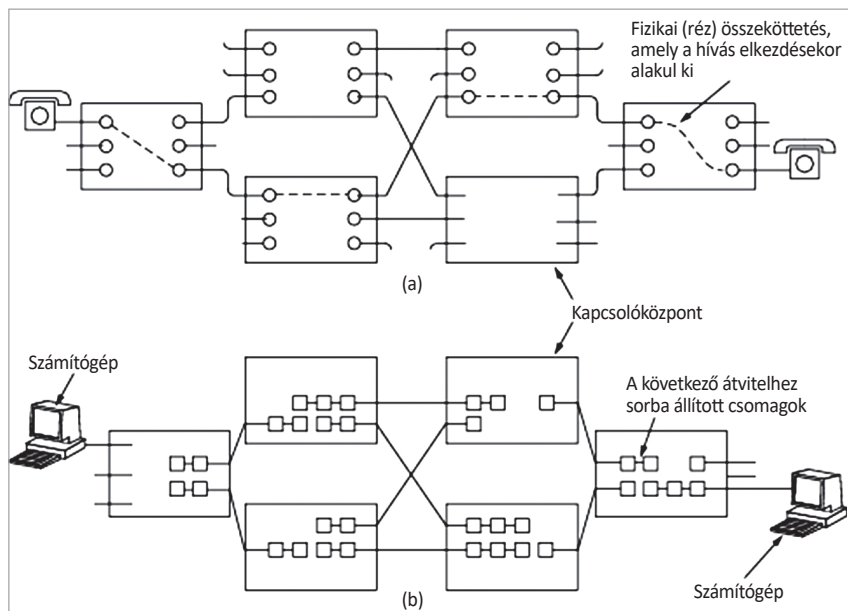
A nyomozások szempontjából fontos információkat a szolgáltatók által üzemeltetett kapcsolóközpontokban lehet fellelni, így a továbbiakban ezekkel foglalkozunk.

Napjainkban jellemzően két különböző kapcsolási módszert használnak a hívások felépítésére: az úgynevezett vonal- (vagy áramkör-) kapcsolt és az úgynevezett csomagkapcsolt technológiát.

Vonal- (vagy áramkör-) kapcsolt technológia

Ebben az esetben a hívás során a két végpont (hívó és hívott) között egy fix, dedikált kapcsolat épül ki, amely a hívás kezdetétől annak végéig folyamatosan

fennmarad. Ha a fizikai kapcsolat megvan, akkor ezen keresztül viszik át az adatokat, majd bontják a vonalat. Erre mutat példát a 17. ábra (a) része.



17. ábra: Vonal- és csomagkapcsolt kapcsolási módok

Forrás: a szerző szerkesztése Tanenbaum–Wetherall (2013): i. m. alapján

Ez persze egy leegyszerűsített ábra. Ebben az egyes dobozok a kapcsolóközpontokat jelképezik, és – a könnyebb érthetőség kedvéért – nem tartalmaz olyan részeket, mint amilyenek a kapcsolóközpontok közötti átviteli utak (ilyenek lehetnek például az üvegszálak, mikrohullámú átvitelek stb.) vagy a kapcsolóközpontok által kezelt akár több ezer ki- és bejövő kapcsolat.

A vonalkapcsolt esetben a kapcsolatnak a beszélgetés (vagy az adatátvitel) előtt ki kell épülnie, az erre szolgáló jelzéseknek és visszaigazolásoknak át kell mennie a rendszeren, és csak ezután kezdődhet meg a tényleges kommunikáció. A hálózat kihasználtsága gyenge, hiszen akkor is fenn kell tartani a dedikált kapcsolatot, amikor éppen nincs kommunikáció a két fél között (például épp nem beszélnek). Éppen ezek miatt – amikor a beszéd átvitelére is jellemzően IP-hálózatokat használunk, ez a kapcsolási technológia egyre jobban háttérbe szorul.

Csomagkapcsolt technológia

Ebben az esetben az üzenetet (legyen az adat vagy hang) adott méretű csomagokra bontja a rendszer, és azokat továbbítja – akár csomagonként más-más útvonalon. Az ezekhez használt útvonalválasztók úgynevezett *tárol és továbbít* módszert alkalmazva, a leggyorsabb és/vagy legolcsóbb irányokat választva továbbítják az egyes csomagokat. Ezen módszer esetében a csomagok a fogadó félhez nem feltétlenül a küldés sorrendjében érkeznek meg, azaz egy később küldött csomag akár hamarabb is megérkezhet, mint egy korábban elindított társa. Így az eredeti üzenetet a fogadó félnél lévő eszköznek kell a beérkező és általa tárolt csomagokból újra összeállítania. Erre mutat példát a 17. ábra (b) része.

A csomagkapcsolt technológiánál jobb a hálózat kihasználtsága, nem érdekes az átvitel (hívás) időtartama, ugyanakkor érdekes az átvitt információ mennyisége (jellemzően ez alapján történik itt a számlázás, míg vonalkapcsolt esetben a hívás időtartama alapján). Ennél a technológiánál egy hálózati elem kiesése nem okoz végzetes problémát az üzenet továbbításában, míg a vonalkapcsolt technológia esetében igen. Az IP-alapú hálózatok ezt a technológiát használják.⁸⁸

A kibernyomozó számára releváns adatok a fix (helyhez kötött) telefonhálózatokban

Egy nyomozás során a szolgáltató a kapcsolóközpontokból általában az alábbi adatokat, információkat képes szolgáltatni a nyomozó számára:

- az előfizetők adatai (név, lakcím, szerződéses adatok, számlázási adatok);
- híváslisták (az adott előfizető által kezdeményezett, fogadott hívások adatai, adott esetben a sikertelen hívások adatai – hívó, hívott fél azonosítói, hívás kezdeti időpontja, időtartama);
- megfelelő engedélyek birtokában az engedélyezett telefonok forgalmazásának lehallgatása.

Meg kell jegyezni, hogy az egyes kapcsolóközpontok, telefonhálózatok mind technikailag, mind pedig topológiában nagyon eltérhetnek egymástól, így adott esetben a fenti adatok, információk nem mindegyike vagy azok nem teljeskörűen férhetők hozzá vagy adott szolgáltató rendszerében. Ugyanakkor adott esetben

⁸⁸ Vö. Tanenbaum–Wetherall (2013): i. m.

