

Mobil kommunikáció

A mobil hálózat

Dr. Berke József

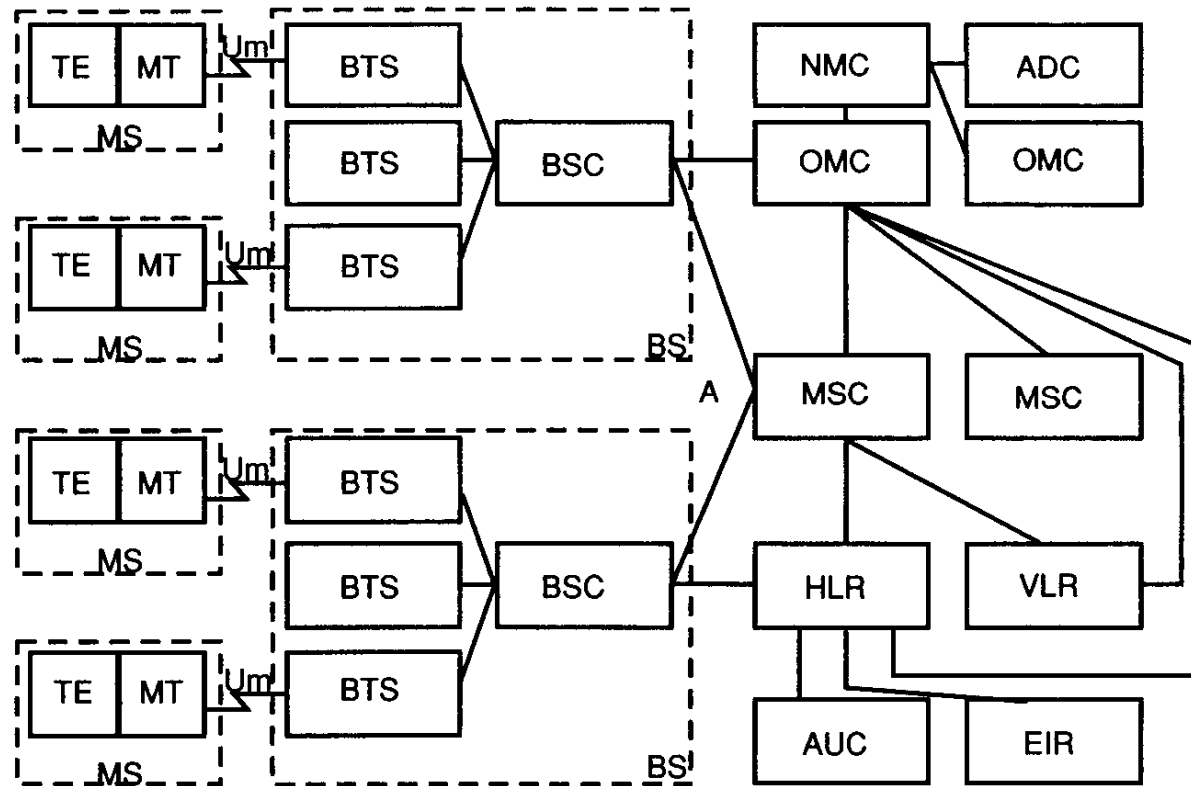
berke@gdf.hu

2008-2009.

A MOBIL HÁLÓZAT - Tartalom

- **RENDSZERTECHNIKAI FELÉPÍTÉS**
- **CELLULÁRIS FELÉPÍTÉS**
- **KAPCSOLATFELVÉTEL MOBIL ÁLLOMÁSSAL**
- **JELZÉS ÁTVITEL**
- **BESZÉD KÓDOLÁSA ÉS ÁTVITELE**
- **ROAMING**
- **ATM**
- **GPRS, EDGE, HSPA**

