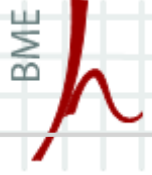


A GSM HÁLÓZAT TOVÁBBFEJLESZTÉSE A NAGYOBB ADATSEBESSÉG ÉS CSOMAGKAPCSOLÁS FELÉ



HSCSD - (High Speed Circuit-Switched Data)

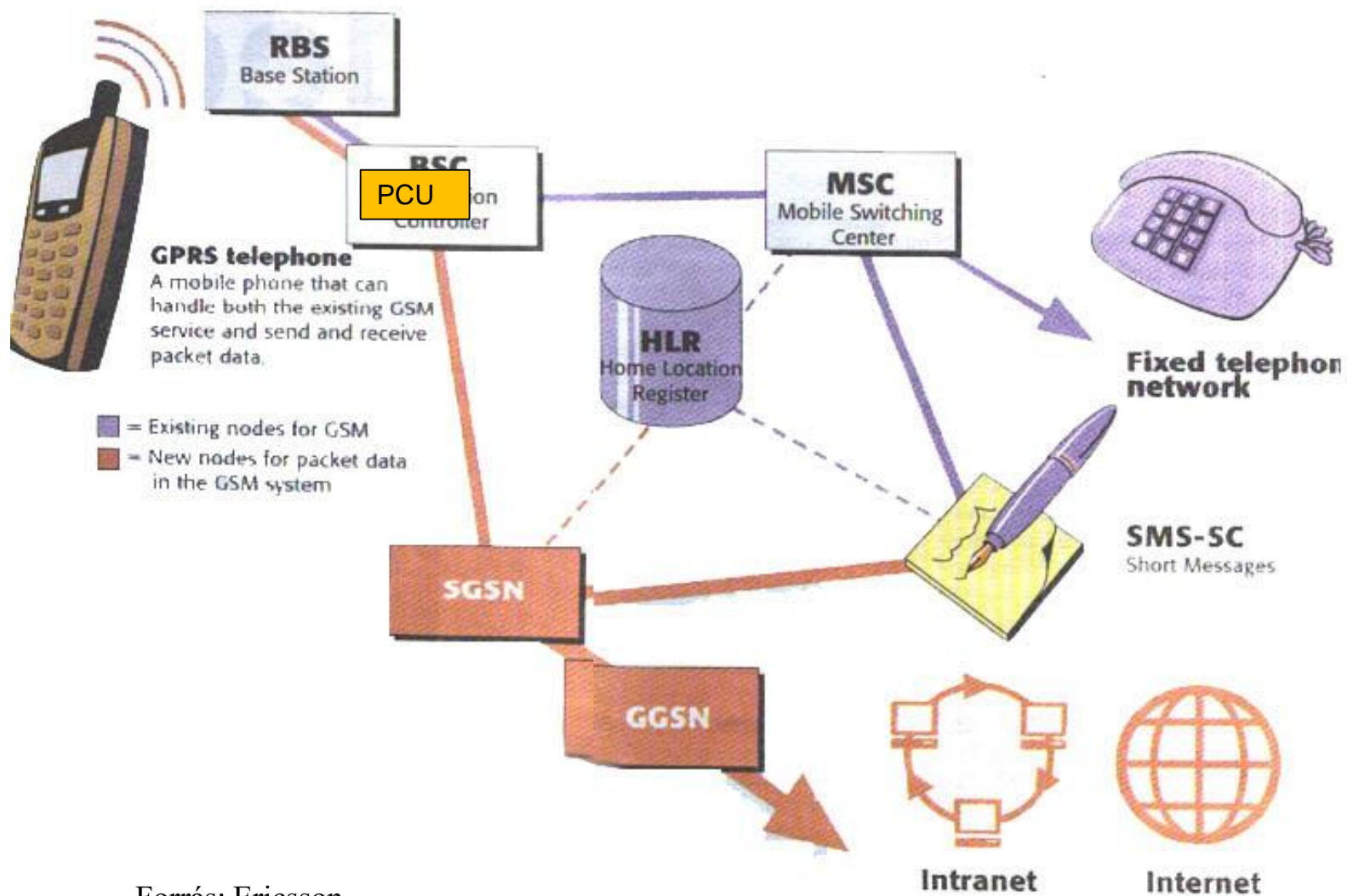
- A rendszer négy 14,4 kbit/s-os átviteli időrés összekapcsolásával 57,6 kbit/s mobil sáv szélességet biztosít.
- Előnye, hogy hardver elemek cserélése nélkül illeszthető a GSM hálózatba.
- Hátránya, hogy továbbra is vonalkapcsolt az összeköttetés.

High Speed Circuit Switched Data (HSCSD)

- A GSM vonalkapcsolt adat csatornánként és időrésenként egy felhasználót tud kiszolgálni. A HSCSD egy felhasználó számára több (1-4) időréshez való egyidejű hozzáférést biztosít. Ezáltal kompromisszum köthető a nagyobb sebesség és az ehhez szükséges többszörös párhuzamos hívás magas költsége között.
- Szabványos 14.4 kbps-ot feltételezve, 4 időrészt használva a HSCSD) 57.6 kbps-t tesz elvileg lehetővé. Ez gyakorlatilag megegyezik egy ISDN B- csatornával. Elvileg 8 időrés is összefogható.
- HSCSD alkalmazása esetén a GPRS csak harmad szintű prioritást élvez (első a beszéd). Elméletileg a HSCSD lehet *preempted* a beszédhívások által, azaz a HSCSD hívásokat kevesebb csatornára redukálják, ha a beszéd számára nincs elegendő kapacitás.
- Költséges: több egyidejű áramkörkapcsolt hívás a hálózat szempontjából.

