



Távközlési informatikus szakképzés

Távbeszélő berendezések / 4

Tanár: Dr. Papp Sándor



9 VOIP (Voice over IP)





9.1 TCP/IP rétegmodellek

OSI 7 rétegű modell	TCP/IP 4 rétegű modell	Szolgáltatások/protokollok		Jelölés
Alkalmazási	Alkalmazási	Telnet	FTP	Telnet: termináltól távoli Host protokoll
Megjelenítési		TFTP	NFS	TFTP: Trivial File Transfer Protocol
Viszony		SMTP	DNA	SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
Szállítási	Szállítási	TCP	UDP	FTP: File Transfer Protocol
Hálózati	Internet	IP	ICMP	NFS: Network File System
Adatkapcsolati	Hálózat-elérés	ARP	RARP	DNA: Digital Network Architecture
Fizikai				UDP: User Datagram Protocol
				ICMP: Internet Control Message Protocol
				ARP: Address Resolution Protocol
				RARP: Reverse Address Resolution Protocol

A hálózat-elérési réteg nagyjából az adatkapcsolati és fizikai réteg feladatát látja el. Valójában kevésbé definiált, és csak azt írja elő, hogy a hálózat alkalmas legyen IP csomagok továbbítására.

Az Internet réteg feladata, hogy a hoszt bármilyen hálózatba csomagokat tudjon küldeni, és onnan csomagokat fogadni. A csomagok nem biztos, hogy az elküldés sorrendjében érkeznek meg. A sorrend helyreállítása a felsőbb rétegek feladata.

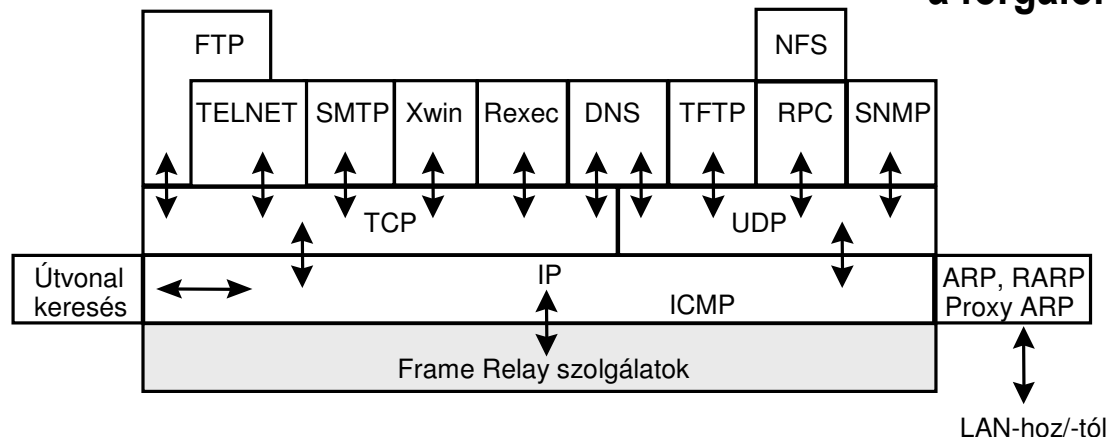


9.1.1 Az Internet réteg

Az Internet a TCP/IP alapra épül. Még pontosabban: az IP az Internet szállítási protokollja. Az IP a legjobb szándékú szállítási mechanizmus, de az IP routerek eldobják azokat a csomagokat, amelyeket nem tudnak feldolgozni. Nincs kidolgozott séma bármiféle garantált szolgáltatási szint (pl. sávszélesség, lappangás és válaszadási idő) betartására a hálózatban.

9.1.2 A szállítási réteg

A szállítási rétegben létrehozhatunk megbízható, összeköttetés alapú protokollokat, ilyen az átvitel vezérlő protokoll (Transmission Control Protocol, TCP), vagy datagram jellegű protokollt, mint az UDP (User Datagram Protocol). A TCP a beérkező adatfolyamot feldarabolja, átadja az Internet rétegnek. A célállomáson a TCP összegyűjti a csomagokat, és adatfolyamként továbbítja az alkalmazási rétegnek. A TCP végzi a forgalomszabályozást is.



TCP/IP protokollverem



9.1.3 Alkalmazási réteg

A TCP/IP modellben nincs viszony- és megjelenési réteg.

A szállítási réteg felett van az alkalmazási réteg.

Ez tartalmazza az összes magasabb szintű protokollt.

Néhány megvalósított protokoll:

- Elektronikus levelezés (SMTP)
- Domain Name Service (DNS)
- FTP (fájl transzfer)
- HyperText Transfer Protocol (HTTP)
- Simple Network Management Protocol (SNMP)

Alkalmazási réteg	HTTP Finger POP3/IMAP Gopher Time/NTP TACACS+	FTP SSH SMTP BGP Whois SSL	DNS SNMP RIP RADIUS Archie Traceroute tftp	Ping	
Szállítási réteg	TCP		UDP	ICMP	OSPF
Internet réteg	IP				ARP
Hálózati interfész réteg	Ethernet/802.3 Frame Relay Fibre Channel PPP Token Ring (802.5) SMDS DDS/DS0/T-carrier/E-carrier SONET/SDH X.25 ATM DWDM FDDI Wireless (WAP, CDPD, 802.11) xDSL Cable Modem (DOCSIS)				



9.2 TCP keretformátum az IPv4-ben

TCP pseudo-header (IPv4)				
Bit offset	Bits 0–3	4–7	8–15	16–31
0	Forrás-cím (32 bit = 4 byte)			
32	Rendeltetési cím (32 bit = 4 byte)			
64	Zeros		Protocol (TCP=6)	TCP length
96	Source port			Destination port
128	Sequence number			
160	Acknowledgement number			
192	Data offset	Reserved	Flags	Window
224	Checksum			Urgent pointer
256	Options (optional)			
256/288+	Data			

A TCP-t pontos (és nem gyors) szállításra optimalizálták, ezért időnként elég hosszú (n x mp) késleltetést okoz a helytelen sorrendben érkező, vagy elveszett üzenetekre való várakozásokkal, ezért VOIP-re a TCP nem igazán ajánlható. Erre alkalmasabb a User Datagram Protocol (UDP) felett futó Real Time Transport Protocol (RTP) . (Szabványa: IETF RFC 3550, használt portok: 16384-32767)



9.3 TCP keretformátum az IPv6-ban

TCP pseudo-header (IPv6)					
Bit offset	Bits 0 - 7		8–15	16–23	24–31
0	Forrás-cím (128 bit = 16 byte)				
32					
64					
96					
128	Rendeltetési cím (128 bit = 16 byte)				
160					
192					
224					
256	TCP length				
288	Zeros				Next header
320	Source port			Destination port	
352	Sequence number				
384	Acknowledgement number				
416	Data offset	Reserved	Flags	Window	
448	Checksum			Urgent pointer	
480	Options (optional)				
480/512+	Data				



9.4 Softswitch

A „Level 3 Communications” egy kommunikációs és információs szolgáltató társaság (Broomfield, Colorado, USA).

1997-ben a Level 3 elkezdte az első Softswitch berendezés fejlesztését (a nevét ők találták ki 1998-ban). A Softswitch-eket a hagyományos HW telefonkapcsolók kiváltására tervezték úgy, hogy azok átlépőt (Gateway) képezzenek a telefonhálózatok között.

A Softswitch két fő egységre bontható: Call Agent és Media Gateway.

A Call Agent (hívási ügynök) végzi a számlázás, hívásirányítás, jelzés, hívási szolgáltatások feladatait, így a rendszer agyának is tekinthető. TCP/IP linken át irányíthat számos, szétszórtnan elhelyezkedő Media Gatewayt.

A Media Gateway különböző típusú digitális média-stream-eket köt össze, hogy a hívásban vég-vég útvonalat hozzon létre a médiumok (beszéd és adat) számára. A hagyományos PSTN hálózathoz rendelkezhet E1 vagy STM1 interfészekkel, az ATM és IP hálózatok interfészeivel, és a korszerű rendszerben lesznek Ethernet interfészek a VoIP hívások csatlakoztatására.



9.5 Voice-over-Internet protocol (VoIP)

A „VoIP” egy protokoll, amelyet az Interneten vagy más csomagkapcsolt hálózaton (KTV DOCSIS csatorna) keresztüli beszédátvitelre optimalizáltak.

A VoIP-t gyakran elvontan, az aktuális beszédátvitelre (nem az implementált protokollra) célozva használjuk.

A VoIP lehetővé teszi, hogy a használók a hagyományos telefonhálózatot vegyék igénybe bármelyik Internet-szolgáltatón keresztül, és megtakarítsák az egyébként a hívó félre hárított távolsági hívási költségeket.

Ez utóbbi elvet szokás nevezni IP-telefoniának, Internet-telefonnak, szélessávú telefonnak és széles sávon keresztüli beszédátvitelnek is.

A mai VoIP szolgáltatók az ARPANET számára kifejlesztett 1973-as kísérleti Network Voice Protocol kései kereskedelmi megvalósítóinak is tekinthetők.

A SKYPE és a VONAGE jó példák arra, hogyan lehet a VoIP protokollt világszerte nagyszerűen alkalmazni.

A VoIP rendszerek a telefon-jelfolyamot tipikusan beszéd-adattömörítő eljárásokkal csökkentett adatsebességű digitális audio adatcsomag-stream gyanánt szállítják IP protokollal.



9.5.1 A leggyakrabban használt VoIP protokollok

H.323 Protokollcsalád			
Videó	Audió	Adat	Szállítás
H.261	G.711	T.122	H.225
H.263	G.722	T.124	H.235
	G.723.1	T.125	H.245
	G.728	T.126	H.450.1
	G.729	T.127	H.450.2
			H.450.3
			RTP
			X.224.0

H.323

egy eredetileg videokonferenciához kifejlesztett átfogó és nagyon összetett protokoll. Specifikálja a valós idejű interaktív videokonferenciát, az adatmegosztást és az olyan audio alkalmazásokat, mint pl. a VoIP. A H.323 egy protokoll-család, amely több különálló protokollból áll, ezek mind adott alkalmazásokhoz készültek. A fő probléma az, hogy a H.323 nem a VoIP céljára készült.

Session Initiation Protocol (SIP)

a H.323 egyik alternatívája. A SIP egy sokkal „karcsúbb” protokoll, amelyet speciálisan a VoIP alkalmazásokhoz fejlesztettek ki. Kisebb és hatékonyabb, mint a H.323. A többi protokollal szemben a SIP magára vállalja a folyamat bizonyos részének kezelését.

Media Gateway Control Protocol (MGCP)

a harmadik, általánosan használt VoIP protokoll amely a végpont vezérlésére fókuszál. Az MGCP az olyan szolgáltatások kezelésére is fel van készítve, mint pl. a hívásvárakoztatás (Call Waiting).



