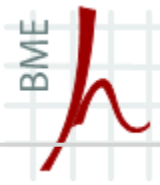


# A GSM HÁLÓZAT TOVÁBBFEJLESZTÉSE A NAGYOBB ADATSEBESSÉG ÉS CSOMAGKAPCSOLÁS FELÉ



# 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)

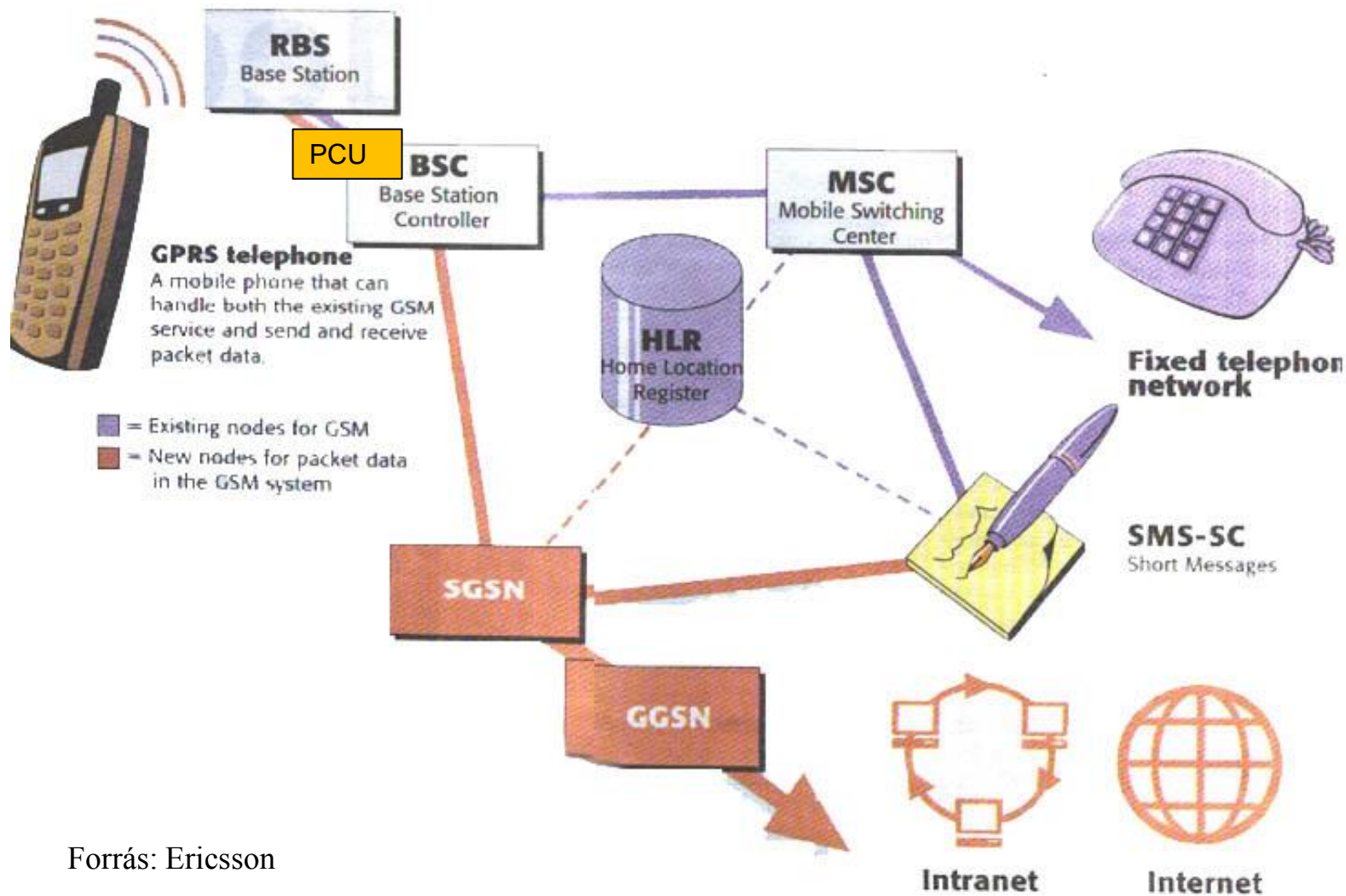
- A GSM vonalkapcsolt adat csatornánként és időreseinként egy felhasználót tud kiszolgálni. A HSCSD egy felhasználó számára több (1-4) csatornához való egyidejű hozzáférést biztosít. Ezáltal kompromisszum köthető a nagyobb sebesség és az ehhez szükséges többszörös párhuzamos hívás magas költsége között.
- Szabványos 14.4 kbps-ot feltételezve, 4 időrést használva a HSCSD) 57.6 kbps-t tesz elvileg lehetővé. Ez gyakorlatilag megegyezik egy ISDN B- csatornával.
- 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.