RENDSZERTECHNIKAI FELÉPÍTÉS



MS - mobil állomás

BS - bázisállomás

BSC - bázis kapcsoló központ

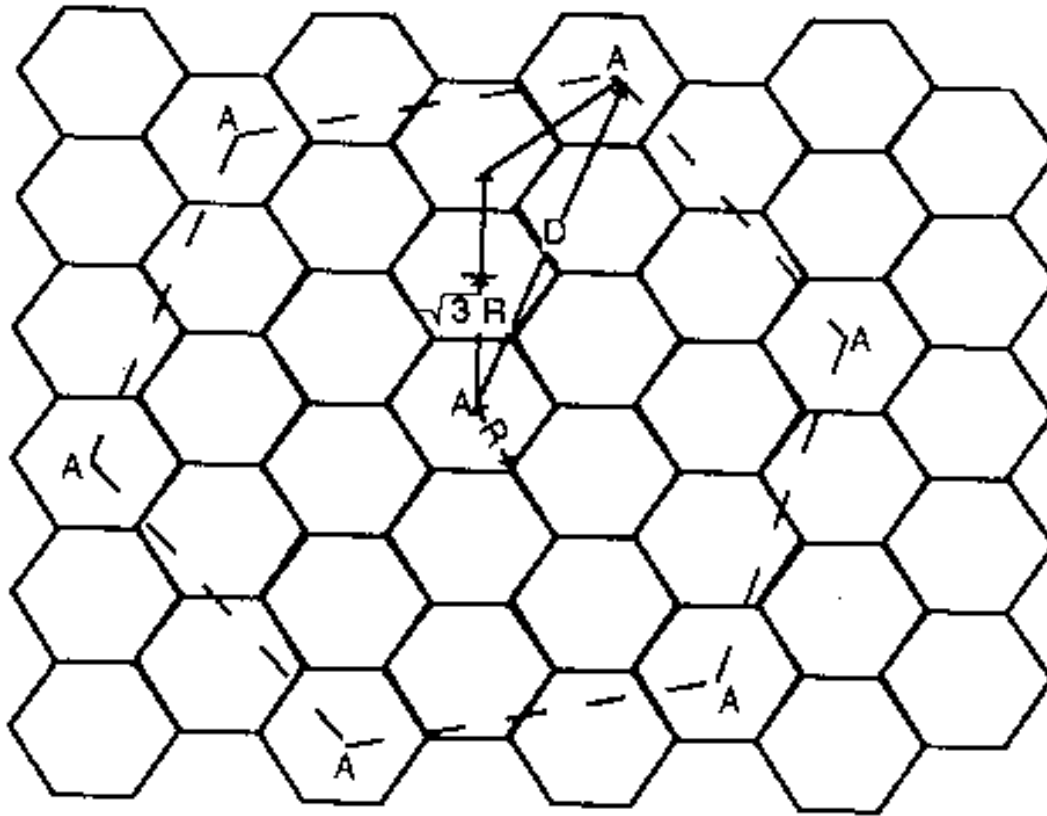
MSC - mobil kapcsoló központ

GSM (Global System for Mobile Communication)

- 890-960 MHz sávban való átvitel (ebből 50MHz a kihasznált sáv szélesség)
- 890-915 MHz mobil állomásról
- 935-960 MHz bázis állomáshoz
- 124 felhasználható 200 kHz sáv szélességű full-duplex csatorna (ebből 42 jelzés csatorna és 82 beszédátviteli csatorna)

CELLULÁRIS FELÉPÍTÉS

A lefedettség biztosítása



$$\frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

D... társcsatornák távolsága

CELLULÁRIS FELÉPÍTÉS

- **több D/R arány használata**
- **cellák megosztása (állomások között)**
- **csatorna kiosztás módosítása**

CSATORNA KIOSZTÁS

Legyen $N=7$, ekkor cellánként 18 (illetve egy cellában (124/7) 17) csatorna kerülhet kiosztásra:

A_1 : 890 - 935 , 891,4 - 936,4 ,..., 913,8 - 958,8
 A_2 : 890,2 - 935,2 , 891,6 - 936,6 ,..., 914 - 959
 A_3 : 890,4 - 935,4 , 891,8 - 936,8 ,..., 914,2 - 959,2
 A_4 : 890,6 - 935,6 , 892 - 937 ,..., 914,4 - 959,4
 A_5 : 890,8 - 935,8 , 892,2 - 937,2 ,..., 914,6 - 959,6
 A_6 : 891 - 936 , 892,4 - 937,4 ,..., 914,8 - 959,8
 A_7 : 891,2 - 936,2 , 892,6 - 936,6 ,..., 913,6 - 958,6

KAPCSOLATFELVÉTEL I.

hívás kezdeményezés

- 1. Felhasználó a hívott szám tárcsázásával (elküldésével), a jelzéscsatornán jelzi a bázisállomás felé a híváskezdeményezést.**
- 2. Bázisállomás az igényt jelzi az MSC felé.**
- 3. MSC egy használaton kívül levő csatornát oszt ki a felhasználó számára és ezt jelzi a megfelelő bázisállomás felé.**
- 4. Bázisállomás jelzi a mobil állomás felé, hogy igénye kiszolgálásra kerül és rendelkezésére bocsátja a hangcsatornát.**
- 5. A mobil állomás visszajelzi a bázisállomás felé, hogy használatba veszi a kijelölt hangcsatornát.**
- 6. A hívott készülék kicsöng és kezdődhet a beszélgetés.**