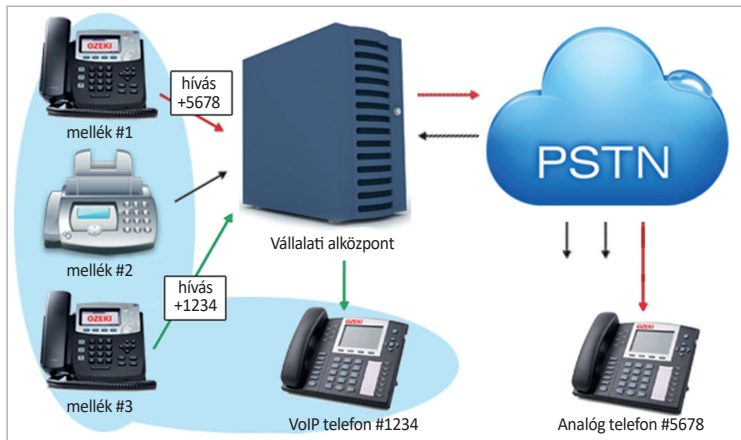
a fent felsoroltak mellett más adatokat, információkat is képes a szolgáltató biztosítani a nyomozók számára. Éppen ezért minden esetben célszerű a lehetőségekről a szolgáltató erre a célra dedikált – általában biztonsági – embereivel konzultálni.

A fix (helyhez kötött) telefonhálózatok esetében az előfizetői készülékek ritkán tárolnak/tartalmaznak olyan információkat, amelyek a nyomozó számára értékesek lehetnek. Ma már egyre ritkábban használnak üzenetrögzítőt otthon, vagy például faxkészüléket az irodában. Mindemellett azonban előfordulhat olyasmi (például számítógép használata végpontként), ami miatt az adott ügyben mindig érdemes átgondolni, hogy kinyerhető-e valamilyen értékes, adott esetben csak ott fellelhető információ az előfizetői készülékekből is.

Telefonalközponti hálózatok

Telefonalközponti hálózatok felépítése

A telefonalközponti hálózatok felépítése viszonylag egyszerű. A hagyományos alközpontok gyakorlatilag néhány, a szolgáltatótól érkező telefonvonalat fogadnak egy telefonalközpontban, és ugyanide kapcsolódnak a belső (általában egy vállalat dolgozóinak kiosztott) telefonkészülékek is.

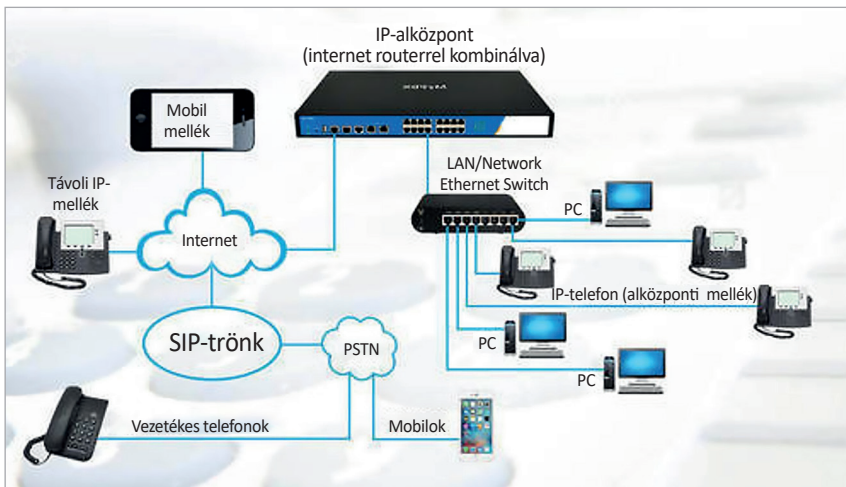


18. ábra: Vállalati telefonalközpont

Forrás: a szerző szerkesztése Ozeki: [CompanyPBX-Voip](#). alapján

Az alközpont egyrészt a belső telefonkészülékek (mellékállomások) egymás közötti kapcsolódását biztosítja, másrészt költséghatékonyan oldja meg a kifelé irányuló hívásokhoz a külső telefonvonalak hozzárendelését (így jóval kevesebb külső vonal elég, mintha minden mellékállomásra saját fővonalat kötnénk), harmadrészt lehetővé teszi, hogy a kintről érkező hívások a megfelelő melléken végződjenek. Egy telefonalközpont felépítését mutatja a 18. ábra.

Ma már a telefonalközpontok jellemzően IP-alapú hálózatokat és jelátvitelt használnak. Ezek felépítése csupán némileg különbözik a hagyományos (analóg vagy digitális, de még nem IP-alapon működő) telefonalközpontokétól, azonban szolgáltatásai sokkal kiterjedtebbek (például videohívást is lehetővé tesznek, akár a mellékállomások között is). Egy ilyen mutat be a 19. ábra.

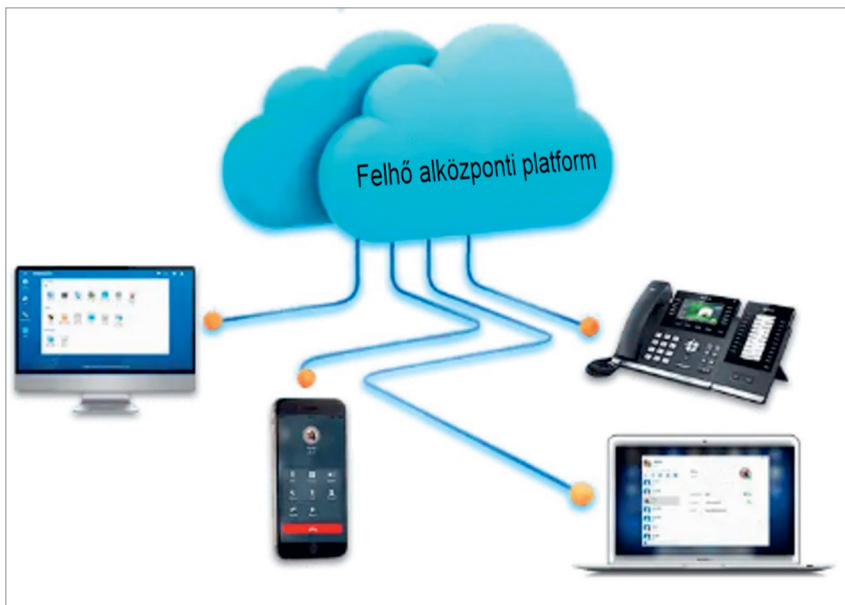


19. ábra: IP vállalati telefonalközpont

Forrás: a szerző szerkesztése

Ma már megjelentek a különféle virtuális alközpontok is, amelyek lényege, hogy egy külső szolgáltató (lehet az hírközlési szolgáltató is, például a Vodafone Magyarország Zrt. is kínál ilyen szolgáltatást) távolról nyújtja az alközpont funkcionálisát. Ebben az esetben a vállalat helyi kommunikációs eszközei nem

a vállalatnál elhelyezett alközponton keresztül, hanem egy felhőalapú megoldás segítségével állnak egymással összeköttetésben.⁸⁹ Egy ilyet mutat be a 20. ábra.



20. ábra: Virtuális telefonalközpont

Forrás: <https://thevoicesolutions.com/cloud-pbx/> alapján

A kibernyomozó számára releváns adatok a telefonalközponti hálózatokban

A nyomozás során egy alközpontból általában az alábbi adatokhoz, információkhoz lehet hozzájutni:

- az alközponthoz kapcsolódó belső készülékek (mellékállomások) azonosító adatai, az azokat használó felhasználó azonosító adatai;

⁸⁹ Nick Campanella: *The Beginner's Guide to Virtual PBX*. Getvoip, 2017. szeptember 8.