9.5.2 Egyéb VoIP protokollok

A valós-idejű szállítási protokoll (Real-time Transport Protocol, RTP) vég-vég szállítási funkciókat biztosít, amelyek alkalmasak az olyan alkalmazásokhoz, amelyek valós-idejű adatokat visznek át multicast vagy unicast hálózati szolgáltatásokkal, pl. audió, videó streaming. Az RTP nem foglalkozik az erőforrások lefoglalásával, és nem garantál szolgáltatásminőséget a valós-idejű szolgáltatásokhoz. Az adattranszportot egy vezérlő protokoll (RTCP) egészíti ki, amely lehetővé teszi az adatáramlás monitorozását a nagy multicast hálózatokhoz illeszkedő módon, és minimális vezérlési és azonosítási funkciókat biztosít. Az RTP és az RTCP függetlenek a szállítási és hálózati rétegektől.

**Eddig nem említett
VoIP protokollok**

Megaco H.248	Gateway Control Protocol
MGCP	Media Gateway Control Protocol
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
RVP over IP	Remote Voice Protocol Over IP Specification
SAPv2	Session Announcement Protocol
SDP	Session Description Protocol
SGCP	Simple Gateway Control Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
Skinny	Skinny Client Control Protocol (SCCP)



9.5.3 VoIP szolgáltatások

Kétféle PSTN-VoIP szolgáltatás van:

- **Közvetlen betárcsázás (Direct inward dialing, DID), amely a VoIP használóhoz közvetlenül kapcsol, és**
- **Hozzáférési szám (Access Number), amely után még a hívott VoIP használó mellék számát is meg kell adnia a hívónak.**

A VoIP akkor tekinthető a POTS helyettesítő szolgáltatásának, (akkor kérhető havidíj) ha a megfelelő hangminőség és késleltetés mellett a szolgáltató biztosítja a veszély esetén hívható számok (104, 105, 107, 112) díjtalan elérhetőségét az ország bármely pontjáról.

VoIP hívó esetében a földrajzi hely azonosítása probléma lehet (a hívás nem tartalmaz információt a tartózkodási helyről), ha az előfizető nem rendelkezik E.164 számozási tervben szereplő számmal.

Az ilyen helyzetekben segít az ENUM, amely a SKYPE (stb.) azonosítót össze tudja kapcsolni a mobil számmal (E.164 szám). A mobil készülék már cella adatot tud küldeni, így a vészhívás helye azonosítható.

A mobil szolgáltatások és a VoWLAN fogadására is alkalmas „dual-mode” készülék a telített mobil piacon az érdeklődés fenntartását erősítheti.



9.5.4 A VoIP többletszolgáltatásai

A VoIP olyan feladatokat támogat / szolgáltatásokat nyújt, amelyek a PSTN-ben bonyolultak, vagy nagyon költségesek. Ilyen például:

- **Egynél több telefonszám ugyanazon szélessávú összeköttetésen.**
- **Konferenciahívás, hívástovábbítás, automatikus újrarahívás, hívószám-kijelzés, és egy sor olyan szolgáltatás, melyekért a telkó külön díjat számol fel.**
- **Biztonságos hívások szabványos protokollok használatával (Secure Real Time Protocol). A hagyományos telefonnál nehezen létrehozható biztonságos telefon eszközei a VoIP telefonnál rendelkezésre állnak.**
- **Függetlenség a földrajzi helytől. A VoIP szolgáltató elérésére csak egy Internet összeköttetés szükséges (pl. távmunka)**
- **Szolgáltatások integrálhatók egyetlen összeköttetésben**
- **Fejlett telefonszolgáltatások, mint pl. hívás átirányítása, képernyőn feljövő ablakok (screen pops) és IVR (hangposta) könnyebben és olcsóbban valósíthatók meg**
- **Magában véve az a tény, hogy a PC ugyanazon a hálózaton van, egy sor új lehetőséget nyit meg.**



9.6 VoIM, mint alternatíva

A beszédátvitel azonnali üzenetküldéssel (Voice over Instant Messaging, VoIM) a VoIP-t mint a sok közül az egyik kommunikációs módot kezeli, egy IM használói interfészen keresztül (kontakt listák és a jelenlét jelzése alapján).

Sok IM szolgáltatás kliens-kliens vagy kliens-PSTN VoIP-t épített be a 2000-es évek közepén.

Az IM hatékony és élő kommunikációt tesz lehetővé, azonnali visszajelzéssel vagy válasszal.

Bizonyos esetekben az IM további szolgáltatásokat is nyújt, ami még népszerűbbé teszi, pl. a partnerek láthatják egymást web-kamerákkal, közvetlenül beszélgeti tudnak egymással, és ezt a társalgást tárolni, majd később visszajátszani is lehet.



9.7 Beszéd-kompresszió

A 64 kbit/s sebességű G.711 PCM kodek nem tartalmaz beszéd-kompressziót (csak dinamika-kompressziót), így sávszélesség-megtakarítást sem.

A G.726 adaptív differenciális Impulzus-kód moduláció (ADPCM) négy különböző szintű kompressziót képvisel. A G.727 a G.726 változata. A minőségváltozás az ADPCM-nél a 64 kbit/s PCM-hez képest alig észrevehető. A kompresszió növelésével a hanghűség valamelyest romlik.

Codec G. Number	Coding Method	Sampling Rate (kHz)	Bit Rates (kbps)
G.711	Mu-Law PCM	8	64
G.711	A-Law PCM	8	64
G.721 G.726	ADPCM 1984	8	32
G.722	ASPCM	7	48, 56, 64
G.722.1	MLT	16	24, 32
G.722.2	ACELP (AMR)	16	9 bit rates (6.6-23.85)
G.723 G.726	1988 (withdrawn)		
G.723.1	MP-MLQ	8	6.3
G.723.1	ACELP	8	5.3
G.726	ADPCM	8	16, 24, 32, 40 (2-3-4-5 bit)
G.727	ADPCM (PCME)	8	16, 24, 32, 40
G.728	LD-CELP	8	16
G.729	CS-ACELP	8	8



9.7.1 A beszéd-kompresszió legújabb módszerei

A CELP (Code-Excited Linear Prediction) kompressziós algoritmus az emberi beszédet modellezi. Ennek több változata van.

A G.729 CS-ACELP (Conjugate-Structure Algebraic-Code Excited Linear Prediction) módszerrel komprimált beszéd a PCM beszédjel sáv szélességének nyolcadrészét igényli.

A G.722.2 ACELP (AMR) 16 kHz-es mintavételű, ezért a hangminősége kiváló, 9 különböző sebességet és kompressziót lehet választani.

A VOIP célokra legalkalmasabb az ILBC, amely alacsony sebességgel is magas szubjektív hangélményt és érthetőséget biztosít.

Codec	Data rate [kbit/s]	Mean opinion score (MOS)
G.711 (ISDN)	64	4.3
ILBC (Internet Low Bit-Rate CODEC)	13.33-15.2	4.14
AMR (Adaptive Multi-Rate) GSM/UMTS	12.2	4.14
G.729 (CS-ACELP)	8	3.92
G.723.1r63 (MP-MLQ)	6.3	3.9
GSM EFR (Enhanced Full Rate)	12.2	3.8
G.726 ADPCM	32	3.8
G.729a (CS ACELP)	8	3.7
G.723.1r53 (ACELP)	5.3	3.65
GSM FR (Regular Pulse Excitation Long-Term Prediction)	12.2	3.5

A magas MOS értékek az algoritmusok fejlesztési eredményei mellett a digitális jelfeldolgozó processzorok (DSP-k) teljesítményének drámai emelkedésére is rámutatnak.



9.8 VoIP implementációs nehézségek

Mivel az UDP nem biztosít mechanizmust arra, hogy az adatcsomagok sorrend-helyesen érkezzenek, illetve nem ad szolgáltatásminőségi garanciákat, a VoIP alkalmazások szembesülnek a lappangás és a dzsitter problémájával. Ez különösen igaz szatellit vonalaknál a hosszú körülfordulású terjedési idők miatt (a geo-stacionárius szatellitek esetében 400-600ms). A vételi node-nak újra kell strukturálnia az IP csomagokat, amelyek helytelen sorrendben lehetnek, késnek vagy hiányoznak, miközben gondoskodni kell arról, hogy az audio-stream fenntartsa a normális időbeli konzisztenciáját. Ez a funkció a beszéd-feldolgozásban gyakran dzsitter-puffer alkalmazásával jár együtt. Másik kihívás a VoIP forgalom ki/be-irányítása védett hálózatokba/-ból. Magán Session Border Controller-eket használnak a tűzfalak mellett, hogy lehetővé tegyék a VoIP hívások mozgását. A SKYPE gyártói protokollt használ a VoIP hívások más Skype-használókhoz való eljuttatására, amely lehetővé teszi a szimmetrikus NAT-ok és tűzfalak keresztüllépését. Másik módszer a tűzfalak átlépésére a STUN és az ICE protokollok használata.



9.9 VoIP kihívások

A VoIP kihívásai:

A rendelkezésre álló sávszélesség

A hálózat lappangása/látenciája

Csomagvesztés

Dzsitter

Visszhang

Biztonság

Megbízhatóság

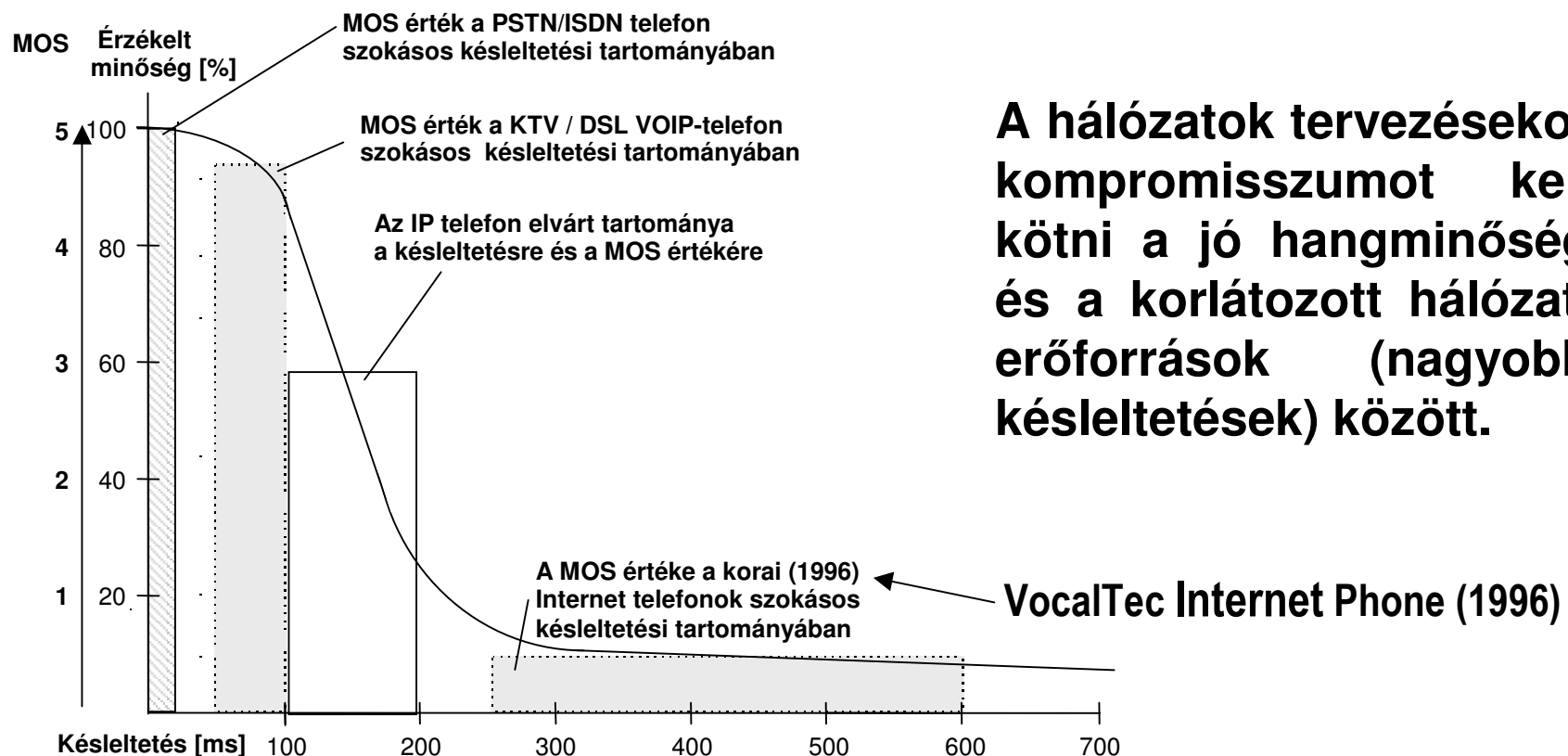
A fix késleltetések nem befolyásolhatók, de bizonyos késleltetések minimalizálhatók a beszédcsomagok késleltetés-érzékenyként való megjelölésével (DiffServ).

A csomagvesztés fő oka a torlódás, amely néha menedzselhető vagy elkerülhető. A késleltetés változását dzsitternek nevezik. A dzsitter hatása csökkenthető a beérkező beszédcsomagok dzsitter-pufferben való tárolásával és az audio-stream összeállítását megelőzően, bár ez növeli a késleltetést. A visszhang általános oka az analóg áramkörökben és az adási és vételi végpontokban az impedancia illesztetlensége.



9.10 MOS értékek a VOIP telefonra

Az átlagos vélemény pontszám (Mean Opinion Score, MOS) a szubjektív beszédminőség széleskörűen használt mértéke. A 4 és 5 közötti pontszámok jó minőségre, a 3 és 4 közöttiek kommunikációs minőségre, a 3 alattiak pedig mesterséges hangra utalnak.



A hálózatok tervezésekor kompromisszumot kell kötni a jó hangminőség és a korlátozott hálózati erőforrások (nagyobb késleltetések) között.



9.11 VOIP készülékek



Cisco IP Phone
7940 Speakerphone



Polycom Soundpoint
IP 650 - Voip Phone - SIP



Net2Phone kezelői felület





10 Mobil távközlés

A mobil távközlés kezdetben analóg rádiós rendszereket jelentett, gyártófüggő és országonként változó (egymással együttműködni nem képes) rendszerekkel.

Észak-Európában az NMT, az USA-ban a TACS terjedt el.

Az otthoni zsinórnélküli telefon(kihosszabbítás) is több formában elterjedt, Amerikában a CT0, CT1, CT2, Európában a DECT.

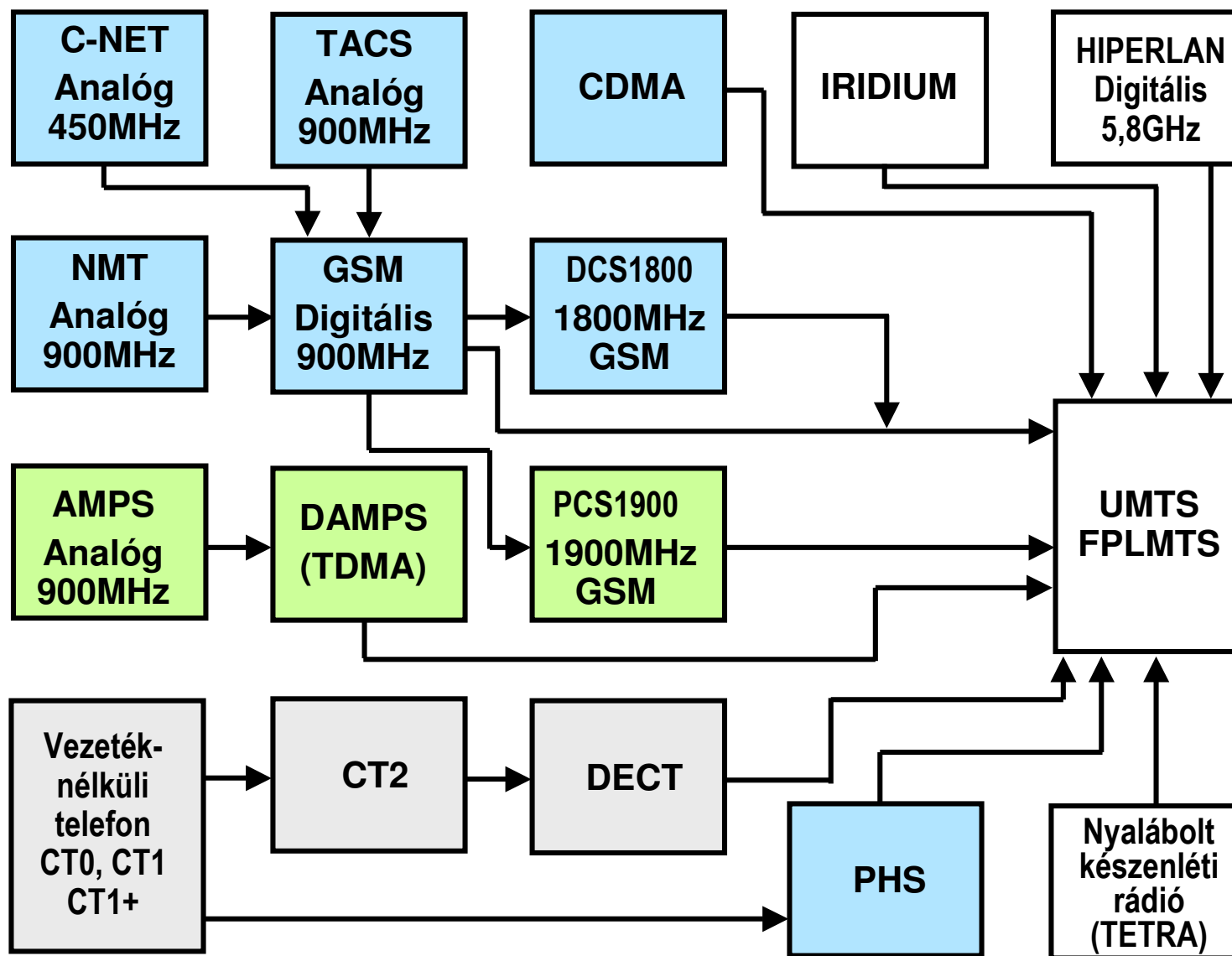
A Személyes Kézi-telefon Rendszer (Personal Handy-phone System, PHS) Japánban készült.

A mobilitás fejlődésének másik iránya a szatellit kommunikáció.

Az IRIDIUM 66 szatellitből álló rendszer, amely a Föld teljes felszínén biztosít kapcsolatot. (Újabb rendszer: Thuraya)

A Nyalábolt (Trunked) rádió (TETRA), melyet készenléti rádiós rendszernek is neveznek, a GSM-től teljesen eltérő elvekre épül.

A digitális HIPERLAN 5,8 GHZ-en mobil szélessávú LAN-t biztosít.





10.1 DECT (Digital European Cordless Telephone)

(Újabban: Digital Enhanced Cordless Telecommunications)
ETSI-szabványos digitális zsinórnélküli telefon, amelyet elterjedten használnak otthoni és vállalati célokra. Az ETSI dolgozta ki, de azóta a világ sok országa befogadta. Európa minden országában az eredeti DECT frekvenciasávot (1880 –1900MHz) használják.



A bázisállomás többnyire a PSTN-hez vagy telefon-aljzathoz kapcsolódik, bár az újabb technológiákhoz (pl. VoIP) való kapcsolódás is lehetséges. Vannak a DECT-et hasznosító más készülékek (pl. baba-monitor) is, melyekben nincs Gateway funkció.

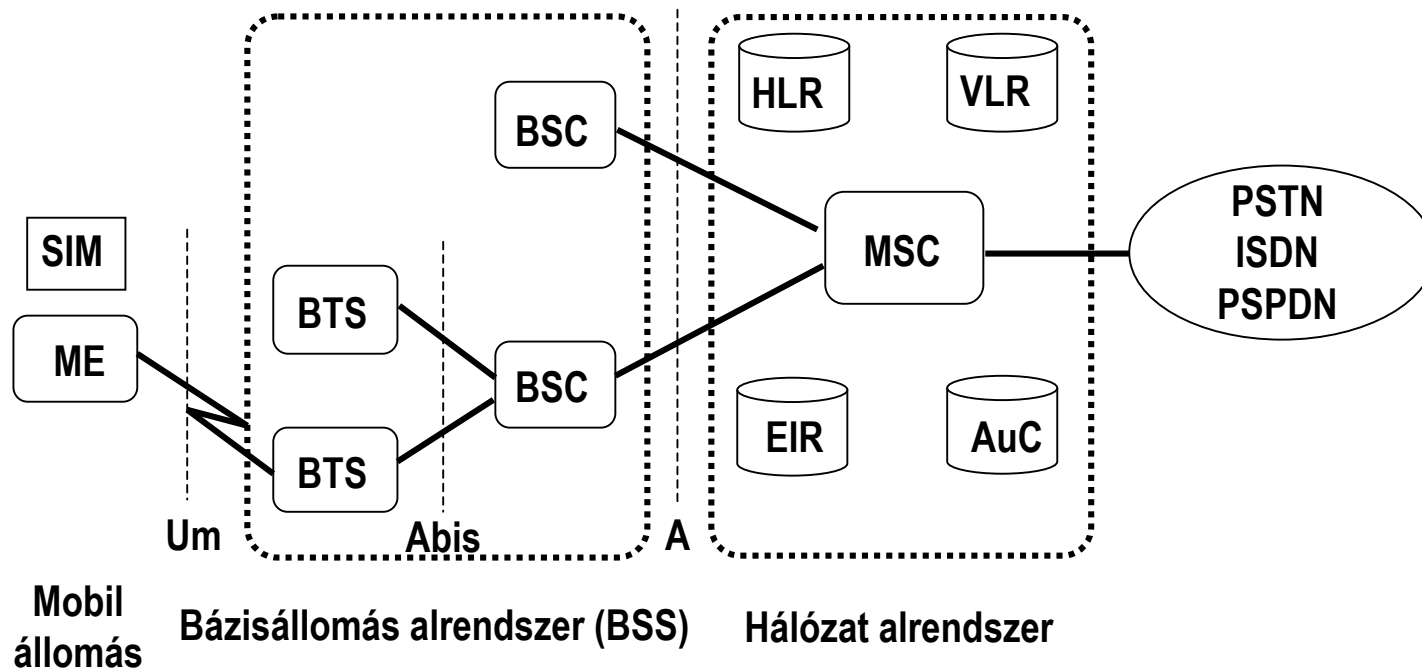
A DECT szabvány eredetileg az alkalmazások három területét jelölte meg:

- Otthoni zsinórnélküli telefon egy bázisállomás használatával, amely egy vagy több kézibeszélőt (handset) kapcsol a nyilvános telefonhálózathoz,
- Vállalati telephelyen a lefedéshez sok bázisállomást használó zsinórnélküli PABX-ek és WLAN-ok. A hívások a rendszerben mozgó használókat követik a lefedési cellákban egy „handover”-nek nevezett mechanizmussal. A fogalmazás a vállalati rendszeren belül, és a nyilvános hálózattal is lehetséges.
- Nyilvános hozzáférés nyújtása sok bázisállomás használatával, az épületen belüli és városban mozgó készülékek számára lefedés biztosítása, mintha azok a nyilvános hálózatban lennének.



10.2 A GSM rendszer architektúrája

Egy menedzselhető mobilkommunikációs rendszer létrehozásának a legjobb útja a rendszer szétosztása alcsoportokra, amelyek egymáshoz szabványos interfészekkel csatlakoznak. A GSM rendszer három csoportra osztható:

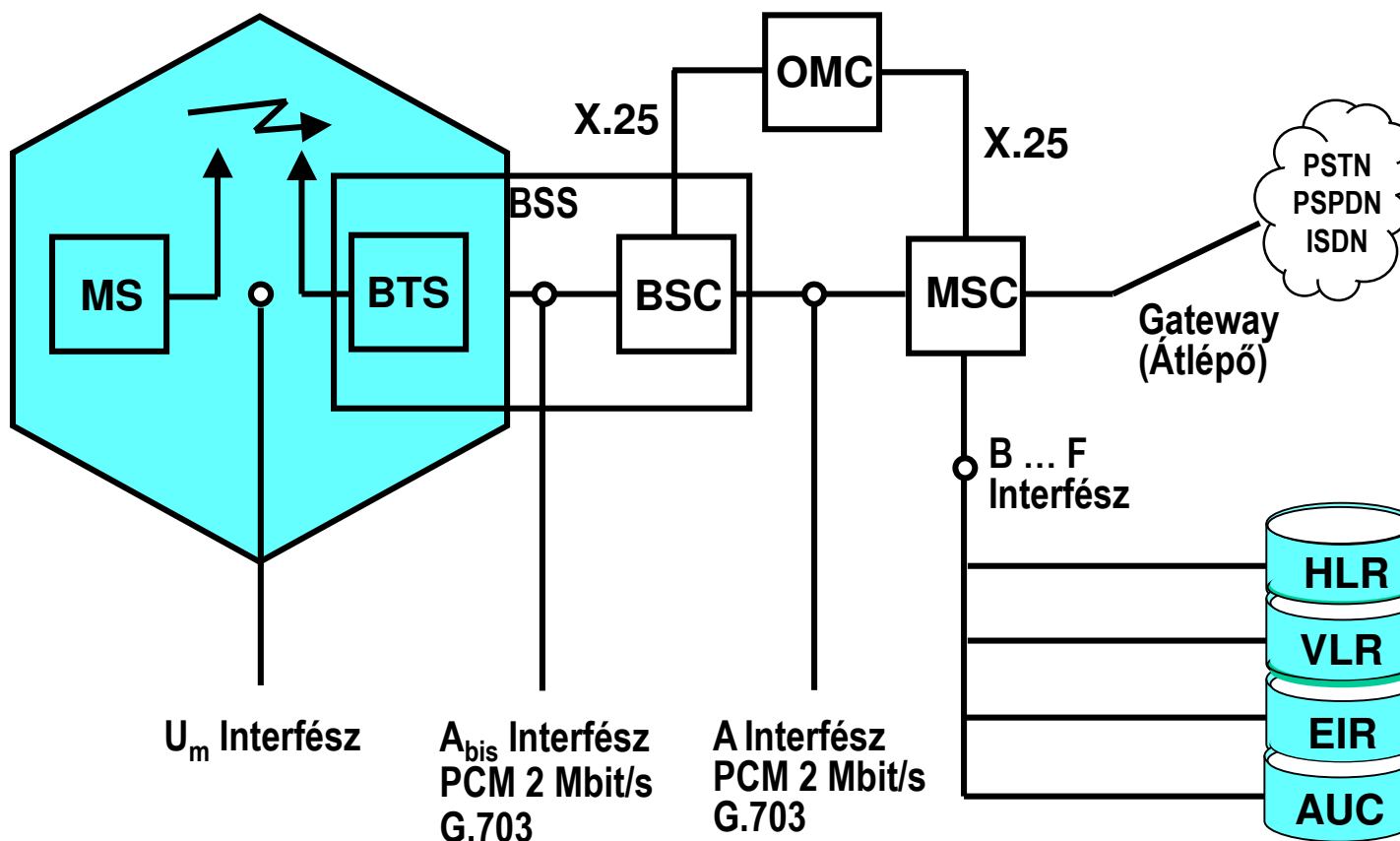


SIM	Subscriber Identity Module	BSC	Base Station Controller	MSC	Mobile services Switching Center
ME	Mobile Equipment	HLR	Home Location Register	EIR	Equipment Identity Register
BTS	Base Transceiver Station	VLR	Visitor Location Register	AuC	Authentication Center



10.3 A GSM üzemeltetési/fenntartási rendszere

Az OMC (Operation & Maintenance Center) egy menedzselési rendszer, amely a GSM funkcionális blokkjait ellenőrzi. Az OMC segíti a hálózatüzemeltetőt a GSM hálózat megfelelő működésének fenntartásában.

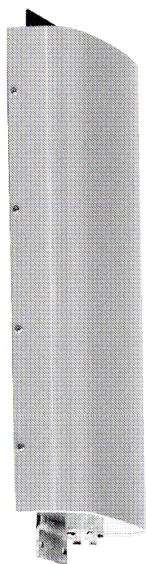




10.4 A GSM rádióösszeköttetés



„Log-periodic” típ.
többsávós Antenna
440–512 / 824–960 MHz



GSM Bázisállomás
Adó-vevő antenna
(Kathrein)

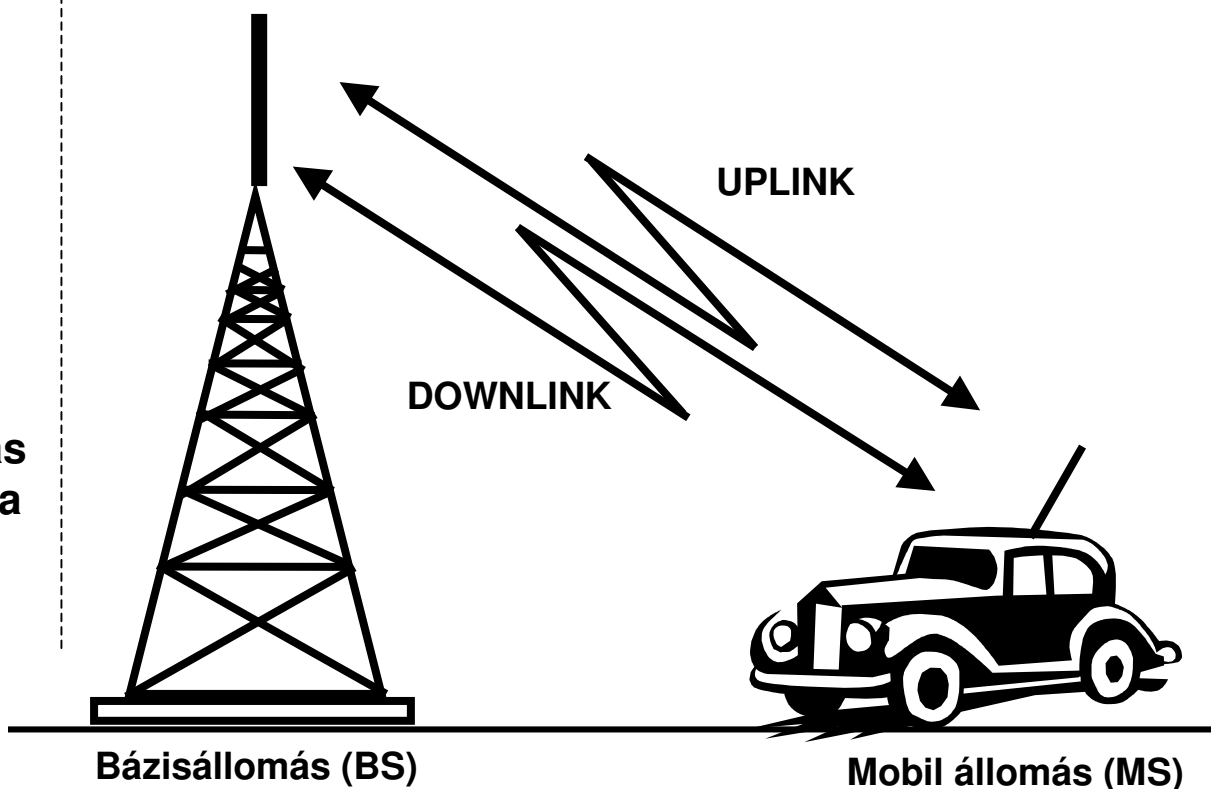
GSM moduláció: Gaussian minimum-shift keying (GMSK)

UPLINK
890 – 915 MHz

MS-adási sáv / BS-vételi sáv
Elsődleges sáv (P-GSM900)