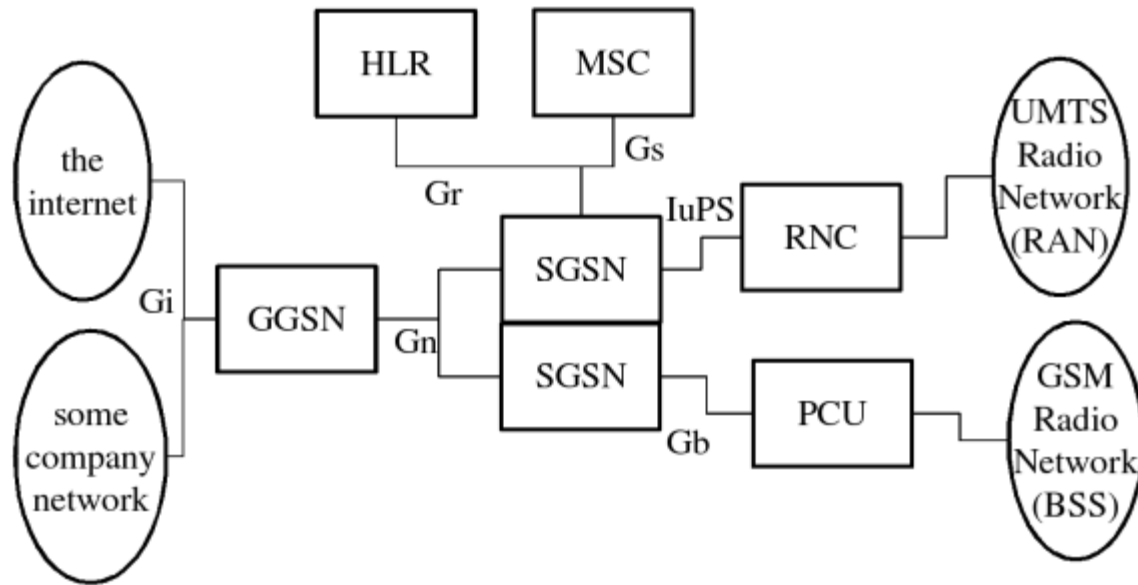
- A GSM architektúra módosításával elvi maximum 160 kbit/s, átlagosan kb. 40 kbit/s csomagkapcsolt adatátvitel érhető el.
- Előnye, hogy a GPRS készülék folyamatos online üzemmódban működik, mégis csak a tényleges adatátvitelért kell fizetnie a felhasználónak.
- Hátránya, hogy teljesen új felhasználói készülékek szükségesek, illetve a beszéd és adat hívások külön csatornákat igényelnek.

GPRS hálózat



Forrás: Ericsson

GPRS/UMTS Hálózat



GPRS hálózat

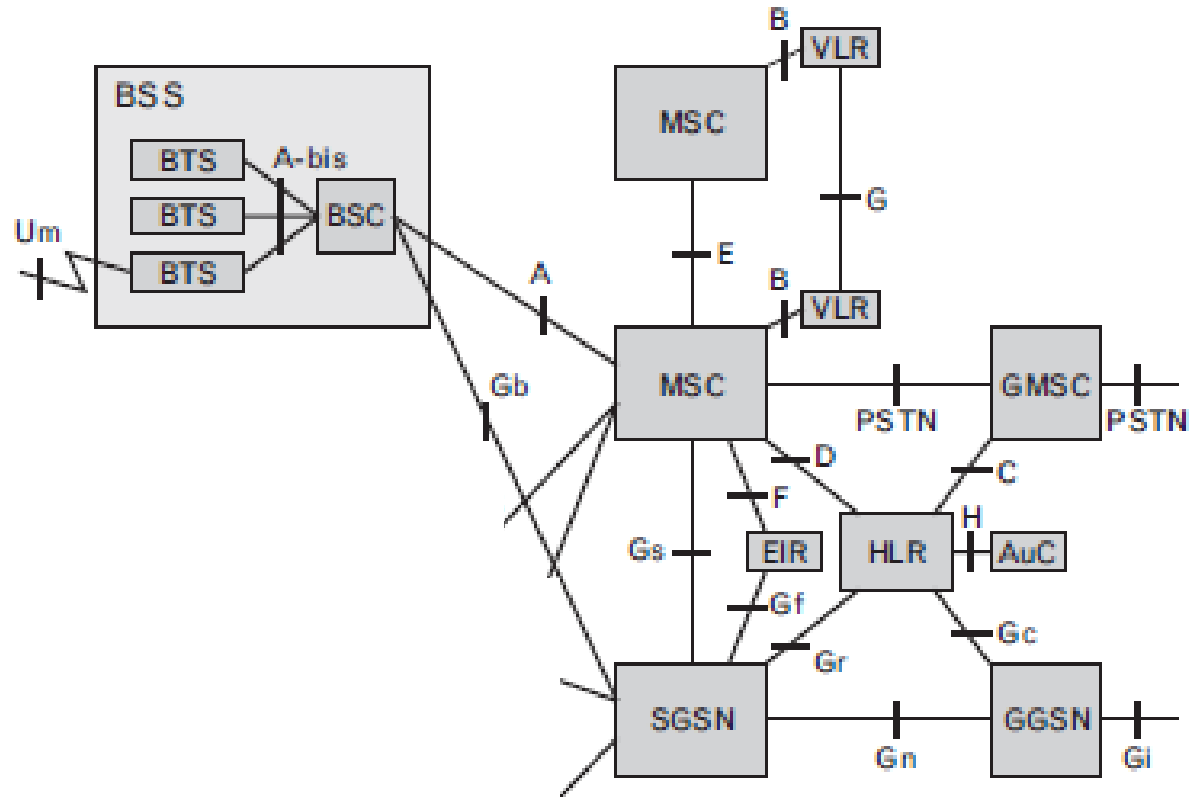
- új elemek a gyökérhálózatban: SGSN, GGSN (Serving GPRS Support Node, Gateway GPRS Support Node)
- új elem a BSS -ben: PCU
- PCU (Packet Control Unit: a BSC kiegészítése):
 - interfész a GPRS gyökérhálózat és a GSM BSS között
 - PCU keretekké formálja az adatot (megegyezik a formátuma a GSM BSS -ből kifelé jövő TRAU formátummal)
 - rádiós erőforrás menedzsment a csomagkapcsolt szolgáltatásokhoz (időrészek kiosztása, bejelentkezés kezelése)