KAPCSOLATFELVÉTEL II.

hívás fogadás

1. MSC-be hívás érkezik egy adott mobil állomás számára.
2. MSC a hívott mobil állomás adatait jelzescsatornán elküldi az összes bázisállomás számára.
3. Azon bázisállomás, amelyik területén a szóban forgó mobil állomás tartózkodik, jelzést küld a mobil állomásnak, hogy hívása érkezett.
4. A mobil állomás jelzést küld a bázisállomásnak, hogy fogadja a hívást.
5. A bázisállomás jelzést küld az MSC-nek a fogadásról.
6. MSC kijelöl a mobil állomás számára egy használaton kívül levő csatornát és erről jelzést küld a megfelelő bázisállomásnak.
7. Bázisállomás továbbítja a mobil állomás felé, hogy van számára szabad csatorna.
8. A mobil állomás nyugtázza ezt a bázisállomás felé.
9. Bázisállomás a mobil állomás készenlétét jelzi az MSC felé és egyben megnyitja a csatornát a mobil állomás felé.
10. Mobil állomás fogadja a hívást.

Handover

Ha egy felhasználó elhagyja az egyik cella területét és egy másik cella területére lép, meg kell szüntetnie kapcsolatát a régi cella bázisállomásával, és kapcsolatot kell létesíteni az új cella bázisállomásával.

LÉPÉSEI:

- 1. Az MSC folyamatosan figyeli minden mobil állomásnak kiosztott csatorna vivőjének szintjét. Ha ez a szint egy adott érték alá süllyed, az MSC minden bázisállomástól bekéri az adott mobil állomásra prognosztizálható vivőszintet.**
- 2. Ezek közül az MSC kiválasztja a legmagasabbat és a kiválasztott új bázisállomásnak ún. „tx-on” üzenetet küld, ami jelzi az új bázisállomás felé, hogy új mobil állomást kell kiszolgálni.**
- 3. Ha a mobil állomás éppen beszélgetést folytat a handover idején, az MSC egyben egy új szabad csatornát is kijelöl a mobil állomás számára.**
- 4. Egy időben az új bázisállomás értesítésével, az MSC a régi bázisállomást egy „hand-off” üzenet segítségével értesíti az adott mobilállomás cellából való kilépéséről. Ezzel megtörténik az átadás, azaz az adott mobil állomást az új bázisállomás szolgálja ki.**
- 5. Ha a mobil állomás éppen beszélgetést folytat, akkor átvált az új csatornára.**
- 6. Az új bázisállomás jelzést küld az MSC-nek az átvétel sikeres lebonyolításáról.**

JELZÉS ÁTVITEL

- BS-től MS-hez: $(40,28,5)$ paraméterű (n,k) -kóddal
- MS-től BS-hez: $(48,36,5)$ paraméterű (n,k) -kóddal

A kódok arányai: $28/40=0,7$ és $36/48=0,75$

Mindkét kód kódtávolsága: 5, tehát

4 hibát képesek jelezni és 2 hibát képesek javítani.

NMT900 esetén konvolúciós kóddal

**Az átvitel frekvencia-billentyűzéssel 1,2 - 2,4 kb/s
sebességgel.**

BESZÉD KÓDOLÁSA

- **analóg beszéd digitalizálása**
- **digitális bitfolyam hibakódolása**
- **bitfolyamok összefűzése**
- **továbbítás TDM segítségével (frequency hopping)**

ANALÓG BESZÉD DIGITALIZÁLÁSA

- mintavételezés 8 kHz-es frekvenciával
- lineáris kvantálás 13 biten (104 kb/s adatfolyam)
- 20 ms beszédből 260 bit adat (13 kb/s) (Vocoder segítségével)
- Egyéb lásd: [kvantálás általánosan korábban](#)

HIBAVÉDELEM

$$260 = 50 + 132 + 78$$

50 nagyon fontos,
132 fontos
78 kevésbé fontos bit

↓ ↓
3 4
└──────────┘

$$189 \times 2 = 378 \text{ (1:2 arányú konvolúciós kód)}$$

$$378 + 78 = 456 \text{ bit} \quad 20 \text{ s-ra} \longrightarrow 22,8 \text{ kb/s}$$