# GPRS - (General Packet Radio Services)

---

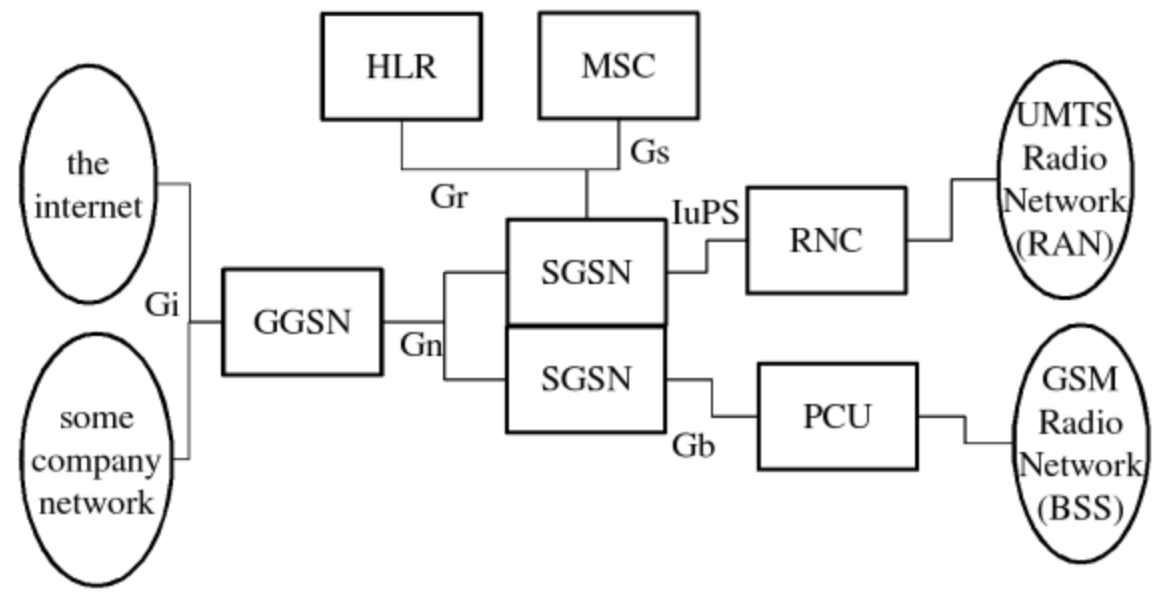
- A GSM architektúra módosításával elvi maximum 160 kbit/s, átlagosan kb. 40 kbit/s csomagkapcsolt adatátvitel érhető el.
- Előnye, hogy a GPRS készülék folyamatos online üzemmódban működik, mégis csak a tényleges adatátvitelért kell fizetnie a felhasználónak.
- Hátránya, hogy teljesen új felhasználói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

# GPRS hálózat



Forrás: Ericsson

# GPRS/UMTS Hálózat



- új elemek a gyökérhálózatban: SGSN, GGSN (Serving GPRS Support Node, Gateway -||-)
- 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)