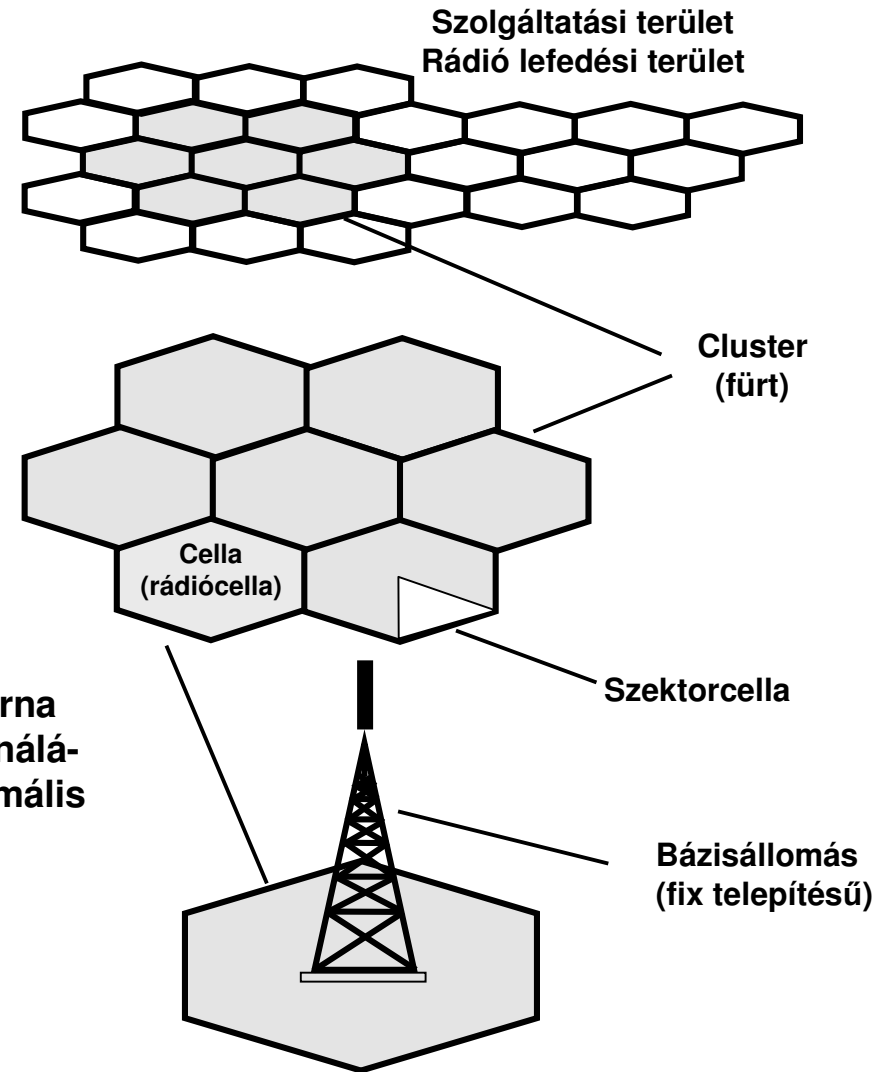
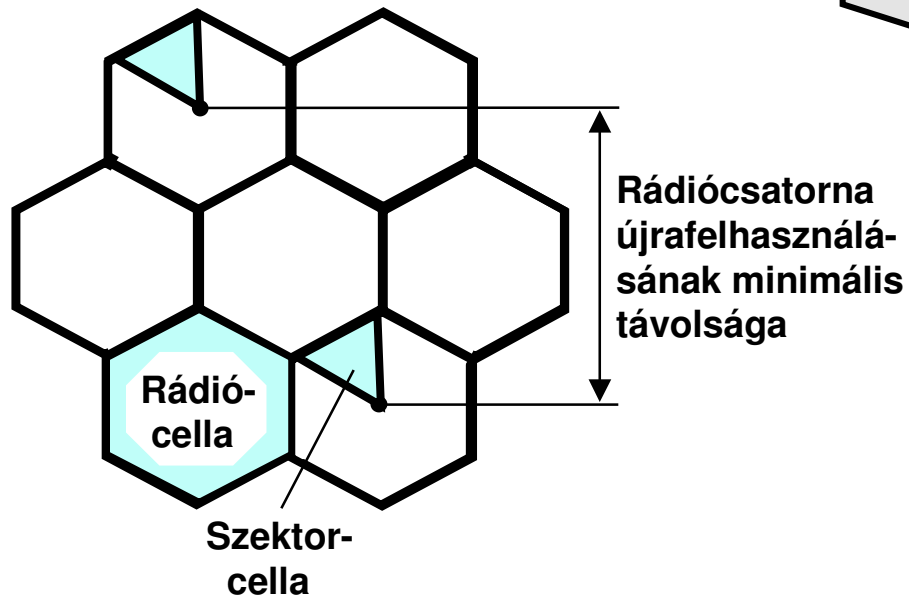
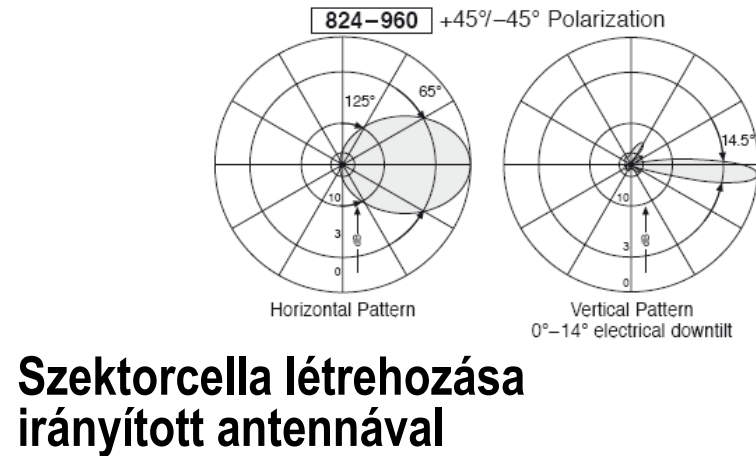
DOWNLINK
935 – 960 MHz

MS-vételi sáv / BS-adási sáv
Elsődleges sáv (P-GSM900)



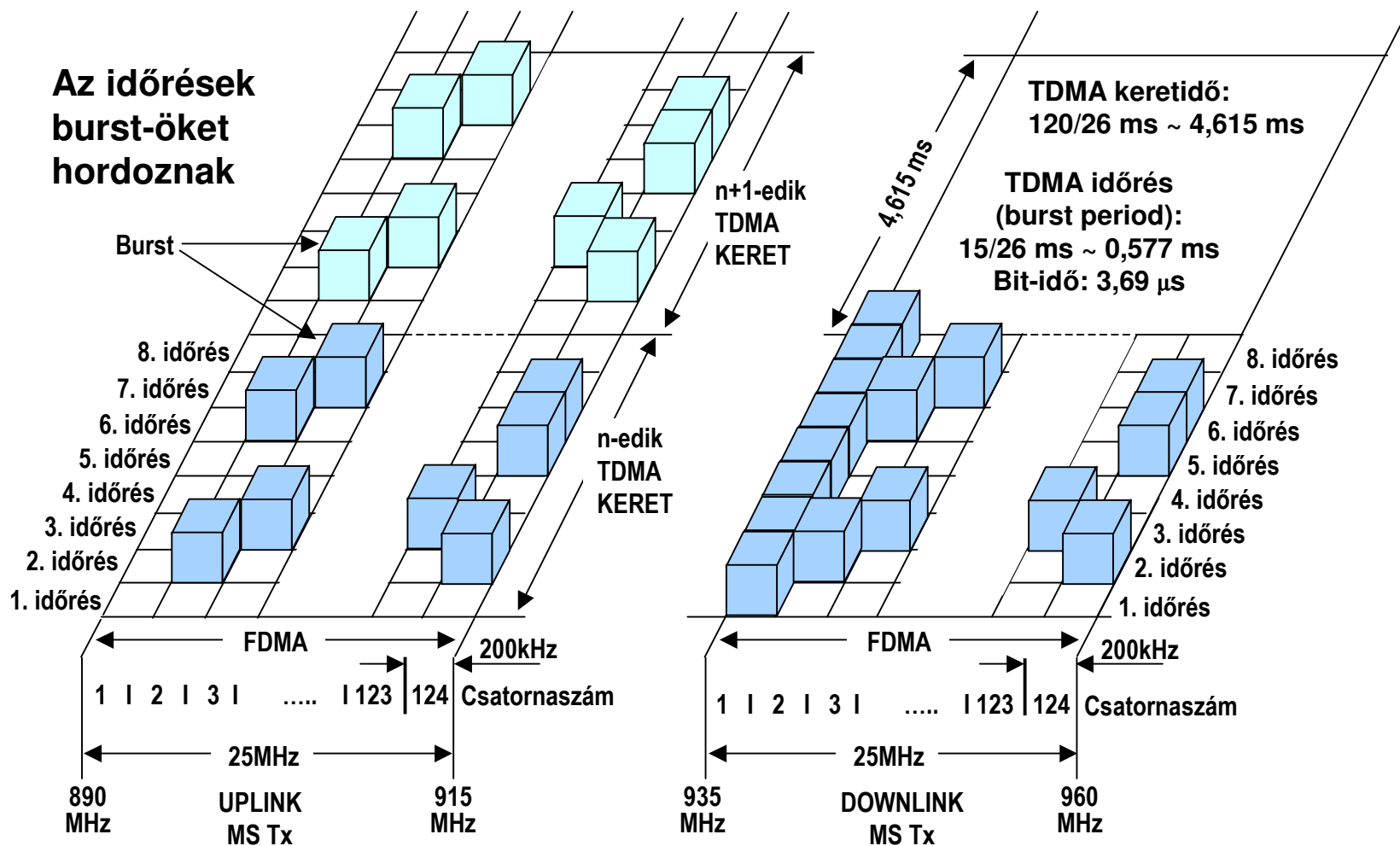


10.5 GSM cellahálózat





10.6 GSM duplex rádiócsatornák száma



124 csatorna x 8 időrés = 992 duplex csatorna



10.7 Időrés burst-ök és GSM csatornák

Négyféle burst van használatban a GSM rendszerben:

- Normál burst,
- F burst (FCCH csatorna),
- S burst (SCH csatorna),
- Access burst (rövidebb és csak a RACH csatorna használja).

A Normál burst hordozza az adatokat és a jelzések legtöbbjét. Teljes hossza 156,25 bit, ebből 2 x 57 információs bit, 26 bit kiegyenlítő sorozat, 1 bit „bitlopásra” szolgál (ebből lesz az FACCH), 3 farok-bit és 8,25 bit védősorozat.