KELETKEZŐ ADATMENNYISÉG

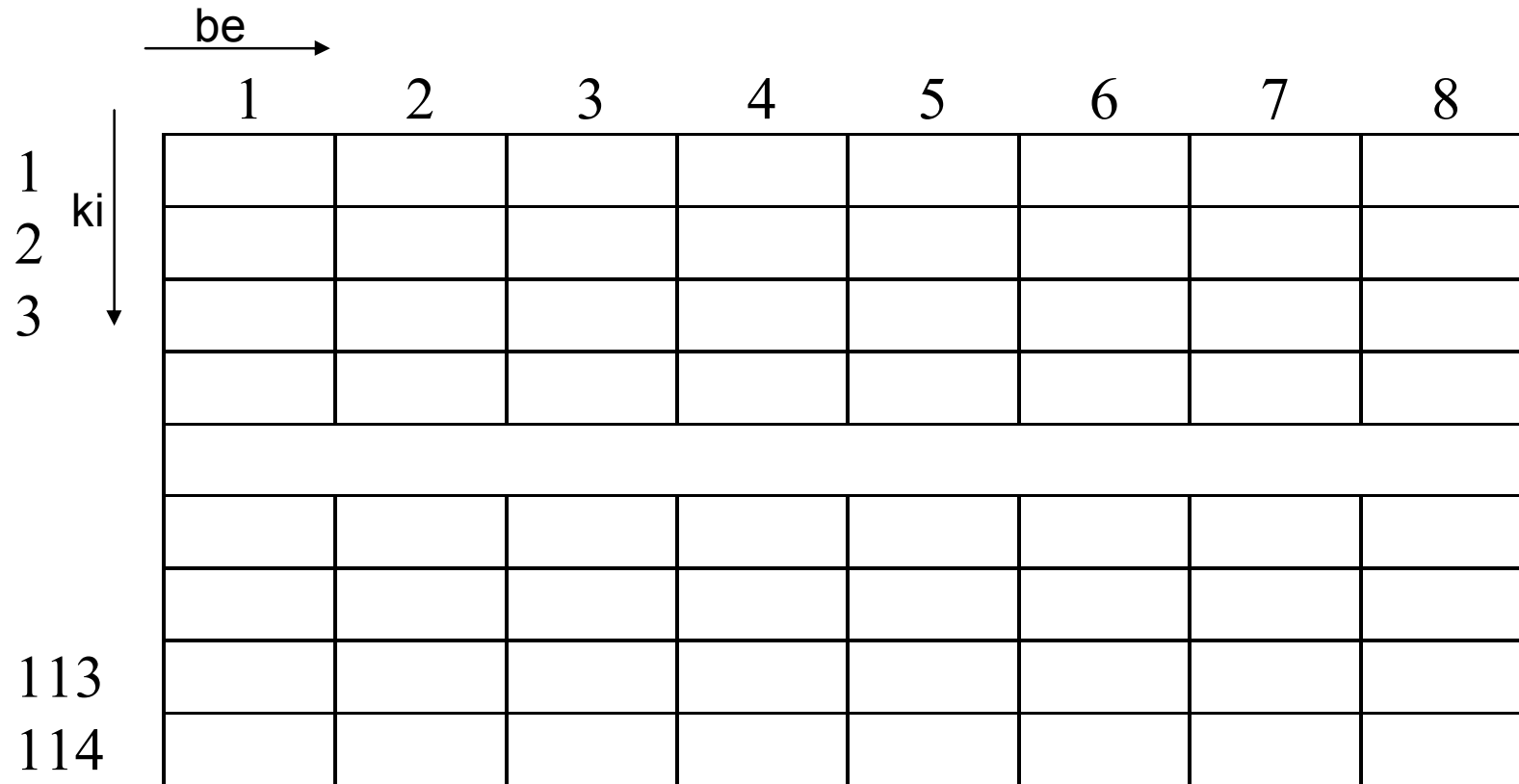
- 13 kb/s beszéd
- 9,8 kb/s hibavédés
- 0,95 kb/s jelzésátvitel
- 10,1 kb/s szinkron biztosítására

ÖSSZESEN: 33,85 kb/s

INTERLEAVING

2 x 20 ms beszédből keletkezett adat összefűzése

$$2 \cdot 456 = 912 = 8 \cdot 114 \text{ bit}$$



FREQUENCY HOPPING

- **Egy csatornára (200 kHz) 8 felhasználót multiplexálnak (TDMA).**
-
- **Minden felhasználó különböző frekvenciasávban van.**
- **Egy felhasználóra tehát 25 kHz sávszélesség jut.**

Beszéd átviteléhez kapcsolódó fogalmak

Burst: kétszer 20 ms beszéd kódolásából adódó összefűzött adat.