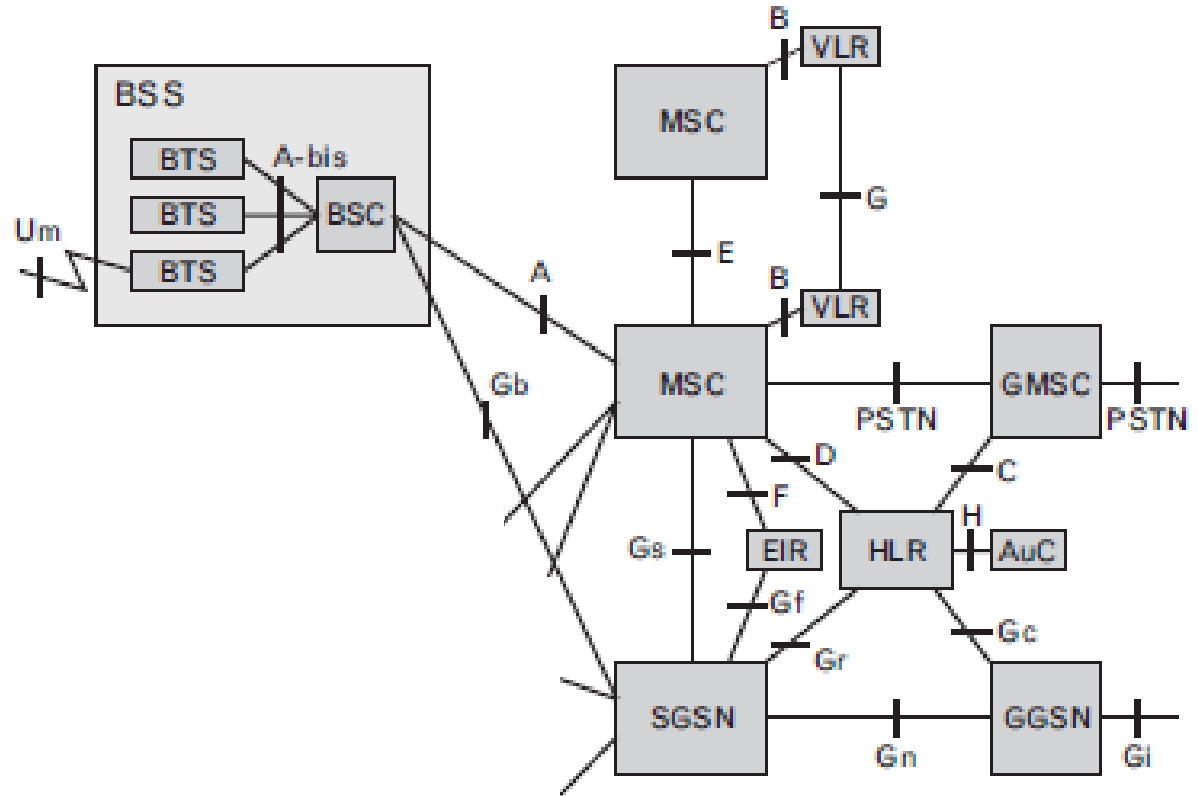
# GPRS hálózat

- 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)
  - titkostás, 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