A 156,25 bit burst továbbítási ideje 0,577ms, a burst teljes átviteli sebessége: 270,833 kbps, ugyanez érvényes az F és S burst-ökre is, mert azonos hosszúságúak, csak a belső felépítésük különböző.

GSM csatornák

Forgalmi csatorna (TCH: beszéd és adatok átvitelére használjuk. A TCH 26 TDMA keretből álló, 120ms-os multikeretet használ, ebből egy burst hossza: $120\text{ms} / 26 \text{ TDMA keret} / 8 \text{ csatorna} = 0,577\text{ms}$ és $120/26 = 4,615\text{ms}$ keretidő.

A 26 csatornából 24 visz forgalmat, 1 a SACCH csatorna és 1 nem használt.

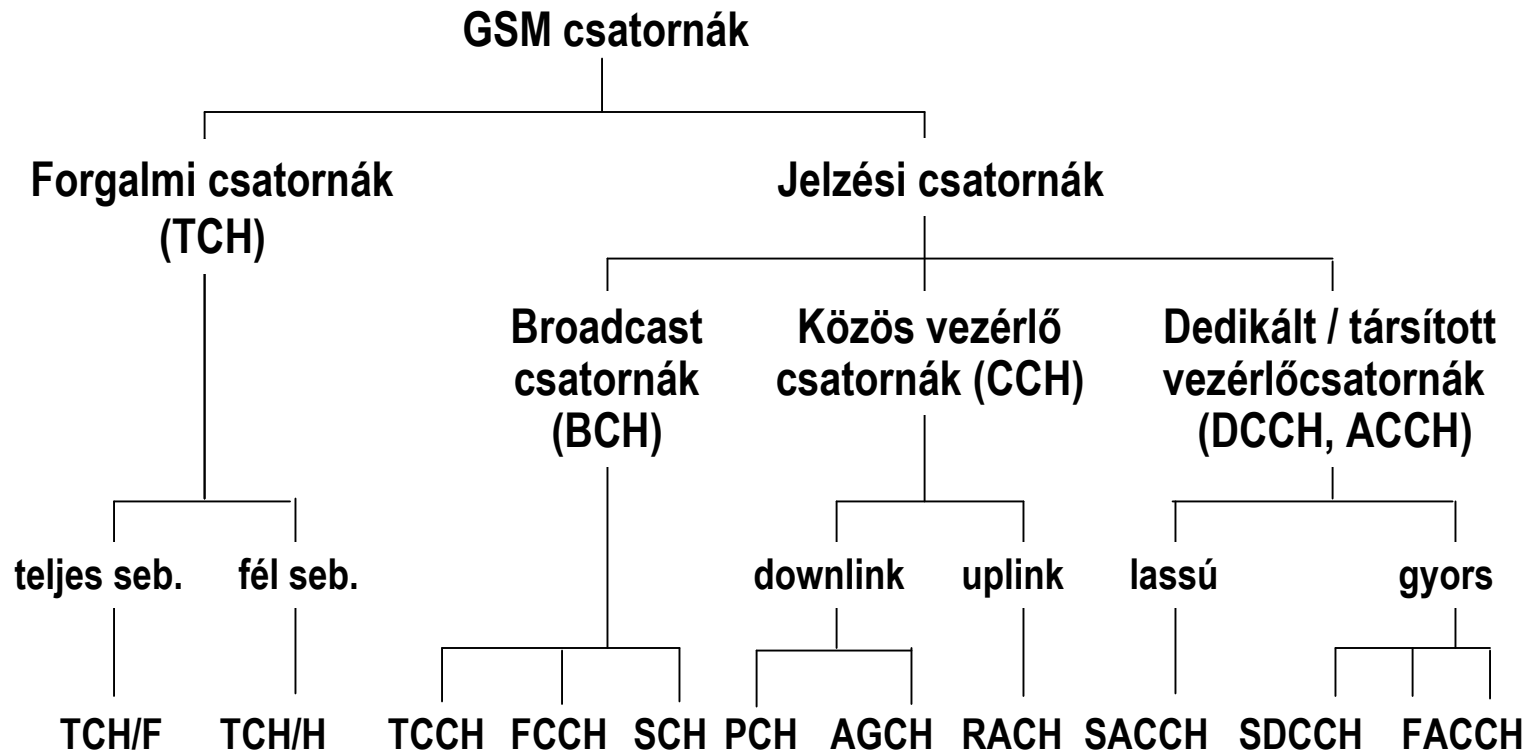
Az Uplink és Downlink 3 burst-idővel van elválasztva (egyszerűbb hardver).



10.8 GSM vezérlőcsatornák

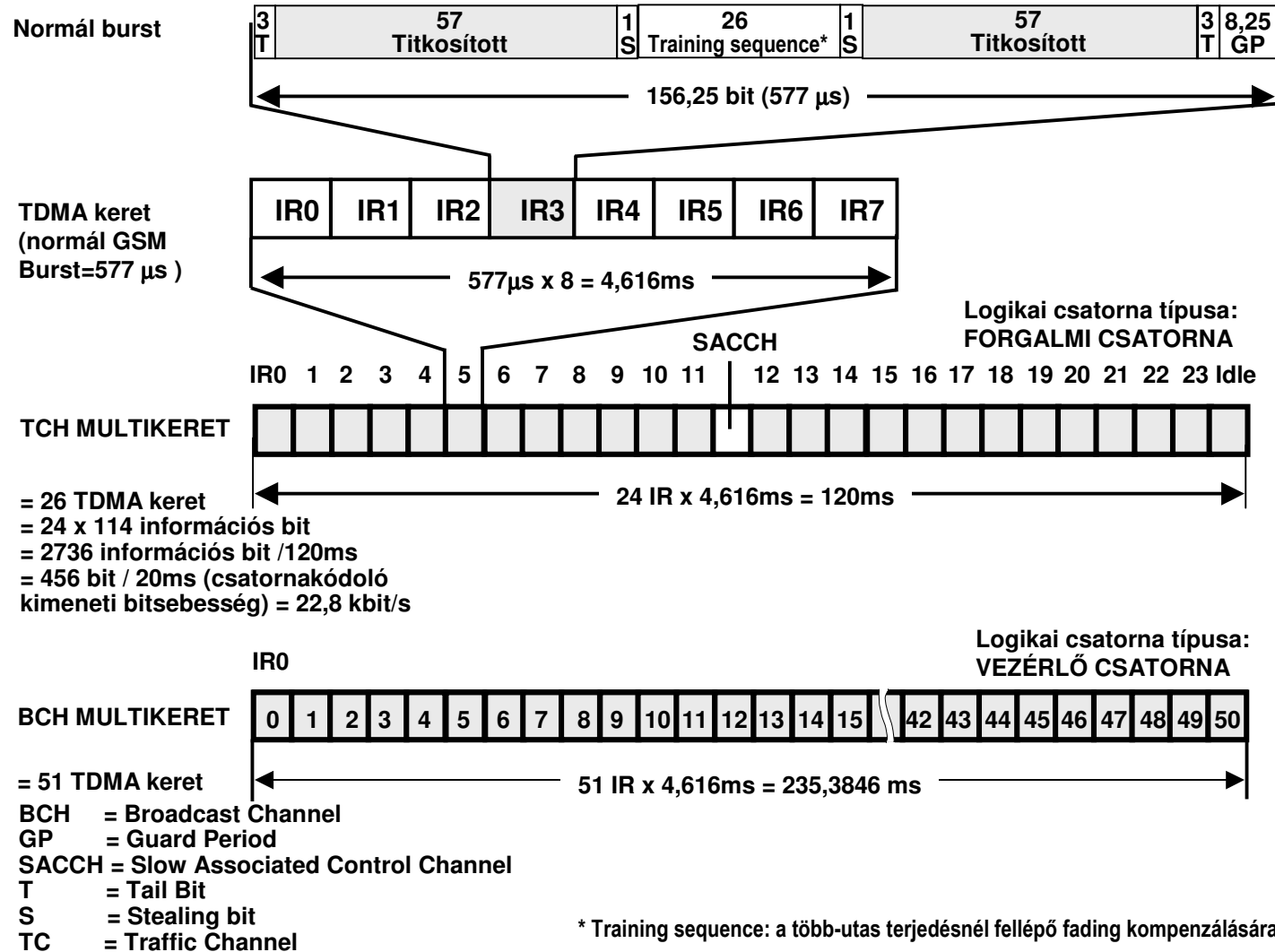
Jelzési csatornák (Signalling Channel)

- Üzenetszórásos Csatorna (Broadcast Channel, BCH)
- Közös vezérlő csatorna (Common Control Channel, CCH)
- Dedikált/társított vezérlőcsatorna (Dedicated/Associated Control Channel, DCCH/ACCH)





10.9 GSM keretszervezés





10.10 Hívás átadása/átvétele (Handover)

A GSM hálózatban a rádió- és fix beszéd-összeköttetések kiosztása a hívás során nem állandó.

A „handover” jelentése: a folyamatban lévő hívás átkapcsolása másik csatornába vagy cellába.

A handoverhez szükséges mérés és végrehajtás az RR protokoll-réteg alapfunkciója.

A GSM-ben a handover négy fajtája létezik, melyek az összeköttetés átkapcsolásával járnak:

- **Ugyanazon cella csatornái (időrései) között (intra-BTS handover)**
- **Ugyanazon BSC vezérlése alá tartozó cellák között (inter-BTS handover)**
- **Különböző BSC-k vezérlése alá tartozó cellák között, amelyek azonban ugyanazon MSC-khez tartoznak (inter-BSC handover)**
- **Különböző MSC-khez tartozó cellák között (inter-MSC handover)**

Az első két típusú handover csak a bázisállomás-vezérlőt (BSC) érinti.

A másik két típusban az érintett MSC-k is érintettek, a handovert akár a BSC, akár az MSC kezdeményezheti.



10.11 Frekvenciaugrás (Frequency hopping)

A mobilkészüléknek frekvencia-agilisnak kell lennie, ami azt jelenti, adatok vétele és adása céljából tudnia kell a különböző frekvenciák között mozogni.

Egy normál mobilkészülék képes másodpercenként 217-szer váltani a frekvenciák között. A GSM ezt a frekvencia-agilitást arra használja ki, hogy lassú frekvencia-ugrást hajt végre, miközben a mobilkészülék és a BTS minden TDMA keretet más-más vivőfrekvencián továbbít.

A frekvenciaugrás (frequency hopping) egy üzenetszórási algoritmus a BCC (üzenetszórás-vezérlő) csatornán.

Mivel a több-utas terjedésből adódó fading (elhalkulás) függ a vivőfrekvenciától, a lassú frekvenciaugrás segít a probléma enyhítésében.

Ráadásul a csatornák közötti interferencia ennek hatására véletlenszerűvé válik.