Keret: nyolc felhasználó kétszer 20 ms beszédanyagából származó adat

Multikeret: 24 felhasználóktól származó keret együtt, ahol egy keret üres és egy keret az ún. SACCH (Slow Associated Control Channel), amely a beszédcsatornák felügyeletével és irányításával kapcsolatos adatokat szállít

Szuperkeret: 51 db multikeret együttese

Hiperkeret: 2048 szuperkeret összessége

TDMA keretszerkezet beszédre

/Time Division Multiple Access/

3 bit (szinkron)	57 bit (beszéd)	1 bit (szinkron)	26 bit (szinkron)	1 bit (szinkron)	57 bit (beszéd)	3 bit (szinkron)	8,25 bit (idő)
---------------------	--------------------	---------------------	----------------------	---------------------	--------------------	---------------------	-------------------

156,25 bit = 0,577 ms

keret



4,615 ms

multikeret



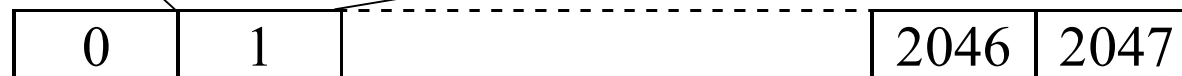
120 ms

szuperkeret



6,12 s

hiperkeret



3h 28 min 53,76 s

J. Berke

ROAMING 2/I.

HLR (Home Location Register) :

- az adott szolgáltató előfizetői
- adatbázis, amelyet az MSC tárol
 - tartalmazza az előfizetők sztatikus adatait (előfizetői azonosító, szolgáltatási jogosultságok, ...)
 - tartalmazza az előfizetők dinamikus adatait (aktuális tartózkodási hely, az eléréshez szükséges irányítási adatok).
- A HLR-hez kapcsolódik a *hitelesítő központ (Authentication Center – AUC)*
 - a HLR-ben nyilvántartott előfizetőhöz létezik egy azonosító kulcs, amely a jogosulatlan használatot hivatott megakadályozni.

ROAMING 2/II.

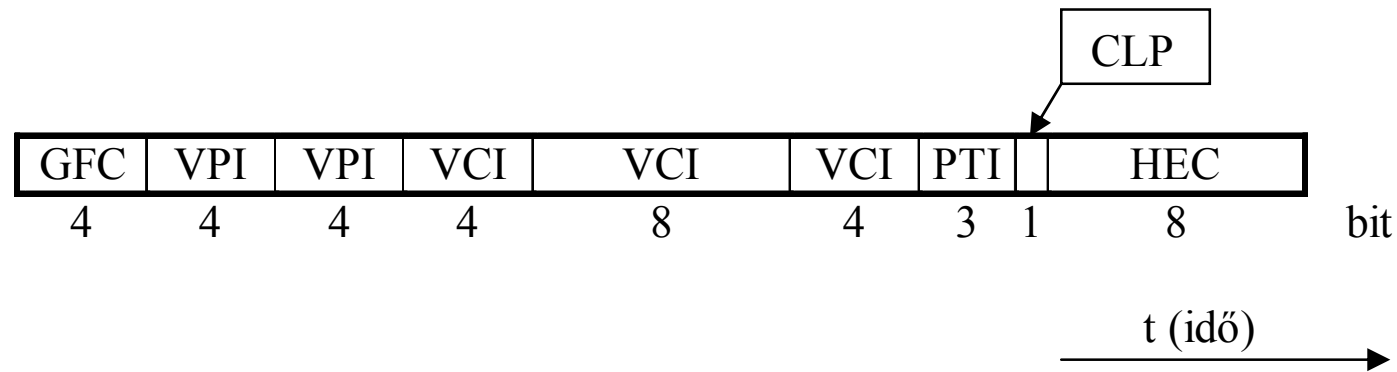
- **VLR (Visitor Location Register)**
 - adott szolgáltató területén ideiglenesen tartózkodó előfizetők adatai
 - az MSC-ben kerül tárolásra
- **EIR (Equipment Identity Register)**
 - készülék azonosító regiszter