GPRS hálózat

- SGSN:
 - Csomag továbbítás: más GSN -ek és PCU -k között
 - A csomagkapcsolt kommunikáció „központja”
 - Mobilitás menedzselés: a mobilok helyzetének követése -> routing area (a GPRS helyzet alapegysége, kisebb mint a GSM location area), „ready” állapotú mobiloknál: BTS -szintű helyzetinformáció (forgalmazás után meghatározott ideig)
 - Számlázás: a rádiós interfész és a hálózati erőforrások használatáért (adat alapú)
 - Titkosítás, adat tömörítés (opcionális): a GSM -mel ellentétben a gyökérhálózatban
 - Cellaváltás: aktív állapotú mobiloknál általános, függetlenül attól, hogy van e aktuálisan adatforgalom

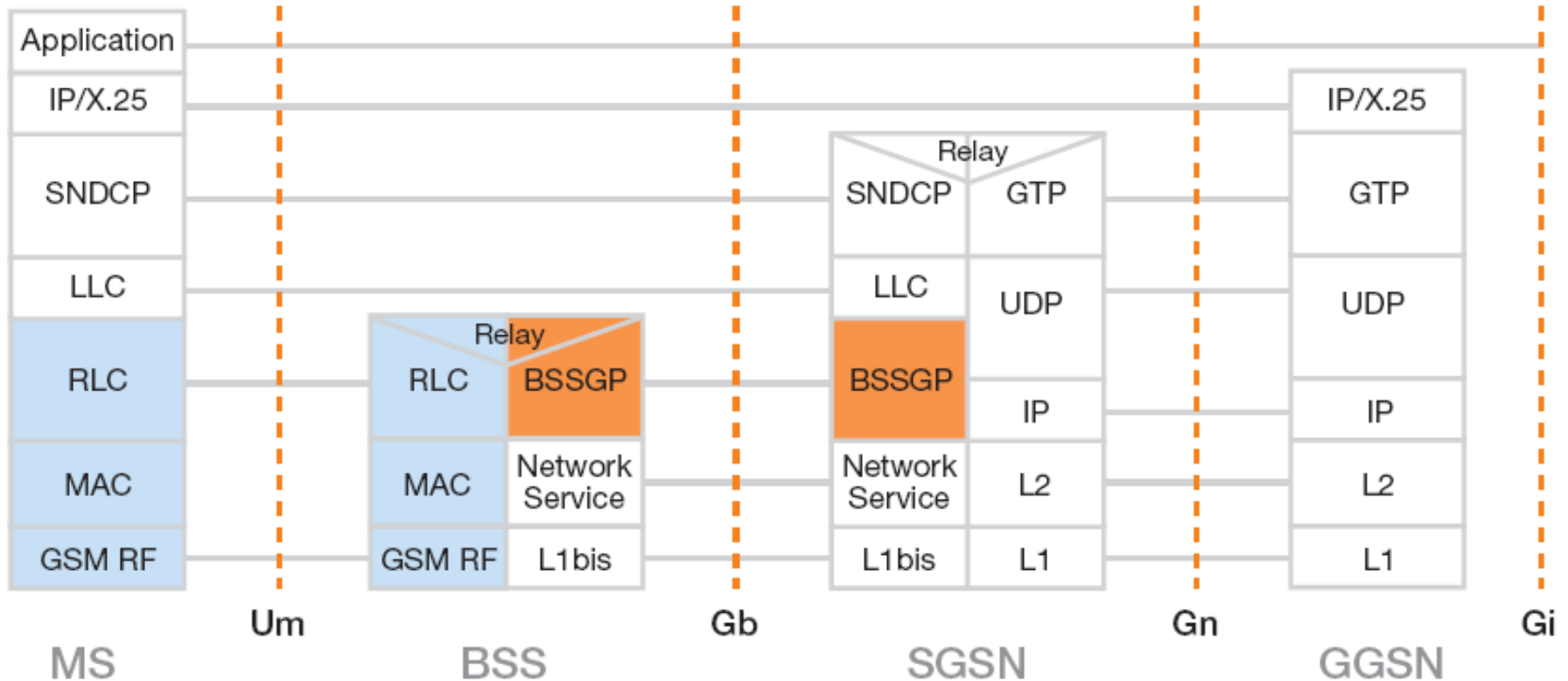
- GGSN:
 - Számlázás: a kifelé irányuló forgalommal kapcsolatos számlázás
 - Átjáró a külső adathálózatok (IP, X.25) felé
 - Csomagformátum konverzió, címkonverzió a mobil és a külső hálózat között
 - Home agent funkció a mobil IP-ben

GPRS network architecture



- A MS-BTS (Um) interface minél kisebb mértékű érintettsége, ezáltal a régebbi felhasználói végberendezések kompatibilisek maradnak.
- Az erőforrások dinamikus megosztása a hagyományos GSM beszédszolgáltatásokkal
- Csomagkapcsolás
- Cél IP és X.25 hálózatokkal történő szabványos együttműködés kialakítása
- A megvalósítás új maghálózati elemekkel