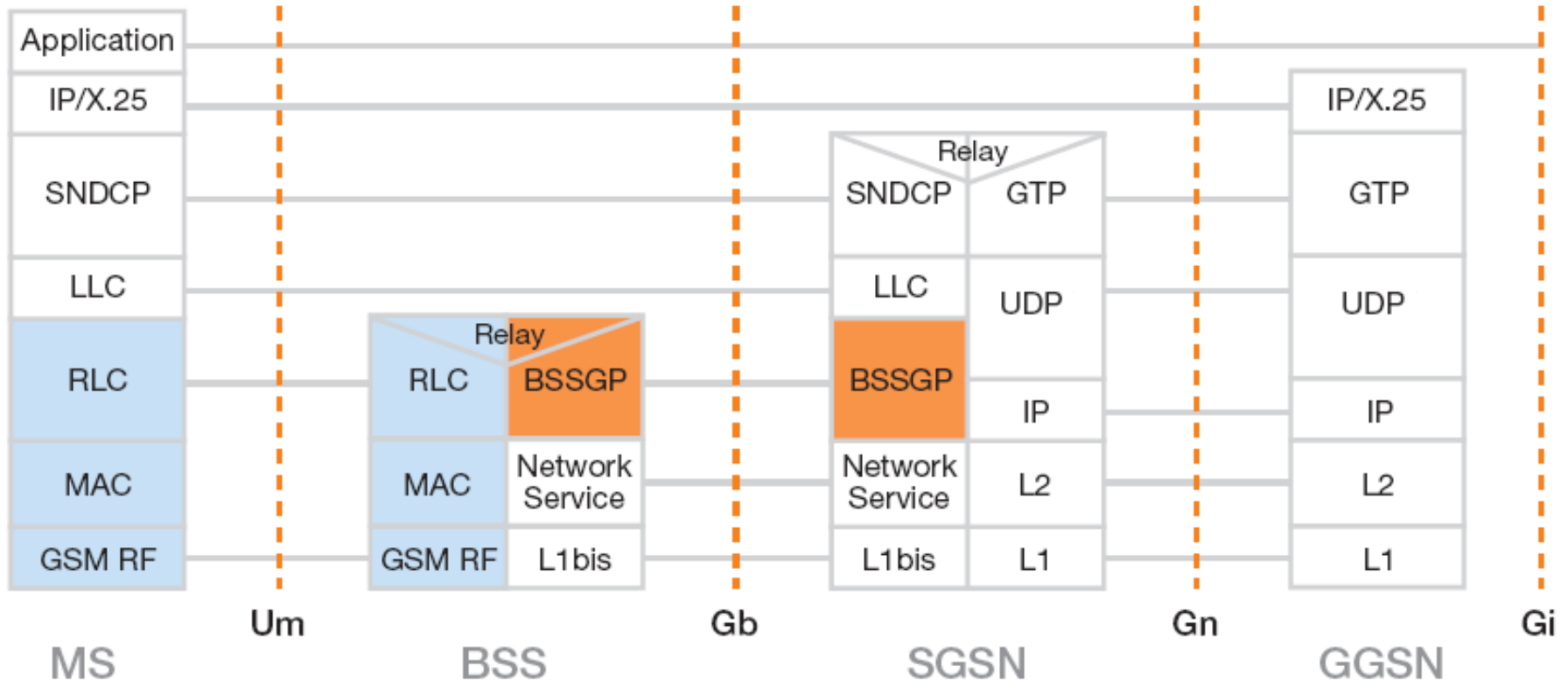


# GPRS motivation

---

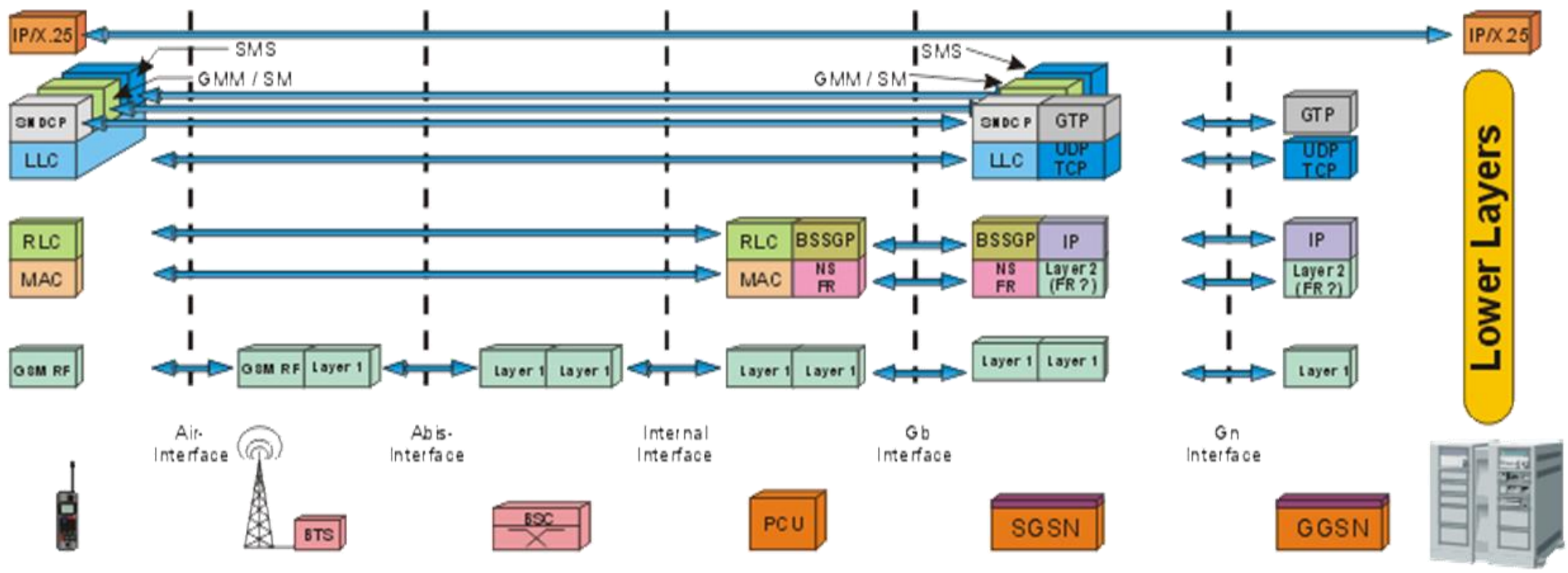
- Do not touch the MS-BTS (Um) interface (just minimally)
- therefore older (non-GPRS capable) phone remains compatible
- dynamic sharing of resources with „classical“ GSM speech services
- should provide packet switching service
- internetworking with IP- and X.25 nets standardized
- just establish new core network elements

# 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  
 SNDCP: Sub-Network Dependency  
 Convergence Protocol  
 IP: Internet Protocol



# GPRS protocol stack

- from the GPRS mobile station via the BSS and the SGSN to the GGSN
- the Interconnection between the PLMN and external Packet Data Networks or PDN's is achieved via the GGSN
- Note that the IP and UDP/TCP protocols between SGSN and GGSN present the Intra-PLMN backbone as a transport medium for the GPRS Tunneling Protocol (GTP)
- however, they do not represent the application or user protocols that can be found at the very top of the protocol stack

# MS-BSS interface (Um interface)

- Layer 1: radio subsystem layer (physical layer)
  - radio interface to the BTS is the same interface used by the existing GSM network
- MAC (Medium Access Control)
  - MAC arbitrates access to the shared medium between multiple MSs and GPRS network
  - priority handling between data flows of one UE
  - priority handling between UEs by means of dynamic scheduling
- RLC (Radio Link Control)
  - error correction
  - in-sequence delivery of SDUs
  - duplicate detection