AZ ATM

/Asynchronous Transfer Mode/

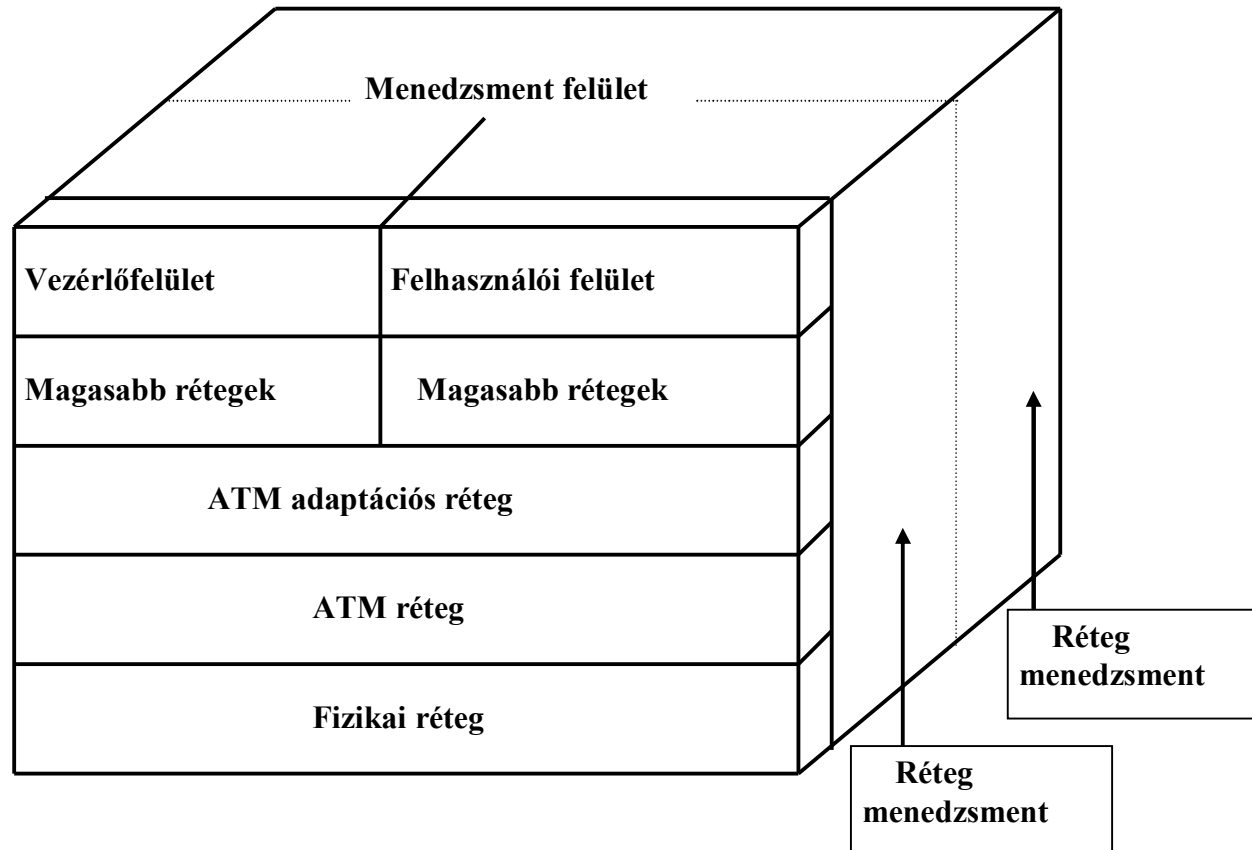
- **AZ ÁTVITELI MÓDOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA**
- **AZ ATM FELÉPÍTÉSE**
 - **kis, rögzített méretű cellák (48 oktett adat, 5 oktett fejrész)**
 - **szükség szerinti elv a továbbításban**
 - **rugalmas sáv szélesség**