GPRS protocol stack



MAC: Medium Access Control

RLC: Radio Link Control

LLC: Logical Link Control

UDP: User Datagram Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

BSSGP: BSS GPRS Protocol

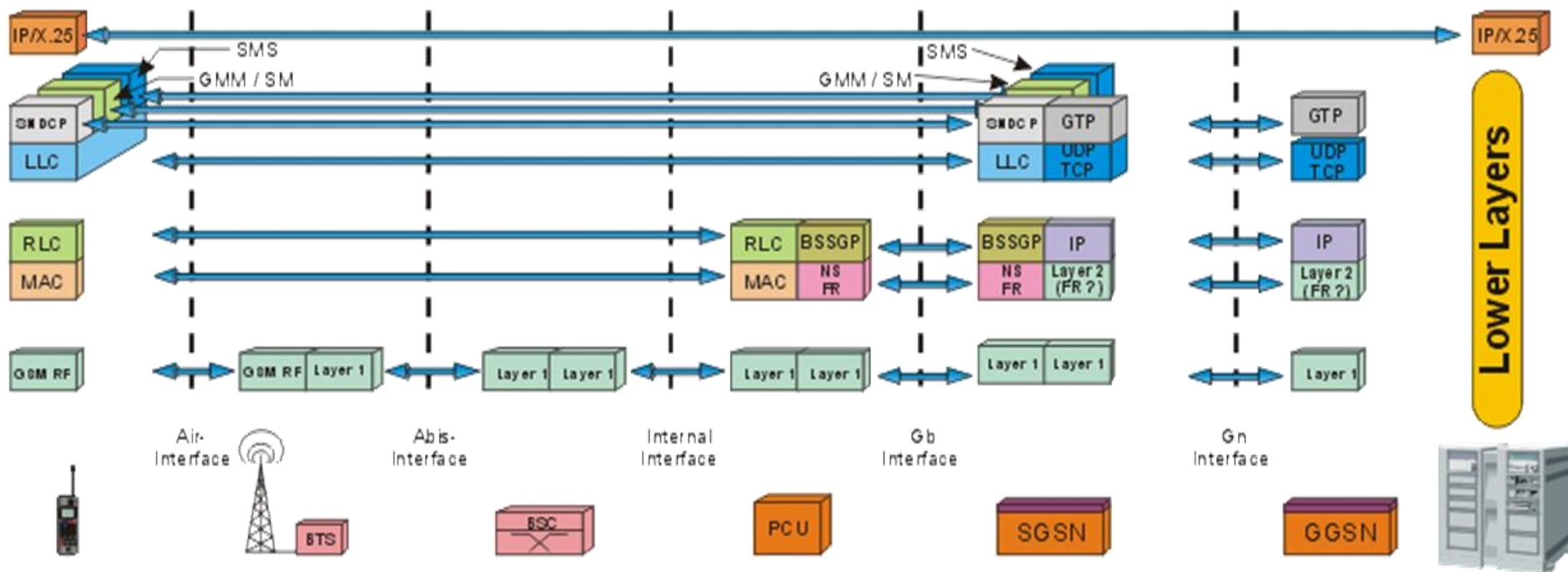
GTP: GPRS Tunneling Protocol

SNDSCP: Sub-Network Dependency
Convergence Protocol

IP: Internet Protocol

A számonkéréseken csak a lényeget (IP – UDP – GTP – IP kérdezzük)

Adatátvitel GPRS hálózaton



A számonkéréseken csak a lényeg (GTP tunneling) kérdezzük

- A GPRS adatátviteli út a GPRS mobilkészüléktől a BSS-en, SGSN-en a GGSN-ig vezet
- A PLMN, illetve külső PDN (packet data network) hálózatokkal a kapcsolat a GGSN-en keresztül
- Az SGSN – GGSN közötti IP és UDP/TCP protokollok az Intra-PLMN backbone részei, a GPRS Tunneling Protocol (GTP) transzport hálózatoként – semmi közük a felhasználói forgalom UDP/TCP/IP jellegéhez!

MS-BSS interface (Um interface)

- Layer 1: radio subsystem layer (fizikai réteg)
 - A rádiós interfész a BTS felé változatlan
- MAC (Medium Access Control)
 - A MAC réteg feladata az osztott közeghez a hozzáférés biztosítása a MS-ek és a GPRS hálózat számára
 - Prioritáskezelés az egyes UE-k forgalmát tekintve
 - A különböző UE-k közötti prioritáskezelés, dinamikus ütemezés
- RLC (Radio Link Control)
 - hibajavítás
 - SDU-k sorrendhelyes továbbítása
 - duplicate detection

MS-BSS interface (Um interface)

- LLC (Logical Link Control):
 - Megbízható logikai összeköttetés MS és SGSN között
 - Titkosítás
 - Az LLC üzenetek a RAN számára átlátszóak
 - C-Plane: kapcsolódás, hitelesítés, PDP aktiválás
 - U-Plane: felhasználói adatok átvitele
- SNDCP (Sub-Network Dependency Convergence Protocol)
 - A BSS számára átlátszó
 - Csak az U-Plane
 - Felhasználói adatok tömörítése

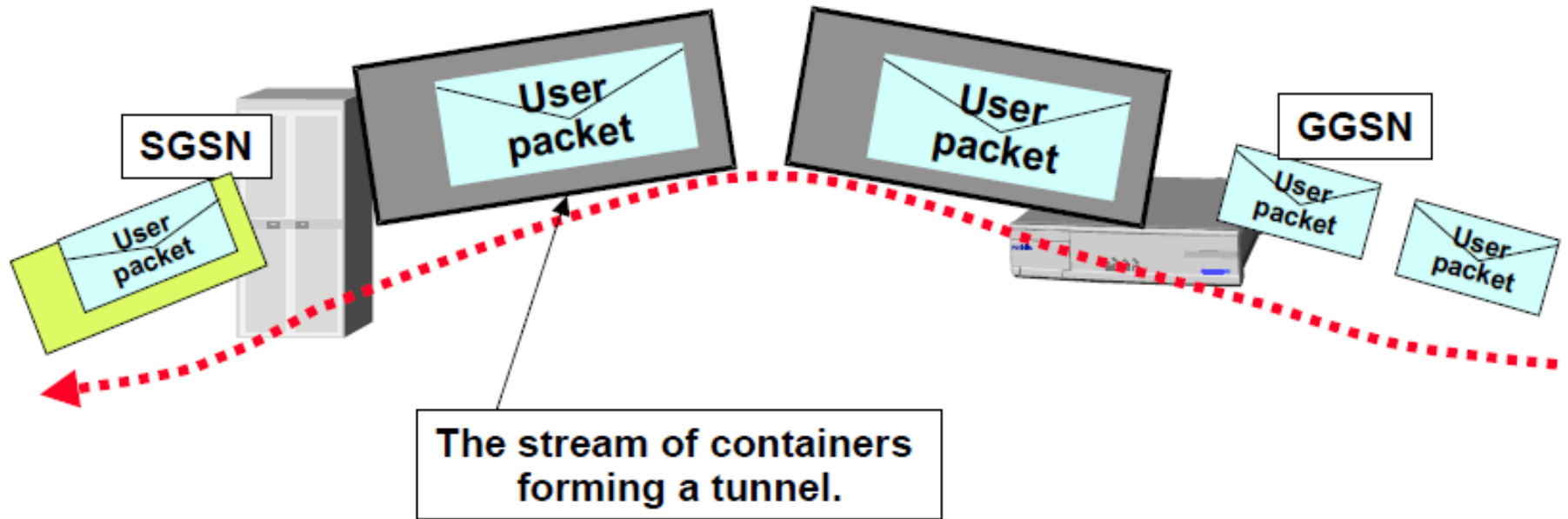
BSS-SGSN interface (Gb)