Az üzenetszórási és a közös vezérlési csatornákra nem vonatkozik a „frequency hopping”, azok mindig ugyanazon a frekvencián adnak.



10.12 Több-utas terjedés (Multipath equalization)

900MHz körül a rádióhullámok mindenről visszaverődnek: épületek, hegyek, stb. A sok különböző fázisú visszavert jel mind eljut az antennához (több-utas terjedés). A kívánt jelnek a reflektált jelekből való kinyerésére ún. „kiegyenlítést” alkalmaznak. Úgy működik, hogy kitalálja: az ismert adási jelet hogyan módosítja a több-utas fading, és ebből a hasznos jel kivonására előállít egy inverz-szűrőt. Az ismert jel a 26 bites „training sequence”, amelyet minden időrés-burst közepe tartalmaz.

10.13 Szakaszos adás (Discontinuous transmission, DTX)

A mobil készülék fogyasztásának csökkentésére és az „air interface”-en az interferencia minimalizálására a használói oldalon a jelsugárzás a beszélgetés szüneteiben megszakad. A mobilkészülék mesterséges komfort-zajt állít elő, hogy a beszédhang megszakadása ne váltsa ki az összeköttetés megszakítását.



10.14 GSM adatbázisok tartalma

Adatbázis	Adat-elemek
HLR (home location register)	Előfizetői információ IMSI (international mobile subscriber identity): nemzetközi mobil-előfizetői azonosító MSISDN (mobile station ISDN number): a mobilkészülék ISDN száma Szolgáltatási korlátozások (pl. roaming nincs engedélyezve) Előfizetett szolgáltatások Kiegészítő szolgáltatások paraméterei Információ az előfizető készülékéről Azonosítási adatok (pl. RAND, SRES, Kc triplet) (implementáció-függő) Hely-azonosítási adatok (mobil tartózkodási információ) MSRN (mobile station roaming number): mobilkészülék roaming száma Az aktuális VLR címe (ha rendelkezésre áll) Az aktuális MSC címe (ha rendelkezésre áll) TMSI (ha rendelkezésre áll)
VLR (visitor location register)	Előfizetői információ IMSI (international mobile subscriber identity): nemzetközi mobil-előfizetői azonosító MSISDN (mobile station ISDN number): a mobilkészülék ISDN száma Kiegészítő szolgáltatások paraméterei Információ az előfizető készülékéről Azonosítási adatok (pl. RAND, SRES, Kc triplet) (implementáció-függő) Hely-azonosítási adatok (mobil tartózkodási információ) TMSI (temporary mobile subscriber identity): ideiglenes mobil-előfizetői azonosító MSRN (mobile station roaming number) : mobilkészülék roaming száma LAI (location area information): tartózkodási körzet információ TMSI (ha rendelkezésre áll)
EIR (equipment identity register)	Az összes mobilkészülék IMEI (international mobile equipment identity) adatai (fehér lista) Azon mobilkészülékek IMEI adatai, amelyeket jelenteni kell (szürke lista) A blokkolt mobilkészülékek IMEI adatai (feketelista)



10.15 SIM szolgáltatási tábla (SIM Service Table, SST) / 1

Az SST azon szolgáltatások táblázatát tartalmazza, amelyek a beszéd szolgáltatással együtt vagy azon túlmenően használhatók, pl. rövid üzenet szolgáltatás (SMS) vagy rögzített hívószámok szolgáltatás.

Rögzített hívószámok szolgáltatás (Fixed dialing numbers, FDN)

A rögzített hívószámok speciális hívószámok, amelyek akkor is választhatók, ha a mobiltelefonon az összes többi számok blokkolva vannak.

ICC azonosítás (ICC identification, ICCID)

Az ICCID az intelligens kártya (smart card) különleges azonosítószáma. BCD-kódolt, 10 byte hosszúságú és jobbról 'F'-ekkel kiegészíthető, ha szükséges.

Nemzetközi mobilkészülék azonosító (International mobile equipment identity, IMEI)

Az IMEI a mobilállomás egy speciális készülékszám. 15 digitből áll, ezért többnyire 8 byte-ot foglal le. Összetevői: egy 6 digit típusvizsgálati kód, két digit gyártókód, 6 digit sorszám és egy ellenőrző digit. Az IMEI-t a mobiltelefonban és a mobilközpont Berendezés-azonosító Regiszterében (EIR) tároljuk.



SIM szolgáltatási tábla (SIM Service Table, SST) / 2

Nemzetközi mobil-előfizetői azonosító (International mobile subscriber identity IMSI)

Az IMSI egy speciális előfizetői azonosító a GSM rendszerben. BCD-kódolt és 9 byte hosszúságú, amely jobbról szükség esetén feltölthető 'F'-ekkel. Összetevői: a mobil országkód (MCC), a mobilhálózati kód (MNC) és egy sorszám, amelyet a hálózati operátor oszt ki. Az IMSI normál esetben sohasem továbbítódik sima (kódolatlan) szöveggént a rádiós interfészen (air interface) keresztül, hogy ezzel is akadályozzák a mobilkészülék tartózkodási helyének tiltott nyomon követését. Az IMSI helyett normális esetben a TMSI-t a LAI-val együtt használják azonosítási célokra.

Egyéni kulcs (Individual key Ki) és titkosítás kulcs (cipher key Kc)

A 'Ki' és 'Kc' kulcsok a szimmetrikus kriptográfiai algoritmusok titkos kulcsai. A 'Ki' egy kártyafüggő kulcs a SIM kártya jogosultságának kriptográfiai számításához., a 'Kc'-t pedig a mobilkészülék és a bázisállomás közötti 'air interface'-en keresztüli adatátvitel titkosítására használják.

Rövid üzenet szolgáltatás (Short message service, SMS)

A rövid üzenet szolgáltatás lehetővé teszi a legfeljebb 160 karakter hosszúságú szöveges üzenetek küldését a hálózat és a mobilkészülék között a jelzéscsatornán keresztül. Az SMS szolgáltatást nem csupán az előfizetői üzenetek közvetítésére, hanem hordozószolgáltatásként is használjuk adatok átvitelére a mobiltelefonra (WAP), vagy a SIM kártyára.



SIM szolgáltatási tábla (SIM Service Table, SST) / 3

Rövidített hívószámok (Abbreviated dialing numbers ADN)

A rövidített hívószámok a mobiltelefonban vagy a SIM kártyán egyéb információkkal együtt tárolt hívószámok, amelyek a menüből vagy speciális gomb megnyomásával könnyen kiválaszthatók.

Tartózkodási körzet információ (Location area information LAI)

A LAI a mobilállomásnak egy egyedi tartózkodási hely információja. Ezt a TMSI-vel együtt egyedi előfizetői azonosítóként használják. A LAI összetevői: 3 digit országhód (CC), két digit mobilhálózati kód (MNC) és egy tartózkodási körzetkód (LAC), amely legfeljebb 5 digit lehet.

Mobilállomás ISDN szám (Mobile station ISDN number MSISDN)

Az MSISDN a mobilállomás hívószáma, amely független az előfizetői azonosítótól (IMSI).

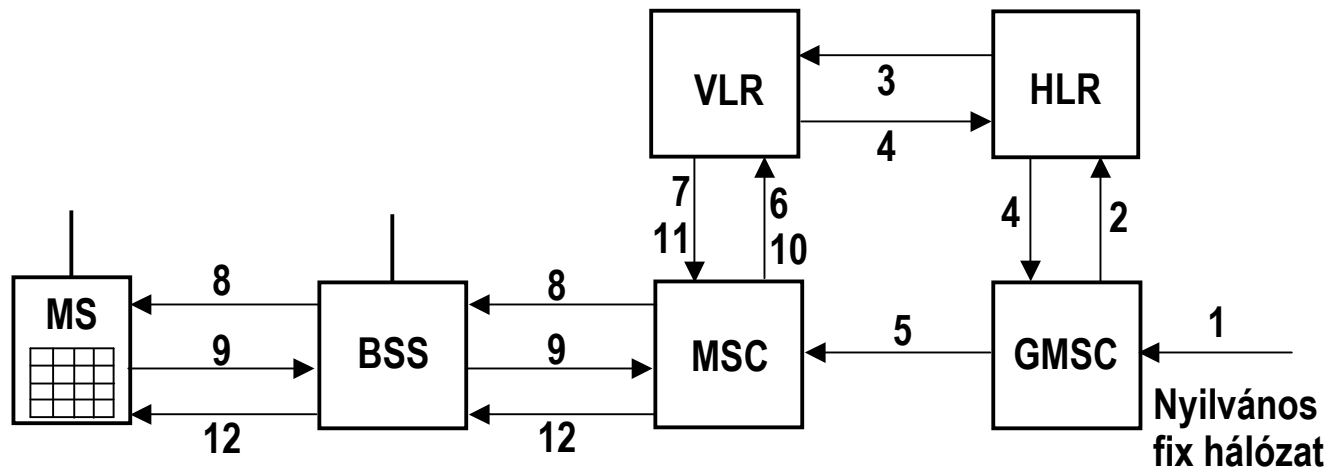
Ideiglenes mobil-előfizetői azonosító (Temporary mobile subscriber identity TMSI)

A TMSI egy ideiglenes és térbelileg korlátozott négy bájtos előfizetői azonosító. Célja az az igazi előfizető azonosságának védelme. A TMSI csak a tartózkodási körzeti információval (LAI) együtt egyedi azonosító. A TMSI-t a VLR osztja ki, és ott is tárolódik.