- az alközpont által használt külső kapcsolódási vagy más néven fővonal adatok (vezetékes szolgáltatások telefonszámai, mobiltelefon-szolgáltatások telefonszámai, IP-címek);
- híváslisták (az alközpontozhoz kapcsolódó belső készülékek vagy más néven mellékek, egymás közötti és külső irányba/irányból bonyolított forgalmazásának adatai);
- megfelelő engedélyek birtokában az engedélyezett mellékek forgalmazásának lehallgatása.

Meg kell jegyezni, hogy az egyes alközpontok mind technikailag, mind pedig beállításokban nagyon eltérhetnek egymástól, így adott esetben a fenti adatok, információk nem mindegyike vagy azok nem teljeskörűen férhetők hozzá egy adott alközpontban. Ugyanakkor adott esetben a fent felsoroltak mellett más adatok, információk is kinyerhetők. Éppen ezért minden esetben célszerű a lehetőségekről az alközpont üzemeltetőjével konzultálni.

Amennyiben egy adott vállalat virtuális alközpontot vesz igénybe, akkor is az adott vállalatnak kell teljesítenie a hatósági megkeresést, ám elképzelhető, hogy a fenti információk megszerzéséhez, a technikai lebonyolítás érdekében (például lehallgatás megvalósítása) adott esetben a virtuális alközpont szolgáltatóját is meg kell – vagy legalábbis célszerű – keresni.

A telefonalközpontok esetében az előfizetői készülékek jellemzően akkor tárolnak/tartalmaznak olyan információkat, amely a nyomozó számára értékes lehet, ha azok valamilyen többlettudással, funkcionalitással ellátott eszközök (például számítógép, okostelefon, IP-telefon). Emiatt szintén minden esetben érdemes konzultálni az alközpont üzemeltetőjével.

Mobiltelefon-hálózatok

Napjainkban a mobil infokommunikációs hálózatokat használjuk leginkább. A szóhasználat itt nem véletlen, hiszen a mobil rádiótelefon-hálózatokat ma már messze többre használjuk, mint telefonálásra. A szolgáltatók a hagyományosnak tekinthető hanghívás és SMS-küldés mellett ma már széles sávú internetelérést is biztosítanak, mobil készülékeink, okostelefonjaink pedig sokkal inkább nyújtják egy kis méretű, hordozható számítógép szolgáltatásait, amelyen – mellesleg – telefonálni is lehet. A mobilkommunikáció változását jól szemlélteti az alábbi, az egyes generációk képességét is tartalmazó 21. ábra.

1G	2G	3G	4G	5G
1981	1992	2001	2010	2020 (?)
2 Kbps	64 Kbps	2 Mbps	100 Mbps	10 Gbps
Hang- szolgáltatás analog	Hang- szolgáltatás és üzenetek (SMS) digitális	hang, üzenetek és adatátvitel digitális	hang, üzenetek és széles sávú adatátvitel digitális	hang, üzenetek, széles sávú adatátvitel, IoT digitális
				

21. ábra: Mobilkommunikáció generációi

Forrás: a szerző szerkesztése

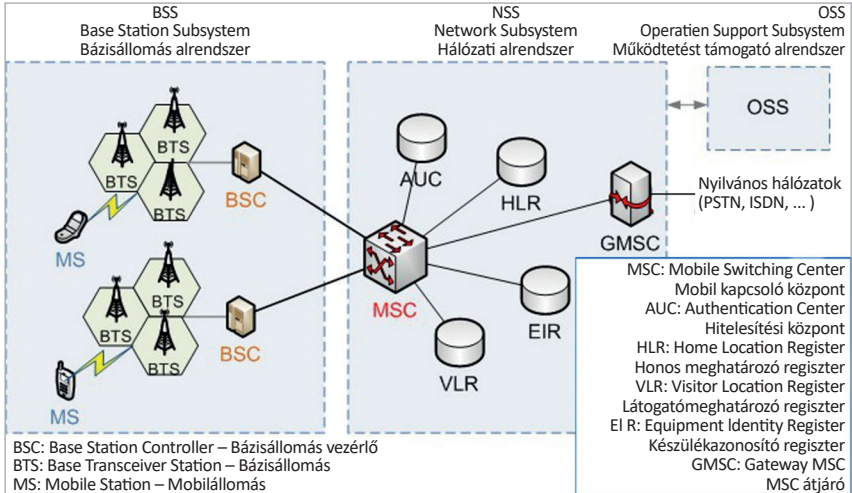
Mobiltelefon-hálózatok felépítése

A mobiltelefon-rendszerek felépítésének magyarázatát a beszédátvitelre alkalmas 2G-rendszer felépítésével célszerű kezdeni. Egyrészt azért, mert ma is ez képezi a beszédátvitelkor használt hálózatok alapját (napjainkban ugyan a nagy sebességű adatátvitelre tervezett 4G-rendszerekben már használnak a szolgáltatók IP-alapú beszédátvitelt, ez az úgynevezett VoLTE,⁹⁰ ám ez többnyire csak a honos hálózaton érhető el, jelenleg külföldi hálózat használatakor, úgynevezett roaming alkalmával még jellemzően nem), másrészt ezt kiegészítve egyszerűen be lehet majd mutatni az adatátvitelt is. Az alábbi alfejezet, természetesen, ahol a téma igényli, rövid kitekintéseket is tartalmaz a magasabb fejlettségű (3G-, 4G-) hálózatok bizonyos jellemzőivel, tulajdonságaival kapcsolatosan.

⁹⁰ VoLTE: Voice over LTE, vagyis hang átvitele a 4G LTE-n. LTE: a long term evolution (tükörfordításban: hosszú távú fejlődés) rövidítése, amely egy negyedik generációs mobil adatátviteli szabvány.

A 2G GSM-rendszer felépítése

A GSM-rendszer vázlatos felépítését a 22. ábra mutatja be.



22. ábra: A GSM-rendszer felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése Miguel A. Vega-Rodriguez – José M. Chaves-González: *Multiobjective frequency assignment problem*. MSTAR::UNEX, 2020 alapján

A GSM-rendszer négy főbb alrendszerből tevődik össze:

1. mobilállomás (MS) (a 22. ábra BSS részében található, azonban a téma szempontjából mindenképp különálló alrendszernek tekintendő);
2. hálózati alrendszer (*network and switching sub-system* – NSS);
3. bázisállomás alrendszer (*base station sub-system* – BSS);
4. működtetést támogató vagy üzemeltetési alrendszer (*operations support sub-system* – OSS).⁹¹

⁹¹ Michel Mouly – Marie-Bernadette Pautet: *The GSM system for mobile communications*. Telecom Publishing, 1992.

A mobilállomás

Gyakorlatilag az előfizetői készülékeket jelenti. A mobilállomások felépítésével, képességeivel jelen fejezet nem foglalkozik bővebben, csupán néhány, a nyomozások szempontjából lényeges dolgot emelünk ki.