- Az SGSN és a PCU között (a GPRS core network és a GSM radio network (BSS) közötti kapcsolat)
- Jelzés és adatforgalom BSSGP protokollon (BSS GPRS Protocol)
- Annak ellenére, hogy a Gb fizikai interface az SGSN és a BSS között definiált, tartalmazza az LLC és SNDCP protokollrétegeket, amelyek az SGSN és az MS közötti logikai kapcsolatra szolgálnak
- Ha az MSC/SGSN és a BSC/PCU egybeépített egységek, az A és Gb interfészeket egymással kombinálva is meg lehet valósítani: ilyenkor a fizikai erőforrások egy része az A interfész 64 kbps csatornáihoz kerül hozzárendelésre, a fennmaradó erőforrásokon a Gb interfész működik.

SGSN-GGSN interface (Gn)

- Az SGSN és a GGSN között PDP Context létesítése és felhasználói adatok továbbítása céljára. IP fölött GTP protokollt használ.
- A PDP (Packet Data Protocol, pl. IP, X.25, FrameRelay) context egy olyan, az SGSN-en és a GGSN-en egyaránt létező adatstruktúra, amely a felhasználói kapcsolat (session) információit tartalmazza
- IP (Internet Protocol):
 - Hallottunk már róla

Tunneling



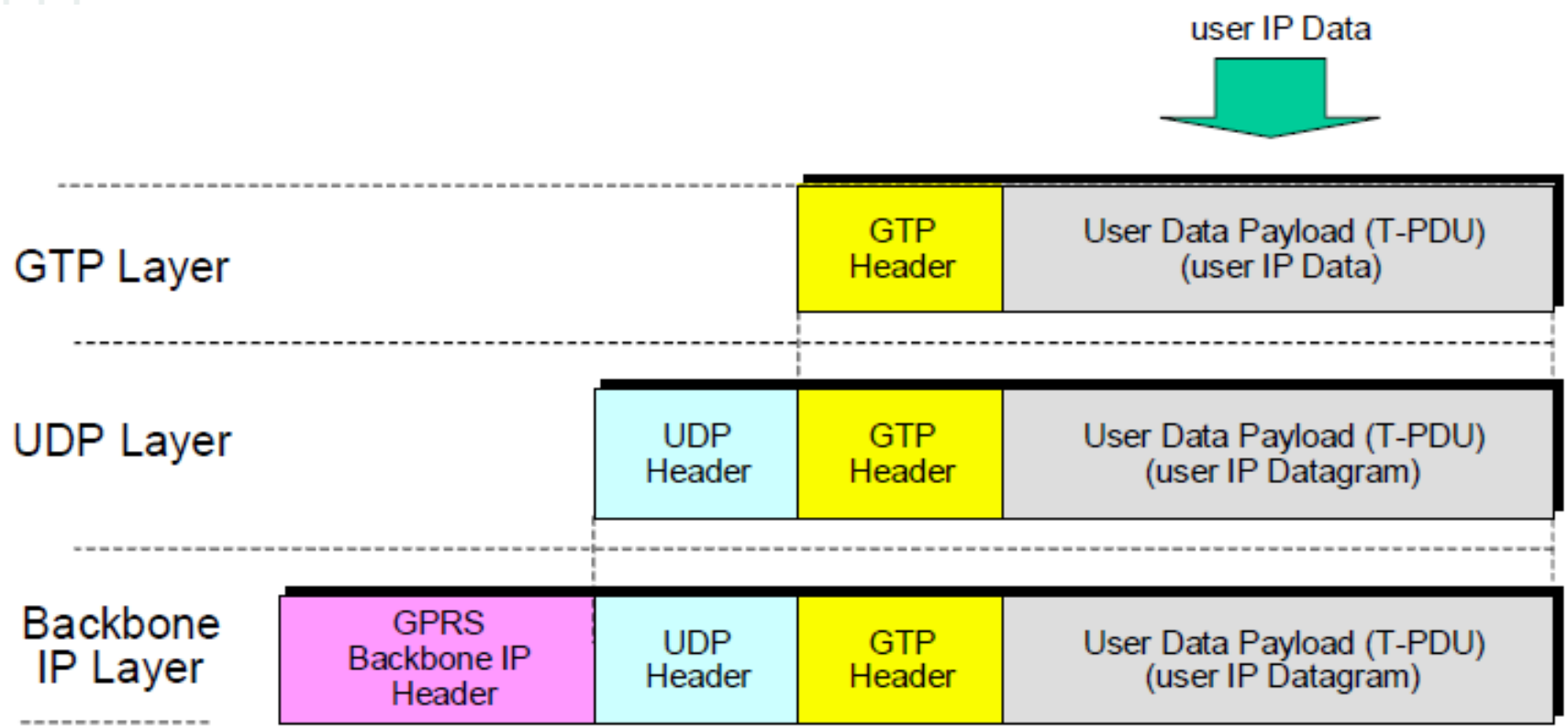
- A felhasználói adatokat a GPRS backbone-on „konténerekben” szállítjuk
- Ha a GGSN fogad egy adatot a hozzá kapcsolódó hálózatból, beilleszti egy konténerbe, és továbbítja az SGSN felé.
- A konténerek használata a felhasználó számára nem érzékelhető
 - Úgy tűnik, mintha közvetlenül a külső hálózatra kapcsolódna egy routeren keresztül (GGSN)
- Alagútnak/alagutazásnak hívjuk ezt a megoldást
- Röviden tehát a GGSN a felhasználói adatok alagutazását (tunnelling) oldja meg.