# MS-BSS interface (Um interface)

- LLC (Logical Link Control):
  - reliable logical link between MS and SGSN
  - LLC messages are transparent to RAN
  - C-Plane: attach, authentication and PDP activation
  - U-Plane: carry actual data
- SNDCP (Sub-Network Dependency Convergence Protocol)
  - Transparent over BSS
  - Used only in U-Plane
  - compression of user data



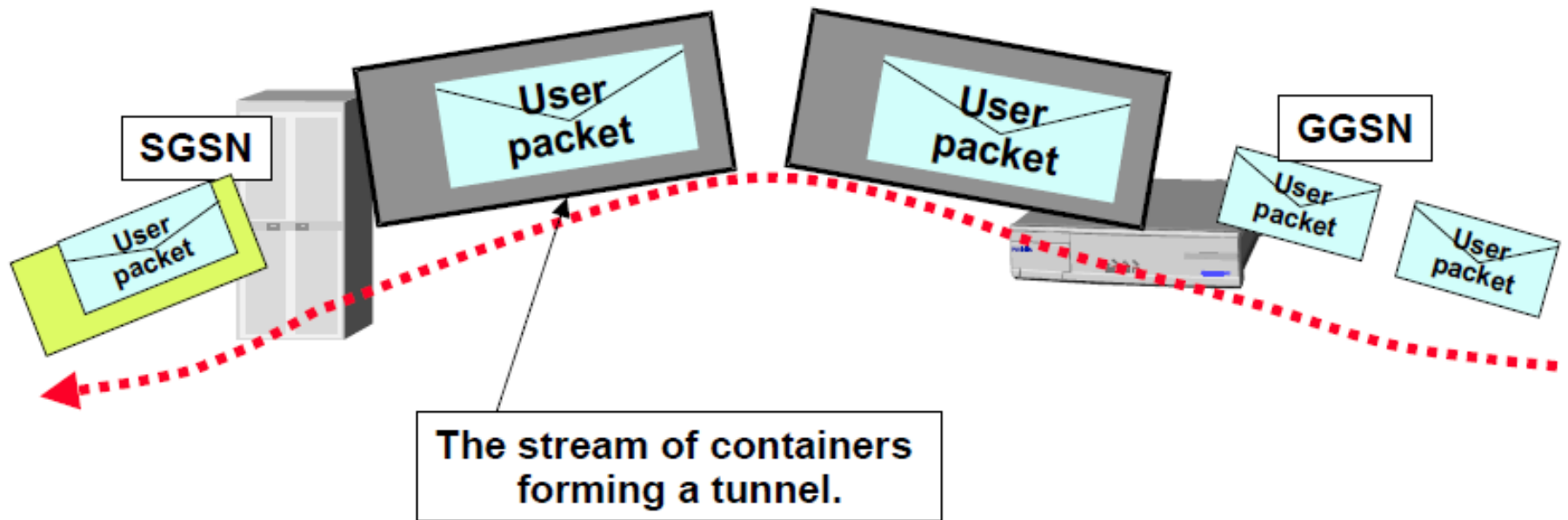
# BSS-SGSN interface (Gb)

- the interface between the SGSN and the PCU (the point of connection of the GPRS core network to the GSM radio network (BSS))
- it carries both signalling and user data using BSSGP (BSS GPRS Protocol)
- even though the physical Gb interface is between the SGSN and the BSS, it includes the LLC and SNDCP protocol layers, which are used for logical communication directly between the SGSN and MS

# SGSN-GGSN interface (Gn)

- It is the reference point between the SGSN and the GGSN used for PDP Context activation and for transporting user data. It uses GTP transport over IP.
- The PDP (Packet Data Protocol, e.g. IP, X.25, FrameRelay) context is a data structure present on both the SGSN and the GGSN which contains the subscriber's session information when the subscriber has an active session.
- IP (Internet Protocol):
  - protocol of the Internet, very widely used all over the world
  - Simple and robust, provides distributed architecture of nodes
  - Layer 3 protocol, main functionalities:
    - Addressing and routing
    - Encapsulate data to be delivered

# Tunneling



- User data packets are sent over the GPRS backbone in „containers”.
- When a packet coming from an external packet network arrives at the GGSN, it is inserted in a container and sent to the SGSN.
- The stream of containers inside the GPRS backbone network is totally transparent to the user
  - To the user, it seems like he/she is connected directly via a router (the GGSN) to external networks
- In data communications, this type of virtual stream of containers is called a tunnel
- GSNs are performing tunneling of user packets