Az előfizetői készülékeket sokféleképpen lehet csoportosítani, ám jelen könyv témájának szempontjából két osztályba sorolhatók a készülékek:

- Hagyományos szolgáltatásokat biztosító, úgynevezett „buta” telefonkészülékek. Jellemzően telefonálást, SMS és jobb esetben MMS küldését és fogadását biztosítják, jellemzően még nyomógombos kivitelűek. Ebben az esetben magának a készüléknek a vizsgálatából kevés pluszinformációt fog tudni a nyomozó megszerezni, a számára értékes információk zömét a szolgáltató biztosítja majd.
- Sokrétű szolgáltatást biztosító úgynevezett okostelefon-készülékek. Jellemzően érintőképernyős, sokfunkciós, a számítógépek tudását hordozható méretben biztosító, GSM-modullal ellátott és a hagyományos mobiltelefon-készülékek szolgáltatásait is nyújtó készülékek. Használatuk jellemzően az interneteléréshez kapcsolódik (például levelezés, webböngészés, internetalapú alkalmazások [például Facebook, Viber stb.]), így maga a készülék is rengeteg olyan, a nyomozó számára hasznos információt rejt, amelyet a mobilszolgáltató nem tud biztosítani. Így az okoskészülékek vizsgálatával mindenképp érdemes számolni a nyomozás során.

Hálózati alrendszer

A mobiltelefon-rendszerek alapvető működtetéséhez szükség van a mobilállomások azonosítására, tartózkodási helyének meghatározására, valamint a kívánt kapcsolataik (kimenő és bejövő hívások) felépítésére más mobil- vagy állandó helyű állomásokkal (telefonkészülékkel). Az ezekhez szükséges összekapcsolásokat és adatbázis-funkciókat a hálózati alrendszer végzi el. A hálózati alrendszer felépítését szintén a 22. ábra szemlélteti.

A hálózati alrendszerben az alábbi funkcionális egységek találhatók:

MSC (*mobile switching center*): mozgószolgálati kapcsolóközpont. Az MSC általában egy digitális, tárolt programvezérlésű kapcsolóközpont, hasonló ahhoz, mint ami más, fix (helyhez kötött) telefonrendszerekben is megtalálható. Gyakorlatilag ez a rendszer agya, ez végzi a mobilállomások egymás közötti vagy más

(például vonalas előfizetői) állomásokkal történő kapcsolatának menedzselését (hívásfelépítést, irányítást, ellenőrzést, megszakítást). A hívások felépítéséhez az MSC a – később ismertetendő – HLR-ben, VLR-ben és AuC-ben összegyűjtött és tárolt előfizetői információkat használja fel, amikor azok éppen szükségesek a kommunikáció valamely fázisához.

A mobiltelefon-hálózatok esetében is – hasonlóan a fix (helyhez kötött) telefonhálózatokhoz – általában több MSC található egy szolgáltató hálózatában. Ezek kapcsolódása hasonló ahhoz, mint amelyet a 15. ábra szemléltet, így ezt itt nem mutatjuk be ismételten.

GMSC (*gateway MSC*): átjáró (vagy kilépőponti) kapcsolóközpont. A GMSC a mobiltelefon-hálózat és más külső hálózatok (például más mobiltelefon-hálózatok, vezetékes nyilvános távbeszélő-hálózatok, ISDN stb.) közötti kapcsolatot biztosítja – legyen az akár belföldi, akár nemzetközi –, azaz a továbbírási (*routing*) feladatokat látja el. Minden külső hálózathoz érkező vagy oda irányuló jelzés a GMSC-n fut keresztül. A befelé érkező jelzések innen továbbítódnak a hálózaton belül található megfelelő MSC-hez, a hálózaton belülről érkező jelzések pedig a megfelelő külső hálózathoz. A GMSC általában nem egy különálló központ, hanem valamelyik, a hálózatban található, dedikált MSC részét képezi.

HLR (*home location register*): honos meghatározó regiszter. Itt tartják nyilván az adott hálózathoz tartozó mobil-előfizetőtől származó adatokat. Ebben az előfizető összes úgynevezett statikus adata megtalálható, így például a HLR tartalmazza az adott előfizető előfizetői adatait, a hozzáférési képességét a hálózathoz, az általa elérhető előfizetői és a kiegészítő szolgáltatásokat. De a HLR úgynevezett dinamikus adatokat is tárol az előfizetőről, itt található a mobilállomás aktuális helyzete. Ennek kapcsán a HLR információkat tartalmaz azokról az MSC-területekről, ahol a mobilkészülék bolyong (roamingol), és ahonnan az MSC le tudja kérdezni a mobilállomás aktuális helyzetét. Ezek alapján bármely bejövő hívást közvetlenül a hívott előfizetőhöz (azaz az adott mobilállomáshoz) tud irányítani.

AuC (*authentication center*): hitelesítési (illetékességet megállapító) központ. Ez a központ az előfizetői jogosultságokat ellenőrzi, valamint a biztonsági és a titkosítási kódokat kezeli. Összegyűjti azokat az információkat, amelyek a mobil-előfizető kommunikációjának az úgynevezett levegő interfészen (*air interface*) keresztül történő lehallgatása elleni védelméhez szükségesek. (Az illetéktelen lehallgatás szempontjából a mobiltelefon-hálózatokban mindig a levegő interfész a legkritikusabb rész. Az illetéktelen lehallgatás megakadályozására a szolgáltatók olyan speciális intézkedéseket alkalmaznak a hálózatok

működtetése során, mint a továbbított információk titkosítása, és ebben kiemelt szerepet kap a levegő interfész védelme.) A titkosítási kulcsok és az egyéb biztonsággal kapcsolatos paraméterek is az AuC-ban gyűlnek össze. Az AuC technikailag általában nem önálló egységként jelenik meg, hanem a HLR részeként.

VLR (*visitor location register*): látogatómeghatározó regiszter. Ez a regiszter tartalmazza átmenetileg mindazokat az adatokat, amelyek a szolgáltatóhálózatban az adott MSC ellátási körzetében tartózkodó, idegen (nem honos, azaz roamingoló), az adott időpontban aktív mobil-előfizetőktől származnak. Ennek során aktív adatcserét folytat azokkal a HLR-ekkel, ahol a körzetében tartózkodó mobilállomások honosak, innen kapja meg az adott előfizető jogosultságait (szükséges statikus adatait). A VLR összegyűjt minden információt arról a mobilról, amelyik belép az általa lefedett területre, és az annak honos HLR-étől kapott jogosultságoknak megfelelően engedélyezi a bejövő és kimenő hívásokat bármikor, bárhonnan jönnek, vagy bárhová irányulnak is. Ugyanakkor a VLR és a honos HLR között a dinamikus előfizetői adatok kapcsán is, amikor erre szükség van – például lokációs területváltás alkalmával vagy kommunikáció során a számlázás miatt – intenzív adatcsere zajlik.