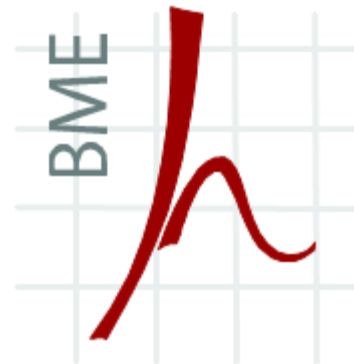
- Signalling plane – GTP-C:
 - Vezérlős és menedzsment protokoll
 - path management, location management
 - Alagutak létrehozása, módosítása, törlése
 - A GTP jelzésforgalom logikailag kapcsolódik a GTP alagutakhoz, de azoktól fizikailag elkülönül. Minden GSN-GSN kapcsolathoz egy, vagy több útvonal (path) létezik, és mindegyiket tetszőleges számú alagút használhatja

- Transmission/User plane – GTP-U:
 - A jelzési protokoll segítségével felépített alagutak a felhasználói adatok átvitelére szolgálnak a GPRS backbone hálózati elemei között (SGSN,GGSN)
 - A GTP a hálózat többi eleme számára irreleváns
 - A GTP tunnel tulajdonképpen két egymáshoz kapcsolódó PDP context a GSN-ekben.
 - Tunnel ID (TID) azonosít egy alagutat

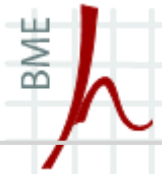
- Számlázás (charging) – GTP':
 - A GSN-ektől a charging function felé
 - A GSN-ek GTP-C és GTP-U üzenetekkel kommunikálnak
 - A Charging Gateway Function (CGF) GTP' üzeneteket fogad a GSN-ektől
 - A maghálózatból a számlázási információk a CGF felé továbbítódnak. Jellemzően ezek:
 - PDP context aktív időszakok
 - Forgalmazott adatmennyiség (Magyarországon jellemzően ez utóbbi alapján történik a számlázás)

GPRS Tunneling Protocol





A GPRS RÁDIÓS INTERFÉSZ



GPRS rádiós interfész

- a lehető legkevesebb változtatás a GSM-hez képest
- moduláció: GMSK (marad a GSM -é)
- csatornák: a GSM frekvenciasávok és időrés-szerkezet (nyolc időréses keretek) használata
- átvitel alapegysége: rádiós blokk (456 bit) -> 4 borszt
- új:
 - 52 keretes multikeret
 - időrések összevonása egy felhasználó számára
 - időrések dinamikus szétosztása a felhasználók között (scheduling)
 - asszimetrikus DL/UL forgalom
 - változatos csatornakódolási lehetőségek
 - késleltetési és adatvesztési osztályok

GPRS rádiós interfész

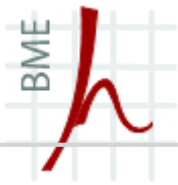
- új logikai csatornák: ezek is a GSM időrés-szerkezethez vannak rendelve
- PDCH: Packet Data Channel: a GPRS számára szolgáló csatorna általános neve, lehet vezérlő vagy forgalmi csatorna
 - GSM TCH -t kiszolgáló időrések és GPRS PDCH -t kiszolgáló időrések együtt
 - dinamikusan változhat a TCH és PDCH időrések száma
 - fix TCH időrések, prioritás a GPRS előtt

- Logikai csatornák: PDTCH : forgalmi csatorna, hasznos adatot szállító időrések
- PBCCH : mindenkinek szóló vezérlő információk
- közös vezérlőcsatornák (PCCCH):
 - PRACH (Packet Rach) szerepe mint GSM -ben
 - PAGCH
 - PPCH
 - PNCH (Packet Notification Channel): a GPRS mobil PTP és PTM módban kommunikálhat, ez a csatorna PTM csomag érkezését jelzi
 - ha egy cellában nincsenek lefoglalt PCCCH csatornák, a GSM azonos csatornái is használhatók a GPRS jelzésátvitelre

PACCH: UL + DL A Packet Associated Control CHannel a dedikált vezérlőcsatorna a PDTCH-khoz. Egy adott mobil állomással kapcsolatos vezérlési információk átvitelére szolgál. Kétirányú csatorna (ellentétben a PDCH csatornákkal, ezért ha csak egy uplink TBF működik, a downlink erőforrások attól még használatban lesznek a PACCH downlink üzenetei számára (pl. nyugták)

PAGCH: DL A Packet Access Grant CHannel az adatátvitel előtt az erőforrások allokációjában vesz részt.

PBCCH:DL A Packet Broadcast Control CHannel az összes mobilállomás számára szállít információt, amelyek egy adott cellában vannak. A PBCCH nem feltétlenül létezik egy cellában, még akkor sem, ha egyébként van GPRS szolgáltatás az adott területen. Ha nincs PBCCH kiosztva, a BCCH (Broadcast Common Control CHannel) szállítja a csomagkapcsolt átvittel kapcsolatos információkat is.



GPRS rádiós interfész

PCCCH:UL + DL A PCCCH gyűjtőfogalom a PAGCH (Packet Access Grant CHannel), PNCH (Packet Notification CHannel), PPCH (Packet Paging CHannel) és PRACH (Packet Radio Access CHannel) csatornákra.

PDTCH:UL + DL A Packet Data Traffic CHannel az egyetlen PDCH, amely felhasználói adatok továbbítására szolgál a BTS és az MS között. Az áramkörkapcsolt esettel ellentétben a PDTCH-k nem feltétlenül szimmetrikusak, kiosztásuk uplink és downlink irányú forgalomra egymástól eltérően is lehetséges.

PNCH:DL A Packet Notification CHannel a PTM-M (Point to Multipoint - Multicast) szolgáltatások támogatására szolgál. Jelzi az érkező forgalmat mobil terminálok egy csoportjának.