# GPRS Tunneling Protocol

- GTP packets are transported between the SGSN and the GGSN
- GTP is defined both for the Gn interface, that is, the interface between GSNs within the same PLMN, and the Gp interface between GSNs in different PLMNs
- Two modes of operation of the GTP layer are supported (and can support both modes simultaneously):
  - unacknowledged (UDP/IP)
  - acknowledged (TCP/IP)
- allows end users of a GSM or WCDMA network to move from place to place whilst continuing to connect to the internet as if from one location at the GGSN

- Signalling plane – GTP-C:
  - the GTP specifies a tunnel control and management protocol which allows the SGSN to provide GPRS network access for an MS.
  - also handles path management and location management
  - Signalling is used to create, modify and delete tunnels.
  - The GTP signalling flow is logically associated with, but separate from, the GTP tunnels. For each GSN-GSN pair, one or more paths exist and one or more tunnels may use each path.

# GPRS Tunneling Protocol

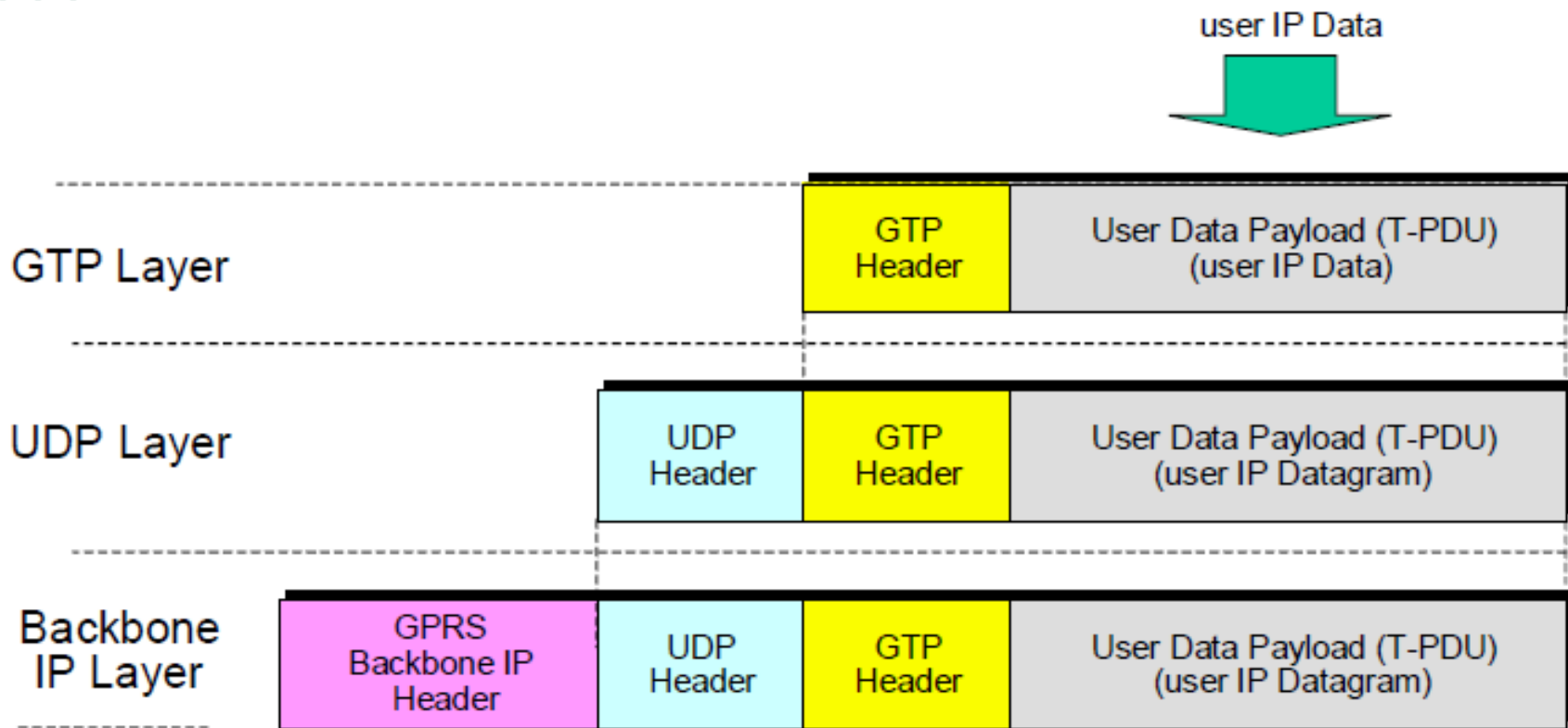
- Transmission plane – GTP-U:
  - the tunnel created by the signalling plane is used to carry user data packets between network elements connected to the GPRS backbone network (SGSNs and GGSNs)
  - No other systems need to be aware of GTP
  - A GTP tunnel is defined by two associated PDP contexts in different GSN nodes
  - GTP tunnel is identified by a Tunnel ID (TID)