EIR (*equipment identity register*): készülék- (mobilállomás-) azonosító regiszter. Ebben tárolják az információkat minden legálisan regisztrált mobilállomásról (például típus, IMEI), de ebben van lehetőség a lopott vagy egyéb okokból (például csalás miatt) nem engedélyezett készülékek tiltására is.

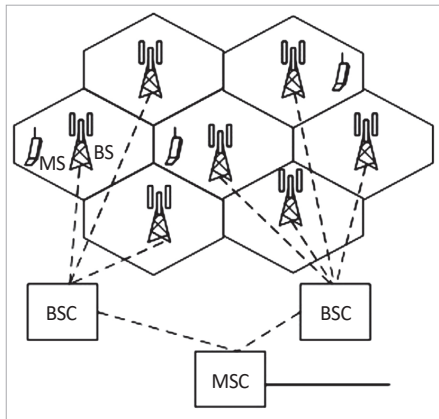
A GSM-rendszer a mobilállomás azonosítása során mindig két ellenőrzést hajt végre, egyrészt magát a felhasználót, másrészt a kommunikációhoz használt készüléket is azonosítja. Ez utóbbihoz a készülék egyedi azonosítóját (IMEI), míg az előbbihez a felhasználó által használt úgynevezett SIM-kártyán található felhasználóazonosítót (IMSI) használja fel. Ezek az adatok teszik lehetővé többek között azt is, hogy a lopott készülékeket és lopott SIM-kártyákat helyileg is azonosítani lehessen, vagy akár ki is lehessen tiltani a rendszer(ek)ből, ezzel lehetetlenné téve azok további használatát. Ezt a tiltási folyamatot szolgálja az is, hogy egy adott országban működő minden szolgáltató, valamint a különböző országokban működő, de egymással kapcsolatban álló szolgáltatók is rendszeres időközönként kicserélik a lopott vagy más okból (például csalás miatt) tiltott készülékek listáját (ez az úgynevezett feketelista [*blacklist*]).

Sajnálatos módon a tiltások hatékonysága több ok miatt sem megfelelő. Egyrészt a szolgáltatóknak az az érdeke, hogy a saját hálózaton minél nagyobb forgalom legyen, így egy másik szolgáltató által tiltott (úgynevezett feketelistára tett) készülék saját hálózaton belüli tiltása nem minden esetben érdeke az adott

szolgáltatónak. Másrészt a tiltott készülékek listájának cseréjére nem egységes fórum és egységes technikai platform áll rendelkezésre, hanem azok szolgáltatóként, országonként is változnak. Ezen fórumok, technikai platformok nem mindegyike érhető el egy adott szolgáltató számára. De az elérhető listák nyomon követése is a legtöbb esetben olyan technikai és emberi erőforrásokat igényel, amelyek egyszerűen a pénzügyi megfontolások mentén nem érik meg az adott szolgáltatóknak. Harmadrészt a készülékek egyedi azonosítására szolgáló IMEI-szám könnyen hamisítható, sok esetben (jellemzően a kelet-ázsiai országokbeli gyártóktól) több ezer vagy több tízezer készülék kerül forgalomba ugyanazzal az IMEI-számmal. Ez pedig az IMEI-szám alapján történő azonosítást, tiltást jelentősen megnehezíti, adott típusú készülékeknél szinte teljesen el is lehetetleníti.

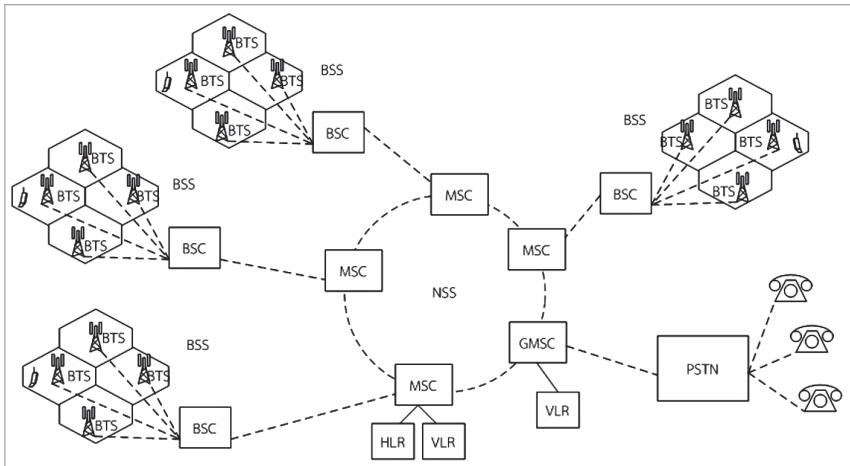
Bázisállomás alrendszer

A bázisállomás alrendszert a bázis adó-vevő állomások, vagy közismert nevén a bázisállomások (*base station transceiver system* – BTS) és a bázisállomás-vezérlők (*base station controller* – BSC) alkotják. A mobiltelefon-hálózatoknál használt úgynevezett cellás rendszer kialakítását mutatja be a 23. és 24. ábra.



23. ábra: A BSS felépítése

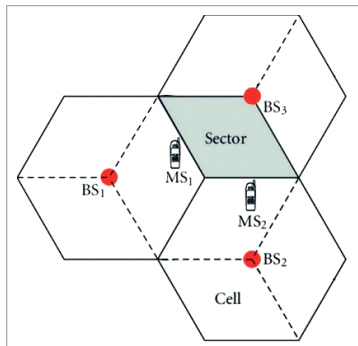
Forrás: a szerző szerkesztése Chokchai Sangdao *Mobile phone evolution. Part 3*. Mahanakorn University of Technology, 2014. október 31. alapján



24. ábra: Cellás mobiltelefon-hálózat felépítése a BSS-ekkel

Forrás: a szerző szerkesztése Sangdao (2014): i. m. alapján

BTS (base station transceiver system): bázisállomás. A BTS egyetlen cella kiszolgálását látja el, és a BSC vezérli. A BTS egy vagy több adó/vevő berendezést (TRX) tartalmaz. Az adó/vevő berendezésekkel a cellán belül több úgynevezett szektort alakítanak ki. Ezt mutatja be a 25. ábra.



25. ábra: Szektorsugárzók egy BTS-en belül

Forrás: a szerző szerkesztése Martin Haardt: *CA topology based on 3-sector-cell system*. 2008. alapján

Ebben az esetben egy cellán belül három, egyenként 120°-os szektor van kialakítva. Ez a téma szempontjából azért érdemel kiemelés, mert segítheti a mobilállomás pontosabb tartózkodási helyének meghatározását a nyomozó számára is.