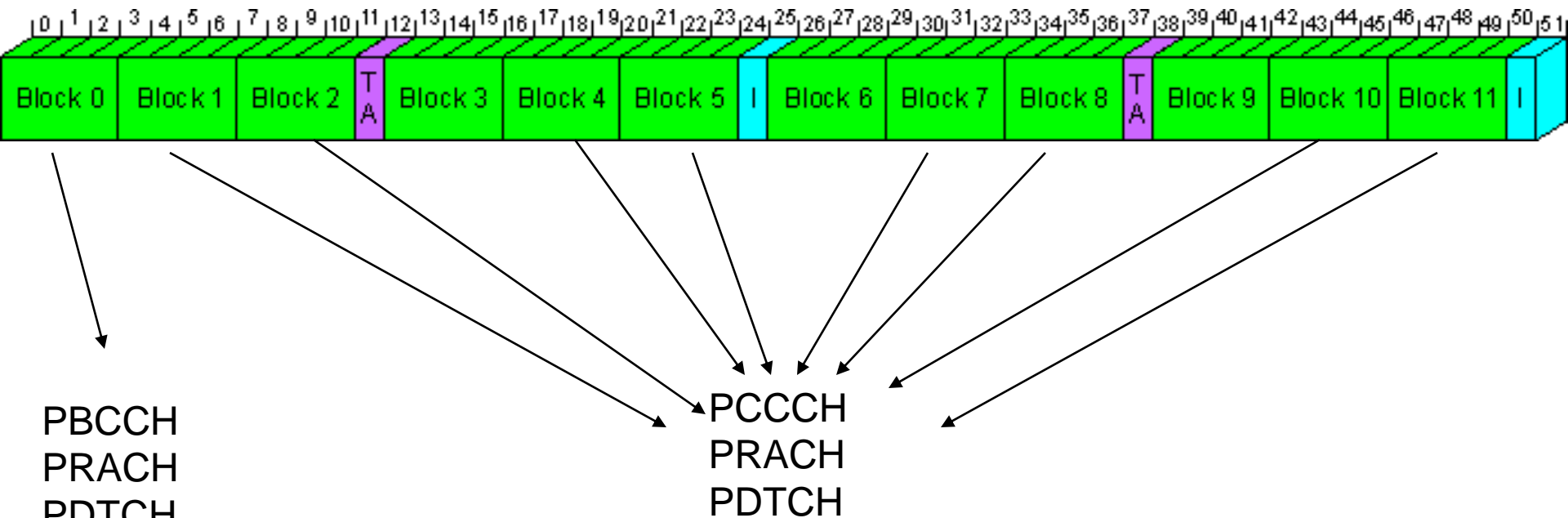
PPCH:DL A Packet Paging Channel downlink irányú forgalom érkezéséről értesíti a mobil terminált, amely felkészül az adatok fogadására.

PRACH:UL A Packet Radio Access Channel segítségével fér hozzá a mobil terminál a hálózati erőforrásokhoz adatküldés céljából.

PTCCH: Timing advance control

Timing Advance Control in GPRS: A TA beállításához minden aktív mobil állomás a saját PTCCH/U csatornáján küld egy börsztöt TA = 0 értékkel a BTS felé. A BTS a terjedési késleltetés alapján számolja ki a mobil eszköz távolságát, és ezt az információt a PTCCH/D alcsatornán visszaküldi a mobil terminálnak. Az eljárás során a PDTCH csatornát nem használja a GPRS.

- dedikált vezérlőcsatorna: PACCH
- timing advance vezérlő csatorna:PTCCH
- a GPRS forgalmi és vezérlő csatornák 52 keretes multikeret struktúra szerint ismétlődnek



A számonkéréseken csak a lényeg (TA helye, 52 keretes hossz) kérdezzük.

- Csatorna kiosztás:
 - Emlékeztető:
 - GSM-ben áramkörkapcsolt, kétirányú csatornák, egy lépésben hozzuk létre az uplink/downlink irányt
 - Az áramkörkapcsolt hívások időtartama jellemzően hosszabb, mint egy csomagkapcsolt átvitel
 - Az erőforráskiosztás a GSM-en statikus, GPRS-ben dinamikus természetű
 - » Nem lesz jó ugyanúgy

- Csatorna kiosztás downlink irányban:
- A mobilhoz egy vagy több PDTCH időrés van rendelve
- Mivel több mobil is osztozhat közös időrésen: TBF (Temporary Block Flow) azonosítja az egy mobilnak szóló üzenetet
- A mobil minden, hozzá társított időrést hallgat
- A számára kijelölt TBF csomagjait olvassa



GPRS rádiós interfész

- Csatorna kiosztás uplink irányban
 - Az egyes mobil terminálok adása ütközhet
 - Ütemezés szükséges
 - Három ütemezési eljárás létezik, két kötelező, egy opcionális

- Csatorna kiosztás uplink irányban:
 - Fix csatornakiosztás: a hálózat megmondja a mobilnak, hogy hány rádiós blokkot melyik keretek melyik időzésében kell adnia
 - Dinamikus csatornakiosztás: USF (Uplink State Flag) használata
 - downlink csatornán a K . blokkban USF (3) bit jelzi, hogy a következő $(K+1)$ UL blokk az adott felhasználóé, USF=111 azt jelzi, hogy a következő blokk PRACH
 - USF granularity: két lehetőség: a következő 1, vagy 4 blokk az adott mobilé
 - USF: 4 egymást követő keret adott időzésére vonatkozik (blokk), több időrést használó mobil minden időzésen kell hogy kapjon USF -et!
 - a DL minden PTCCH -jét kell hallgatnia (időrések), ahol saját USF -jét veszi, ott ad az UL -ben



Enhanced Data rates for GSM Evolution (EDGE)

- Az EDGE egy rádió alapú, nagyobb sebességű mobil adat szabvány.
- 8 időrés használata esetén elvi max 480 kbps érhető el. Ez 60 kbps-t jelent időrésenként.