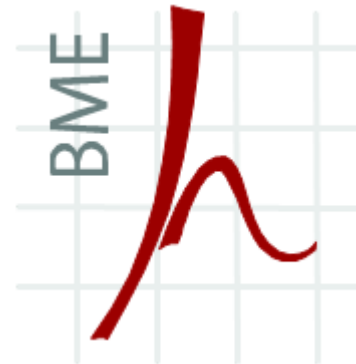
# GPRS Tunneling Protocol

- Charging – GTP':
  - for transfer of charging data from GSNs to the charging function
  - GSNs listen for GTP-C messages and for GTP-U messages on different UDP ports
  - Charging Gateway Function (CGF) listens to GTP' messages sent from the GSNs on TCP or UDP
  - the core network sends charging information to the CGF, typically including PDP context activation times and the quantity of data which the end user has transferred



# 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 börszt
- 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

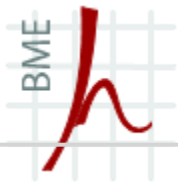


# GPRS rádiós interfész

**PACCH:**UL + DL The PACCH or Packet Associated Control CHannel is the dedicated packet control channel for PDTCHs. It's function is to convey signaling information related to a particular mobile station. Note that opposed to the unidirectional character of PDCH's, the PACCH is a bidirectional channel. Example: If only an uplink TBF is assigned, the related downlink resources may be used by the network to transmit content on the PACCH (e.g. acknowledgements)

**PAGCH:**DL The PAGCH or Packet Access Grant CHannel is used to transmit resource allocation to a mobile station prior to packet data transfer.

**PBCCH:**DL The PBCCH or Packet Broadcast Control CHannel conveys packet data related information to all GPRS enabled mobile stations that are currently camping on a particular cell. Note that the PBCCH doesn't need to be allocated in a particular cell, even if GPRS services are provided in this cell. If there is no PBCCH allocated, the BCCH (Broadcast Common Control Channel) conveys packet data related control information



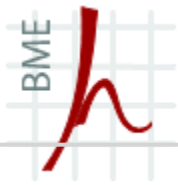
# GPRS rádiós interfész

**PCCCH:**UL + DL The PCCCH is the overall description for the PAGCH (Packet Access Grant CHannel), the PNCH (Packet Notification CHannel), the PPCH (Packet Paging CHannel) and the PRACH (Packet Radio Access CHannel).

**PDTCH:**UL + DL The PDTCH or Packet Data Traffic CHannel is the only PDCH that transmits actual user data between the BTS and the mobile station. Note that opposed to circuit-switched transactions PDTCHs are not necessarily symmetric. In other words: PDTCHs may be assigned independently in uplink and downlink direction.

**PNCH:**DL The PNCH or Packet Notification CHannel is used for PTM-M (Point to Multipoint - Multicast) services. Prior to packet transfer, the PNCH is sent to the related group of mobiles.

**PPCH:**DL The PPCH or Packet Paging Channel is used to inform a mobile station of an upcoming packet data transfer in downlink direction. The mobile station needs to perform network access.**PRACH:**ULThe PRACH or Packet Radio Access CHannel is used by the mobile station for network access to obtain packet data resources from the network. **PTCCH** (Timing adv)