BSC (*base station controller*): bázisállomás-vezérlő: A BSC egy vagy több BTS-t szolgál ki. Feladatai közül a téma szempontjából elsősorban az alábbiakat érdemes kiemelni:

- vezérli a BTS és az MSC közötti összeköttetéseket;
- döntést hoz, amikor egy mobilállomást az egyik cellától a másiknak át kell adni (például a mobilállomás elmozdult beszélgetés közben, azaz úgynevezett *handover*-t kell végrehajtani, az adott cellában lévő túl sok mobilállomás miatt a kiszolgálása az adott bázisállomáson nem lenne lehetséges, egy másik cellában a kiszolgálása jobb minőségben történhet stb.);
- szükség esetén elvégzi a BTS újrakonfigurálását.

Egyetlen bázisállomás-vezérlő több bázisállomást is vezérelhet. Az egyes cellák mérete a kiszorgálandó területen várható mobilállomások számától függ. Így például amíg vidéki, ritkán lakott körzetekben egy cella akár több tíz kilométerről is elérhető egy mobilállomás számára, addig egy sűrűn lakott városban ez csupán néhány száz méter lehet. Sőt léteznek úgynevezett pikocellák, amelyek akár csupán egyetlen emelet kiszorgálását látják el egy épületen belül. Az újabbak – 3. generációs, vagy más néven 3G-rendszerektől fölfelé – már olyan eljárásokat is alkalmaznak, amelyeknél az adott cellák mérete a felhasználás mértékében (kiszorgált mobilállomások száma és az átviteli sebesség függvényében) változhat. Így amikor sok felhasználó egyidőben használja ugyanazon cellát, akkor annak mérete kisebb, amikor kevesebben használják, akkor pedig nagyobb lesz. Ez az úgynevezett cellalélegzés.⁹²

Működtetést támogató vagy üzemeltetési alrendszer

Az OSS valamennyi protokolljának és az alkalmazásoknak meg kell felelnie az ITU által kidolgozott úgynevezett távközlést menedzselő hálózat (*telecommunications management network* – TMN) követelményeinek. (A TNM keret-

⁹² Béres Roland: *Mobilhálózatok energiatakarékos üzemeltetése*. TDK-dolgozat. Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar Távközlési és Médiainformatikai Tanszék, 2012.

rendszer, amely lehetővé teszi a kapcsolódást és az együttműködését a különböző gyártók különböző eszközei között.)⁹³

Az OSS része az üzemeltetési és fenntartási központ (*operation and maintenance center* – OMC) és a hálózati irányító központ (*network management center* – NMC).

OMC (*operation and maintenance center*): üzemeltetési és fenntartási központ:

Az OMC alapvetően ugyanazokkal a funkciókkal rendelkezik, mint a fix (helyhez kötött) vagy más néven vezetékes hálózatok OMC-i. Ugyanakkor egy jelentős eltérés azért található közöttük. Ugyanis a mobilhálózat OMC-jének jellemző funkciója a mobilhálózat rádiós részének üzemeltetési és fenntartási feladata, amely fix hálózatok esetében természetesen nincs meg. Az OMC jellemzően az alábbi funkciókkal rendelkezik az előbb említett rádiós interfésszel kapcsolatos feladatokon kívül:

- a közbenső eszközök és a távoli kezelő számára lehetővé teszi a hozzáférést valamennyi hálózati elemhez;
- felügyelet: riasztási állapot és vizsgálati menedzsment;
- forgalmi és számlázási adatok gyűjtése;
- hálózatkonfiguráció megjelenítése és változtatása, az operátortól vagy a hálózati irányító központtól kapott instrukcióknak megfelelően;
- az előfizető adminisztrálása és nyomon követése.

Fontos szerepe van az OMC-nek a – korábban már említett, 3G- és fejlettebb rendszereknél alkalmazott – cellaméret állításakor is. Az OMC tartalmazza a mobilállomások távolságát a bázisállomástól, ezért sok felhasználó esetén az OMC csökkenti a cellaméretet, majd a forgalom csökkenésekor növeli azt.

NMC (*network management center*): hálózati irányító központ:

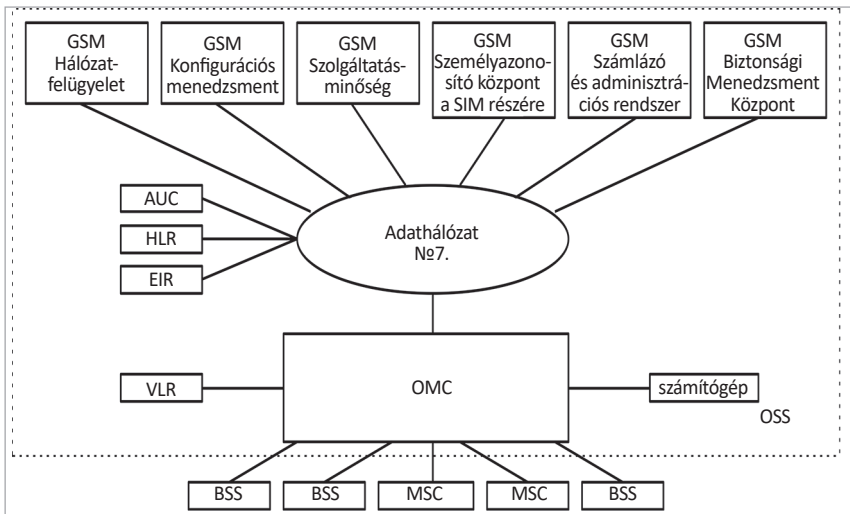
A hálózati irányító központ vezérli a hálózatot, és biztosíthatja a forgalom elemzését, a hívások részleteinek rögzítését, a konfiguráció vezérlését, a hibák észlelését, diagnosztizálását és a karbantartást.⁹⁴

Ezek közül a téma szempontjából a hívások részleteinek rögzítését kell kiemelni.

Az OSS – egy lehetséges – felépítését a 26. ábra mutatja, ám annak ennél részletesebb ismertetését jelen téma nem kívánja meg.

⁹³ Vertel Corporation: *Telecommunications management network (TNM)*. (é. n.)

⁹⁴ Gartner Glossary: *Network management center*.

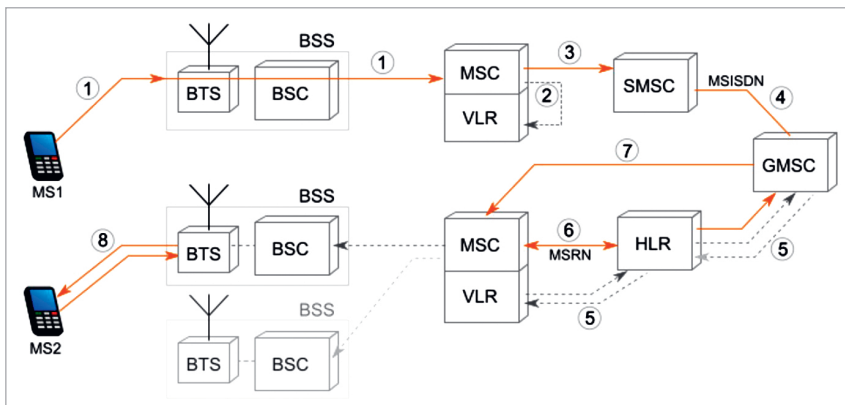


26. ábra: Az OSS felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése

Az SMS-rendszer felépítése

A rövid szöveges üzenetek, vagy ismert nevükön SMS-ek célbajuttatásáról egy külön, a fent leírt GSM-hálózathoz kapcsolódó központ, az úgynevezett *short message service center* (SMSC) gondoskodik. Az SMS-ek küldésének folyamatát a 27. ábra szemlélteti.