- A HSCSD és a GPRS is a GMSK modulációt használja, ami időreseként csak kis átviteli sebességet biztosít. Az EDGE-ben használt 8PSK automatikusan alkalmazkodik a rádió környezethez, a bázisállomáshoz közelebb, jó terjedési viszonyok mellett nagyobb sebesség érhető el. Ez a modulációváltás a csomagkapcsolás mellett az egyik legfontosabb változás.
 - Újdonság a GPRS-hez képest: 9 féle modulációs és kódolási séma használata
 - Ebből 1-4 gyakorlatilag megegyezik a GPRS-sel, és az ottani GMSK modulációt használja, 5-9 a 8-PSK-t használó teljesen új
 - Későbbi EDGE szabványkiegészítésben megjelent a 32-QAM
- Az EDGE implementálása egyszerűbb, mivel a meglévő GSM spektrum, cellák, és vivők, valamint cellatervezési eljárások alkalmazhatók. Csupán az EDGE adóvevőket kell a cellákba telepíteni.
- A legtöbb gyártó esetén a BSC-k és BTS-k szoftver frissítése távolról elvégezhető. Az új EDGE adóvevők a szabványos GSM forgalmat is tudják kezelni és automatikusan váltanak át az EDGE-re ha szükséges.

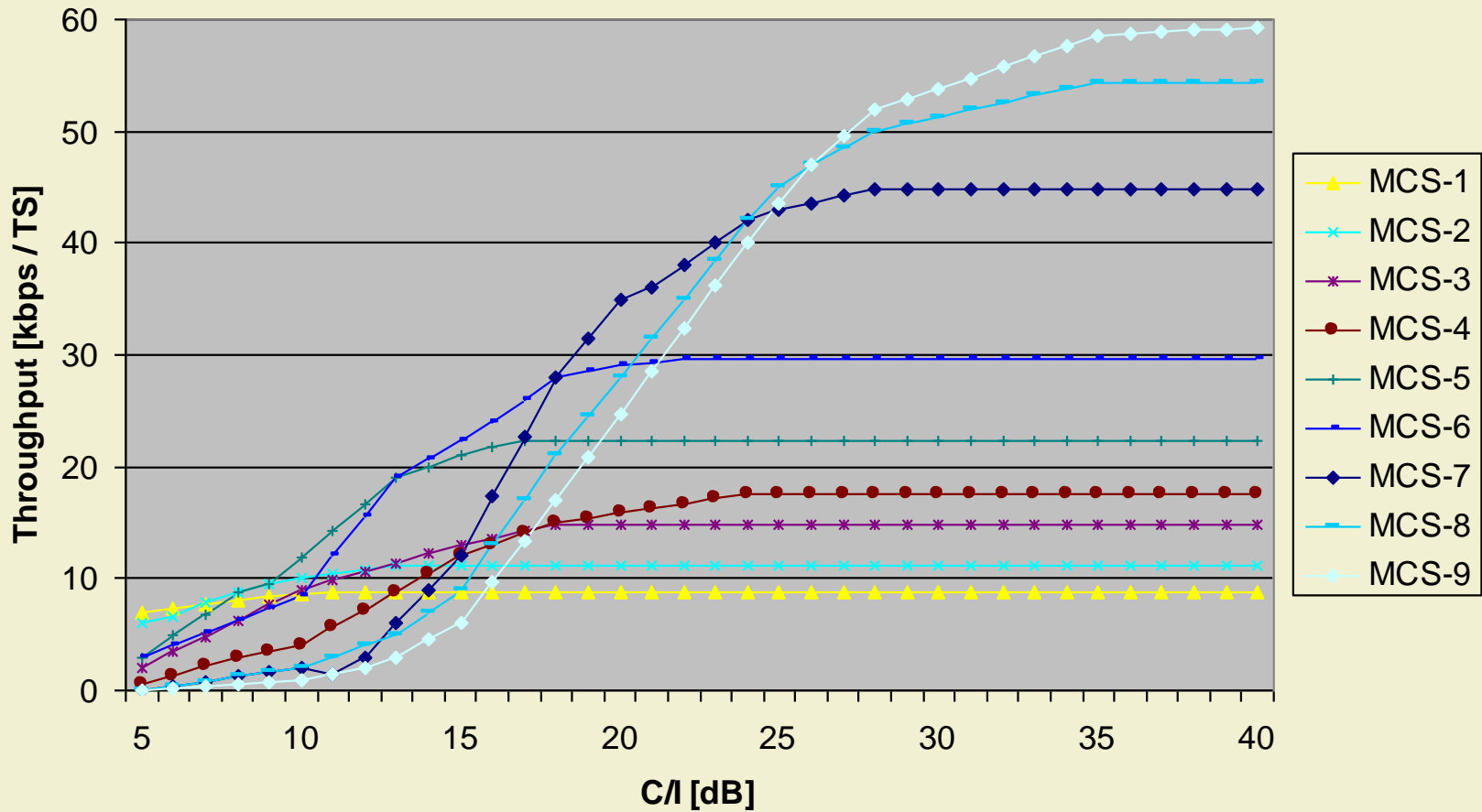


Scheme	Code rate	Header Code rate	Modulation	RLC blocks per Radio Block (20ms)	Raw Data within one Radio Block	Family	BCS	Tail payload	HCS	Data rate kb/s
MCS-9	1.0	0.36	8PSK	2	2x592	A	2x12	2x6	8	59.2
MCS-8	0.92	0.36		2	2x544	A				
MCS-7	0.76	0.36		2	2x448	B		44.8		
MCS-6	0.49	1/3		1	592 544+48	A	12	6		29.6 27.2
MCS-5	0.37	1/3		1	448	B				22.4
MCS-4	1.0	0.53	GMSK	1	352	C			17.6	
MCS-3	0.80	0.53		1	296 272+24	A			14.8 13.6	
MCS-2	0.66	0.53		1	224	B	11.2			
MCS-1	0.53	0.53		1	176	C	8.8			

NOTE: the italic captions indicate the padding.

A számonkéréseken nem kérdezzük

Throughput vs. C/I



A számonkéréseken nem kérdezzük