10.16 GSM hívásfelépítés / 1

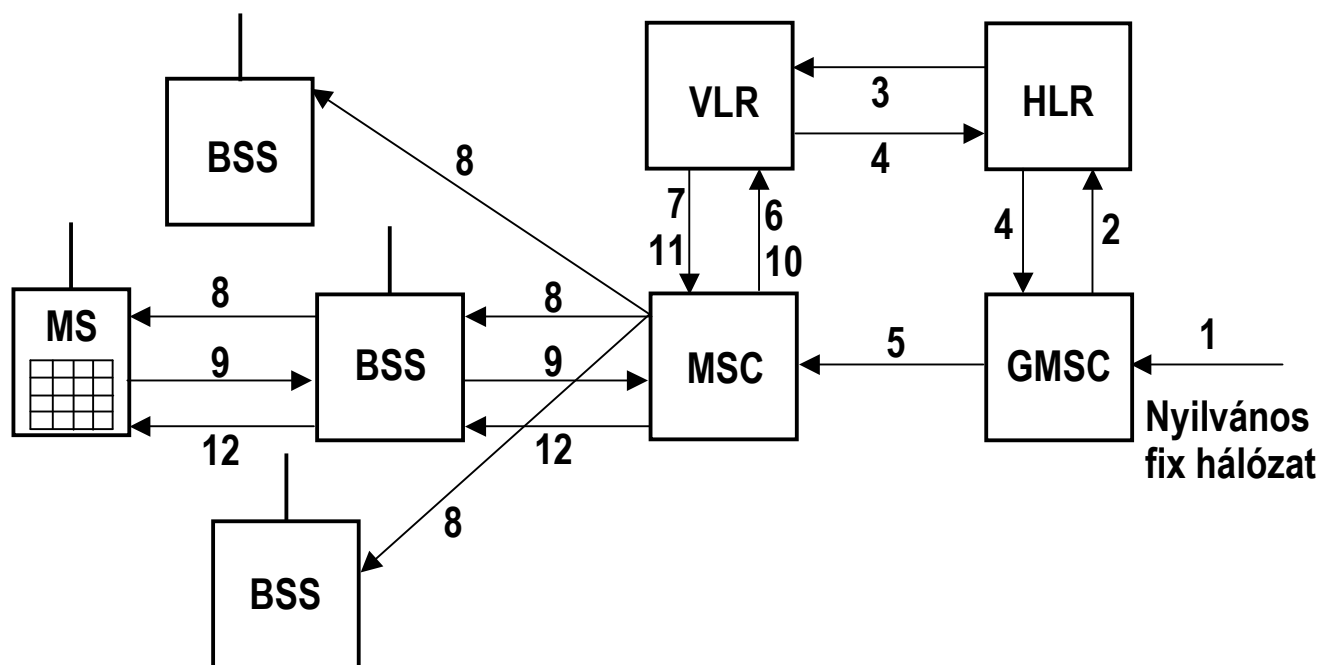
A nyilvános fix hálózathoz bejövő IAM jelzés az átlépő-MSC-be (GMSC) kerül (1). Az IAM jelzésben a hívott fél MSISDN száma utal arra a HLR-re, amely a hívott fél SIM kártyájához tartozó IMSI számot tartalmazza (2). A HLR ellenőrzi a hívott szám létezését, majd az érintett VLR-től lekéri a mobil állomás (MS) roaming számát (MSRN) (3). Ezt visszaküldi a GMSC-nek (4). Ez az összeköttetést átadja az aktuális roaming területért felelős MSC-nek (5). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (6). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (7). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (8). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (9). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (10). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (11). Az illetékes MSC a VLR-t lekérdezi a mobil előfizető tartózkodási helyéért és az elérhetőségi állapotáért (12).





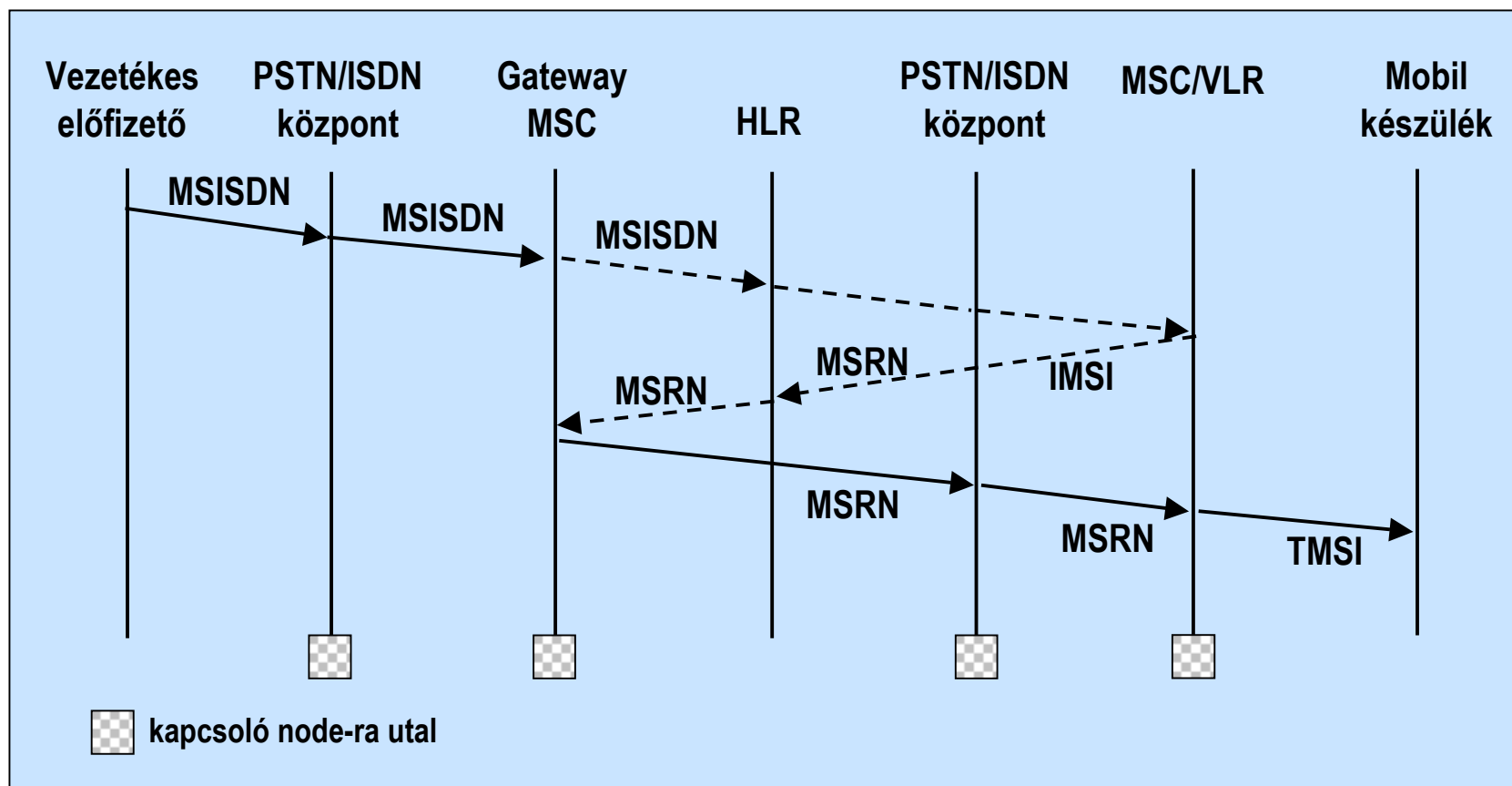
GSM hívásfelépítés / 2

Ha az előfizető bejegyzése „elérhető”, az MSC engedélyezi a kereső rádióhívást (7) és azt a VLR-hez tartozó összes rádiózónában végrehajtják (8). Amikor a mobil előfizető készüléke válaszol a tartózkodási hely rádiócellájának a keresőhívására (9), az összes szükséges biztonsági eljárás végrehajtódik (10). Ha ez mind sikeres, a VLR jelzi az MSC-nek (11), hogy a hívás teljesíthető (12).





GSM hívásfelépítés / 3

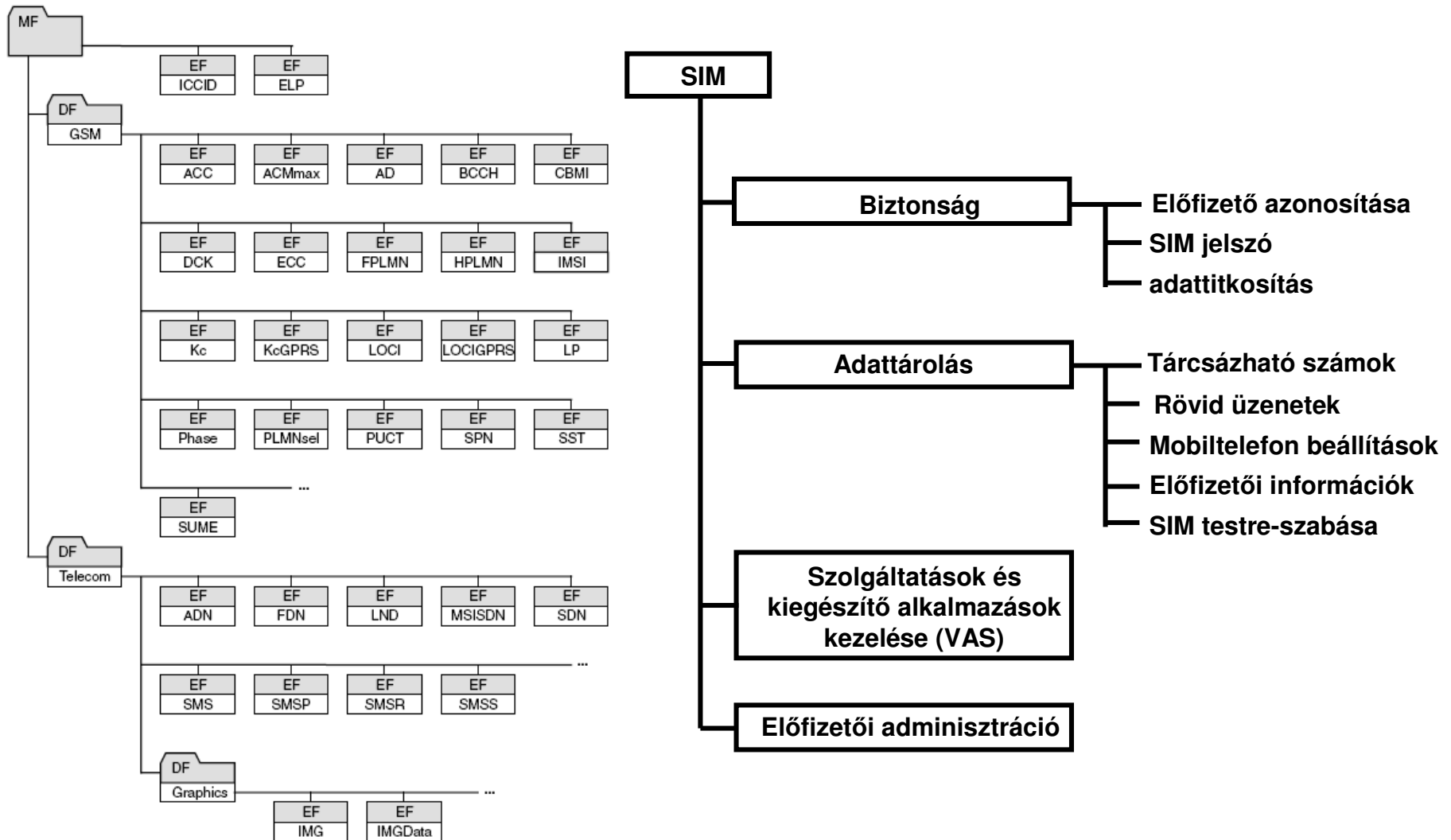


MSRN: Mobile Station Roaming Number

TMSI: Temporary mobile subscriber identity



10.17 SIM kártya tartalma





10.18 A GSM rendszer protokollverme és szabványai