27. ábra: Az SMS-küldés folyamata

Forrás: a szerző szerkesztése [GSM Functionalities](#) alapján

A folyamat teljes bemutatása a téma szempontjából nem releváns, csupán az alábbiakat célszerű kiemelni. Az SMS-szolgáltatásért felelős SMSC szorosan kapcsolódik a GSM-rendszer többi eleméhez. A megfelelő ellenőrzéseket követően kapja meg az üzenetet és az egyéb szükséges adatokat az MSC-től, elvégzi a fogadó mobilállomás honos hálózatából annak adatainak (például tartózkodási helyének) ellenőrzését, majd ezek alapján továbbítja a megfelelő MSC-nek az üzenetet.

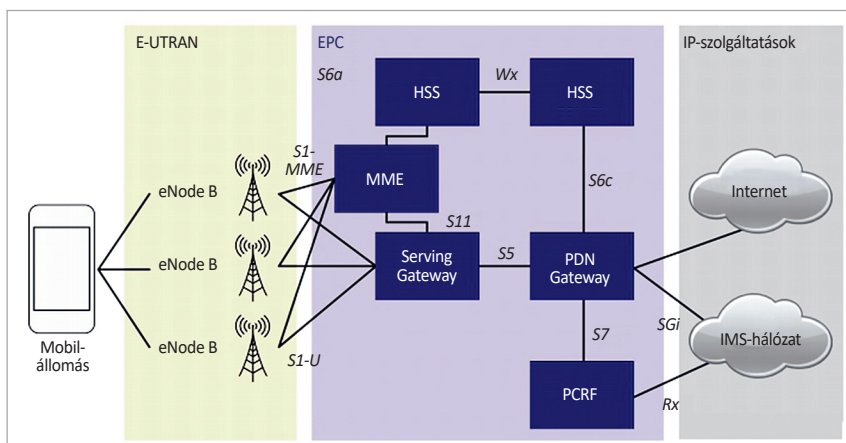
Az adatátvitel és a mobilinternet-szolgáltatás felépítése

Az adatátviteli és a mobilinternet-szolgáltatások kapcsán a korábbi, mára már részben vagy teljesen eltűnt technológiákkal (GPRS [tipikus letöltési sebessége 60-80 kb/s, feltöltési sebessége 20-40 kb/s],⁹⁵EDGE [tipikus letöltési sebessége 180 kb/s, feltöltési sebessége 120 kb/s], UMTS [letöltési sebessége akár 56 Mb/s, feltöltési sebessége akár 22 Mb/s]) jelen fejezet egyáltalán nem foglalkozik, mert azok a téma szempontjából nem képviselnek hozzáadott értéket.

⁹⁵ Athina A. Lazakidou – Konstantinos M. Siassiakos: *Handbook of research on distributed medical informatics and e-health*. Hershey – New York, Medical Information Science Reference, 2009.

A 4G-hálózatoknál használt, úgynevezett LTE- (letöltési sebessége akár 300 Mb/s, feltöltési sebessége akár 150 Mb/s) technológiát is csak olyan mértékig mutatjuk be az alábbiakban, amely elengedhetetlen ahhoz, hogy a nyomozó számára releváns adatok körét meg lehessen ismerni.

Az LTE-hálózaton kizárólag csomagkapcsolt adatátvitel történik, függetlenül attól, hogy azon adatkapcsolatot vagy beszédátvitelt valósítanak-e meg. Ez nagy változás a korábbi (2G-, 3G-) rendszerekhez képest, hiszen azokban eddig a beszédátvitelt a korábban ismertetett hálózat biztosította, míg az adatátvitel egy ehhez kapcsolt IP-alapú hálózaton történt. Ez az első olyan GSM-hálózat, amely a beszédátvitelt is IP-alapon valósítja meg (VoLTE). Maga a hálózat is nagy változáson ment keresztül. Az LTE-hálózat felépítését mutatja be a 28. ábra.



28. ábra: Az LTE-hálózat felépítése

Forrás: a szerző szerkesztése www.3gpteinfo.com/ims-volte-architecture/ alapján

Az LTE-rendszerben a legnagyobb változás az úgynevezett maghálózatban következett be, de – a cellás elv megtartása mellett – azért változott a rádiós (bázisállomás) alrendszer is. A fenti ábrán az EPC (*evolved packet core*) a továbbfejlesztett maghálózatot, az E-UTRAN (*evolved universal terrestrial radio access network*) pedig a továbbfejlesztett rádiós hálózatot jelöli. Ezt a kettőt együtt SAE-nak (*system architecture evolution*) hívják.

A maghálózat az alábbi fő elemekből áll:

MME (*mobility management entity*): mobilitásvezérlő. Az MME az egyetlen ellenőrző elem a hálózatban és ez felelős a legtöbb vezérlő funkcióért is. Ez bonyolítja a mobilállomás és a mobilhálózat közötti kommunikációt, azaz biztosítja a kapcsolat felépítését, fenntartását, lebontását, a biztonságot és a mobilitást, valamint felel az útvonalválasztásért és a mobilállomás helyének lekérdezéséért. Szintén az MME biztosítja az LTE kompatibilitását a korábbi szabványú hálózatokkal.⁹⁶

HSS (*home subscriber server*): honos előfizető-szerver. A HSS tárolja és tartja karban a felhasználók adatait, beleértve a tartózkodási helyét is, de ez felelős a hitelesítésért, engedélyezésért és hozzáférés-kezelésért, amelyhez a szükséges információkat a 3GPP AAA szerverből kapja. Hasonló funkciókat lát el, mint a korábban ismertetett HLR (honos meghatározó regiszter) és AuC (hitelesítési – illetékességet megállapító – központ) együttesen.

3GPP AAA szerver. A 3GPP AAA szerver kiszolgálja a hitelesítési, engedélyezési és hozzáférés-kezelési lekérdezéseket, és AAA proxyszerverként is működhet.

S-GW (*serving gateway*): kiszolgáló átjáró (vagy kilépőpont). Az S-GW létesít kapcsolatot a rádiós hálózat eNode-jai és a maghálózat között. Minden felfelé és lefelé irányú felhasználói csomag (IP-csomag) áthalad rajta. Az S-GW felelős a mobilállomások bázisállomások között történő átadásáért (handover). Ezenkívül információkat tárol, adatot pufferel és számlázási információkat is gyűjt.