AZ ATM CELLA FEJRÉSZÉNEK FELÉPÍTÉSE

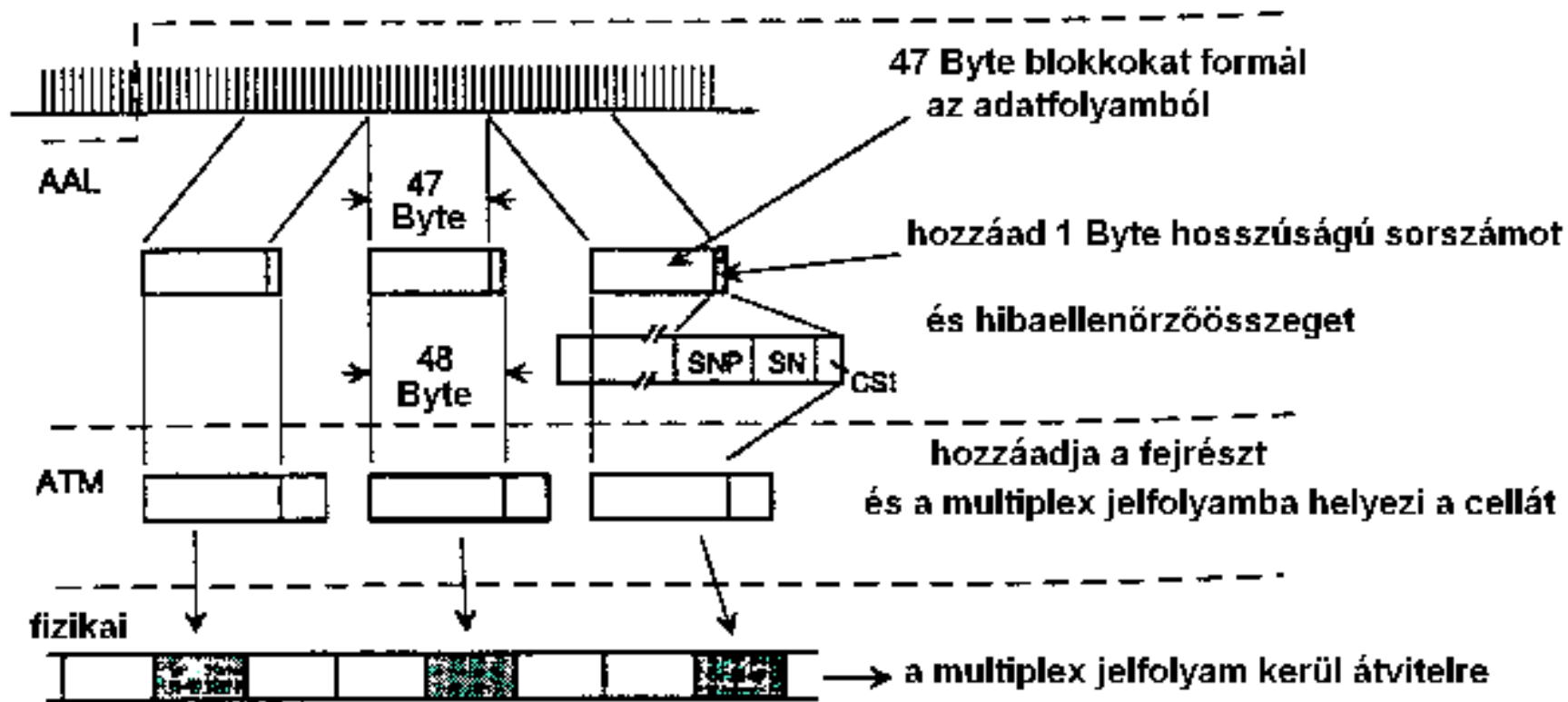


- GFC** - **Generic Flow Control** (általános folyamatvezérlő)
- VPI** - **Virtual Path Identifier** (virtuális útvonal azonosító)
- VCI** - **Virtual Channel Identifier** (virtuális csatorna azonosító)
- PTI** - **Payload Time Identification** (hasznos adat típusa)
- CLP** - **Cell Loss Priority** (cella veszteség prioritása)
- HEC** - **Head Error Control** (fejrész ellenőrző kód)

ATM PROTOKOLL REFERENCIA MODELL



AZ ATM CELLÁK FELÉPÍTÉSE



AZ ATM FORGALOM NÉGY OSZTÁLYA I.

- CBR (A)**
- konstans bitsebesség
 - összeköttetés alapú, szinkron forgalom
(nem tömörített hang, vagy képátvitel)
 - csúcssebességű cellaforgalom támogatása

AZ ATM FORGALOM NÉGY OSZTÁLYA II.A.

- VBR-RT (B) - változó bitsebesség**
 - valós idejű
 - összeköttetés alapú, szinkron forgalom (élő képátvitel)
 - csúcssebességű forgalom forgalom támogatása
 - maximális burst forgalom

AZ ATM FORGALOM NÉGY OSZTÁLYA II.B.

VBR-NRT (B)

- változó bitsebesség
- nem valós idejű forgalom
(video playback, multimédia)
- csúcs cellasebességű forgalom támogatása
- maximális burst forgalom

AZ ATM FORGALOM NÉGY OSZTÁLYA III.

- ABR (C)**
- változó bitsebesség
 - összeköttetés alapú
 - aszinkron forgalom (nagy kiterjedésű X25, kerettovábbítás ATM-en keresztül)
 - csúcs cellasebességű forgalom támogatása
 - maximális burst forgalom

AZ ATM FORGALOM NÉGY OSZTÁLYA IV.