P-GW (*packet data network gateway*): adathálózati átjáró (vagy kilépőpont). A P-GW kapcsolja össze a mobilhálózatot a külvilággal (internettel, IMS-sel), biztosítja a felhasználók számára az IP-címek kiosztását, az adatcsomagok szűrését és a garantált szolgáltatásminőség (QoS) vezérlését.⁹⁷

PCRF (*policy and charging rule function*): szabályozási és számlázási egység. A PCRF felelős a számlázási, valamint az előfizetői kapcsolatokat érintő szabályokért és eljárásokért. A PCRF valós időben határozza meg az engedélyezett forgalomtípust, valamint azt is ellenőrzi, hogy hogyan kell elszámlolni az adott

⁹⁶ Pásztor András: *QoS támogatás vizsgálata LTE alapú femtocellák ütemezési kérdéseiben*. TDK-dolgozat. Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar Híradástechnikai Tanszék, 2012.

⁹⁷ Balog Zsolt: *LTE feletti beszédátvitel monitorozási módszerei a maghálózatban*. TDK-dolgozat. Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar Távközlési és Médiainformatikai Tanszék, 2016.

forgalmat. A szolgáltatók ezt az információt használják fel számlázási célokra. Így például, amikor a mobilállomás VoLTE hívást indít, a PCRF ellenőrzi, hogy rendelkezik-e az ehhez szükséges előfizetéssel. Amennyiben igen, akkor a PCRF megteszi a szükséges beállításokat az IMS-szolgáltatások eléréséhez.

A rádiós (bázisállomás) alrendszer átalakítását alapvetően a késleltetés csökkentése indokolta. Ezzel a már a 3G-hálózatokban is megkezdett átalakításokat folytatták. Korábban a 3G-hálózatokban ugyanis a BSC-k helyett már megjelentek az úgynevezett Node B-k, a BTS-eket pedig az úgynevezett RNC-k (*radio network controller*, rádióhálózat-vezérlő) váltották fel. Ez a struktúra az LTE-hálózatban még tovább egyszerűsödött. Eltűntek az RNC-k, ezek szerepét a NodeB-k vették át, új nevet, eNode B (*evolved node B*) kapva. Az eNode B közvetlenül kapcsolódik a maghálózathoz, ez lát el minden rádiós hozzáféréssel, átvitelrel, biztonsággal, mobilitással, mérésekkel és erőforrás-gazdálkodással kapcsolatos feladatot, elosztott rádiós hálózatmenedzsmentet valósítva meg. Ez a korábbi GSM-hálózatoknál még központi vezérlés keretében történt. Mindezek mellett természetesen a korábban ismertetett cellás elrendezés megmaradt.

A kiberyomozó számára releváns adatok a mobiltelefon-hálózatokban

A nyomozás során a mobiltelefon-szolgáltató hálózatából a fix (helyhez kötött) telefonhálózatoknál megismert adatok mellett rengeteg más, a nyomozó számára értékes adat is kinyerhető. Ilyenek lehetnek többek között:

- az előfizetők adatai (név, lakcím, szerződéses adatok, számlázási adatok);
- számlafizetéséhez kötődő adatok;
- az előfizető egyenlege;
- előre fizetéses (úgynevezett *pre-paid*) kártyák feltöltési szokásaira vonatkozó adatok;
- pre-paid kártyák éves adategyeztetésére vonatkozó adatok;
- egy előfizető nevén lévő előfizetések száma, adatai;
- híváslisták (az adott előfizető által kezdeményezett, fogadott hívások adatai, adott esetben a sikertelen hívások adatai – hívó, hívott fél azonosítói, hívás kezdeti időpontja, időtartama);
- bővített híváslisták (az előző adatok mellett például cellaadatok, IMEI-kód is megjelenhet);

- cellaforgalmi listák (egy adott cellában, adott időben forgalmazó vagy feljelentkezett készülékek azonosítói: IMSI, IMEI, MSISDN);
- IMSI-IMEI összerendelési adatok (azaz adott IMEI-számú készülékben milyen SIM-kártyá(ka)t használtak, vagy adott SIM-kártyát milyen IMEI-számú készülék(ek)ben használták);
- cellatérkép (bázisállomások pontos földrajzi helye és az általuk lefedett területek);
- meghatározott földrajzi helyet lefedő cellák azonosítói;
- mozgási adatok (egy adott SIM-kártya mozgására vonatkozó adatok);
- kiegészítő szolgáltatásokhoz (például SMS-fizetéshez) kapcsolódó adatok;
- mobilinternet használatához kapcsolódó adatok (például IP-cím, portszám, *MAC address* stb.);
- kapcsolódó szolgáltatásokhoz tartozó adatok (például e-mail-cím);
- megfelelő engedélyek birtokában:
 - az engedélyezett telefonok forgalmazásának lehallgatása,
 - IP-forgalom lehallgatása,
 - e-mailek tartalmának megismerése.

A mobiltelefon-hálózatokból a nyomozók számára kinyerhető információk száma jelentősen magasabb, mint bármely korábbi hírközlési hálózat esetén. De nemcsak ez, hanem a lehetséges felhasználható információk darabszáma is jelentősen magasabb, mint bármely más hírközlési hálózat esetében. Éppen ezért azok feldolgozására mindenképp valamilyen gépi eljárást kell igénybe venni.

Meg kell jegyezni, hogy az egyes szolgáltatók hálózataiból az eltérő felépítés és az eltérő beállítások miatt – a jogszabályok által kötelezően előírt adatokon kívül – eltérő adatokhoz lehet hozzájutni. Éppen ezért bármely, nem „rutinügy” esetén érdemes a szolgáltató szakembereivel konzultálni a kinyerhető adatok köréről és időtartamáról, hiszen ebben az esetben is igaz, hogy adott esetben a szolgáltató a fent felsoroltak mellett más adatokat, információkat is képes biztosítani a nyomozók számára.

A mobilállomások – azok között is elsősorban az okostelefonok – sok, a nyomozó számára értékes információt tárolnak. Az itt elérhető információkkal és azok kinyerésével jelen könyv későbbi fejezetei foglalkoznak.

Összefoglalás

Jelen fejezet bemutatta azokat a hírközlési hálózatokat, amelyek ma a legrelevánsabbak a nyomozók számára. Az egyes hálózatok felépítését olyan szintig ismertettük, amely lehetővé tette az adott hálózat működési sajátosságainak megértését és az abból kinyerhető, a nyomozó számára fontos információk bemutatását.

A hírközlő hálózatokból a nyomozók munkájuk során nagyrészt rutinszerűen kell hogy adatokat nyerjenek ki. Ez azt jelenti, hogy az esetek jelentős részében jól ismert kérdéseket fognak feltenni, amelyekre tudják, hogy válaszokat és jól használható adatokat fognak kapni a szolgáltatóktól. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy mindig lesznek nem „rutinügyek” vagy olyanok, amelyek megoldása kreativitást, a korábbiaktól eltérő információigénylést és -feldolgozást, valamint ehhez a hírközlési hálózatok bizonyos ismeretét igényli. Ezekben az esetekben mindig érdemes és célszerű a lehetőségekről a szolgáltató erre a célra dedikált – általában biztonsági – szakembereivel konzultálni.