UBR (D) - összeköttetés-mentes adatforgalom
(LAN forgalom, nagy kiterjedésű SMDS
forgalom stb.) ;
nincsenek minőségi paraméterek megadva

GPRS I. - (General Packet Radio Service)

- **Új csatornakódolással működő csomagkapcsolt átvitelt nyújtó szolgáltatás**
- **A felhasználó átviteli igénye szerint több (legfeljebb 8) időrés foglalható le egyszerre és így (a csatornakódolás miatt) legfeljebb 171,2 kb/s átviteli sebesség biztosítható.**
- **A díjazás az elküldött adatmennyiség alapján.**
- **Adat átvitelére fejlesztve, de használható beszéd átvitelére is.**
- **A GPRS hálózat a meglévő GSM architektúra kibővítése mellett saját csomópontok létrehozásával működik.**

GPRS II. - működés

- **A HLR kiegészül egy GPRS regiszterrel, amely tartalmazza a felhasználók GPRS előfizetési adatait**
- **Az SGSN (Servicing GPRS Support Node) kezeli a csomagok irányítását, Frame Relay alapú interfészen kapcsolódik a bázisállomásokhoz.**
- **A GGSN (Gateway GPRS Support Node) más hálózatokkal teremti meg a kapcsolatot.**
- **A bázisállomások kibővülnek egy csomagvezérlő egységgel (Packet Control Unit – PCU), amely az SGSN-hez kapcsolódik.**
- **A GPRS csak olyan mobil állomás segítségével vehető igénybe, amely GPRS képességű.**

EDGE - Enhanced Data rates for GSM Evolution /3G mobil kommunikációs protokoll/

- **Tetszőleges csomagkapcsolt felhasználást támogat - Internet**
 - **Videó szolgáltatások**
 - **Multimédia tartalmak**
- **Moduláció és kódolás:**
 - Gaussian minimum-shift keying (GMSK) vagy
 - higher-order PSK/8 phase shift keying (8PSK)
- **Max. 59.2 kbit/s/slot**

HSPA - High Speed Packet Access

/3G mobil kommunikációs protokoll gyűjtemény/

HSDPA - High-Speed Downlink Packet Access

- max. 14.4 Mbit/s letöltést támogat (jelenleg: 1.8, 3.6, 7.2 Mbit/s) (elméleti)
- HSDPA+ max. 42 Mbit/s letöltést támogat
- HARQ (Hybrid Automatic Repeat-reQuest) alapú redundancia csökkentést tartalmaz az adatokra
- A cella és a jel minősége alapján adaptív modulációt és kódolást tartalmaz (pl. [Quadrature phase-shift keying](#) (QPSK) és [16QAM](#) moduláció)

HSUPA - High Speed Uplink Packet Access

- max. 5.76 Mbit/s feltöltés (elméleti)
- gyakorlatban 1.4, 1.9 Mbit/s

Készülékek megkülönböztetése

A típus:

- **vonalt- és csomagkapcsolt szolgáltatásokra egyaránt képes.**

B típus:

- **csak vonalkapcsolt szolgáltatásokra képes.**

C típus:

- **csak csomagkapcsolt szolgáltatásokra képes.**

1. Feladat

Egy mobil készülék napi forgalma az alábbiak szerint alakult:

a, Beszélgetés: 61 perc

b, Internet alapú adatátvitel: 3,5 Mbyte

c, Videó konferencia: 17 perc (QVGA, 16 bit/pixel, 15 kép/s, CD-DA hang, 40:1 tömörítés)

1. Adjuk meg a napi teljes adatforgalmat MByte-ban!

2. Mennyibe került a napi forgalom a tulajdonosnak (30Ft/perc és 15 Ft/Mbyte)?

Feladat megoldása

- **Beszéd:** $(61 \times 60 \times 33,85) / (8 \times 1024) = 15,12$ Mbyte
- **Adat:** 3,50 Mbyte
- **Videó-kép:**
 $(320 \times 240 \times 16 \times 15 \times 17 \times 60) / (8 \times 1024 \times 1024 \times 40)$ Mbyte
56,03 Mbyte
- **Videó-hang:**
 $(44100 \times 1 \times 16 \times 17 \times 60) / (8 \times 1024 \times 1024 \times 40)$ Mbyte
2,14 Mbyte

Összesen:

1. 76,79 Mbyte

2. $61 \times 30 + 61,67 \times 15 = 2755,05$ Ft

3. $76,79 \times 15 = 1150,8$ Ft

2. Feladat

**Adjuk meg percben, egy tömörítés nélküli
AISA DUAL légifelvétel (359 csatorna,
1x1 m² terepi felbontású, a teljes terület:
10x1,2 km², pixelenként 12 bit) letöltési
idejét optimális ADSL4 (letöltés seb.:
4096 kbit/s) hálózat esetén!
Számításainkat indokoljuk!**