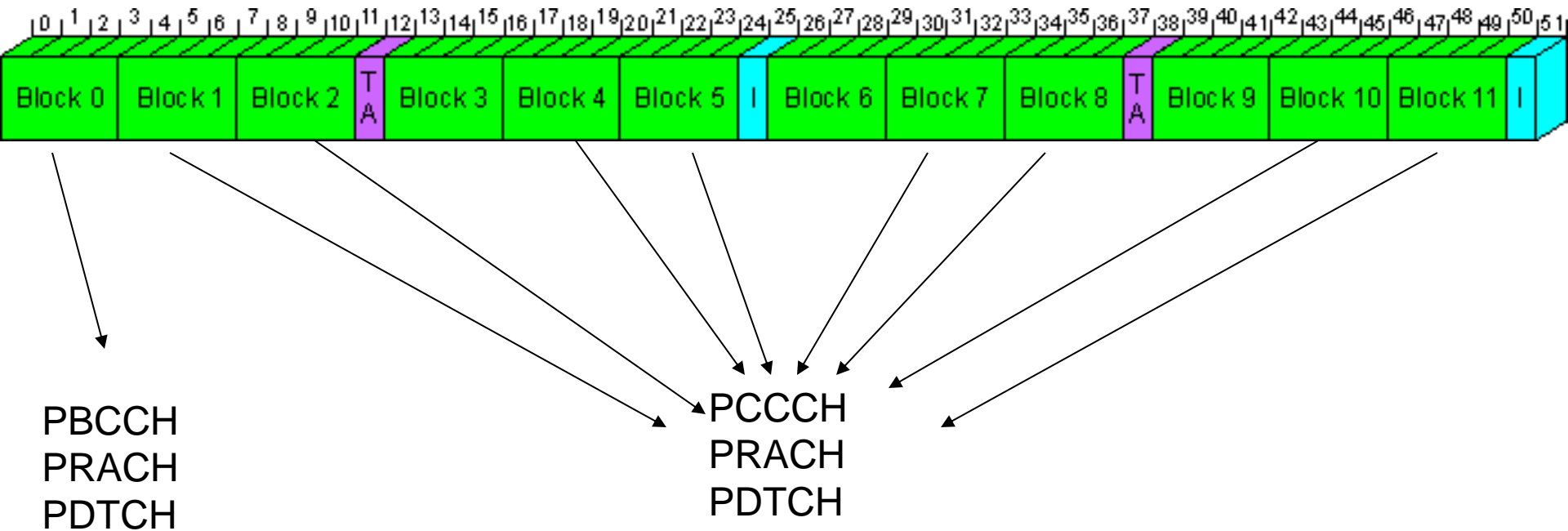


# GPRS rádiós interfész

**Timing Advance Control in GPRS:** On each PDCH, 8 consecutive 52-multiframes are being combined to provide for 16 different PTCCH/U subchannels. These 16 PTCCH/U subchannels can be allocated to 16 different active mobile stations. For TA control, each active mobile station will use "its" PTCCH/U to transmit an access burst with  $TA = 0$  to the BTS. In turn, the BTS can use the propagation delay of the received access burst to re-calculate the distance to the mobile station. This updated information is sent back to the mobile station either on a designated resource or via the PTCCH/D. In applying this procedure, GPRS is independent from the PDTCH in determining the timing advance.



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

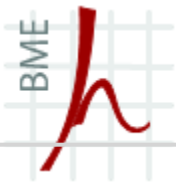




# GPRS rádiós interfész

- **Initial Access to the GPRS Network:** Whenever a GPRS mobile station needs to receive or transmit packet data, it previously has to access the network to invoke resource allocation in the uplink or downlink direction. This initial access, without accurate TA information, is performed using the shortened access burst. In this sense, there is no difference between GSM and GPRS. However, in GSM, while the number of information bits within one access burst is limited to 8 bits, GPRS provides two options, 8 bits or 11 bits, respectively. The higher number of 11 information bits is achieved by applying puncturing.

- csatorna kiosztás:
- **Resource Allocation in GPRS:** In circuit-switched GSM, resource allocation on the air interface is not a major issue for two reasons:
- Firstly, circuit-switched traffic channels are bidirectional in nature. Therefore, no distinction between uplink and downlink resource allocation is required. Resources for both directions are assigned in one step.
- Secondly, circuit-switched transactions usually last longer than packet-switched transactions, disregarding whether payload needs to be transmitted all the time or not. Contrary to that, in the packet-switching world of GPRS, resources are only assigned when data actually needs to be transmitted. To cut a long story short: While circuit-switched transactions are rather static, packet-switched transactions are dynamic. Obviously, this fact requires special measures in GPRS. Resource allocation, particularly in the uplink direction, is a tedious matter, as the network needs to control the resource allocation for various mobile stations simultaneously. To start, let us take a look at the downlink resource allocation.



# GPRS rádiós interfész

---

- csatorna kiosztás:
- downlink: 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 időrészt hallgat
- a számára kijelölt TBF csomagjait olvassa



# GPRS rádiós interfész

- csatorna kiosztás, uplink:
  - As we have seen before, no resource scheduling is required in the downlink direction. The network will transmit data packets on all packet data channels and it is the task of the mobile stations with active downlink assignments to filter out those data packets which are destined for the mobile stations themselves. The distinction is achieved by means of the downlink TBF.
- In the uplink direction, things are more complicated because collisions of the various mobile stations transmitting their data at the same time need to be avoided. Therefore, the transmissions of the mobile stations need to be scheduled and controlled by the network. In GPRS, three different resource allocation methods in the uplink direction have been defined. Please note that while the extended dynamic resource allocation method is an optional feature for the mobile station, the first two methods are mandatory features for both, the network and the mobile station.

- csatorna kiosztás, uplink:
- **The Fixed Allocation of Uplink Resources:** The fixed allocation of uplink resources assigns a defined number of radio blocks on one or more PDCHs to the mobile station. Obviously, the resources may be distributed over several 52-multiframes. There may be alternating blocks or there may be gaps between the assigned blocks to allow the mobile station neighbor cell measurements or to keep those resources free for other uplink transactions. The addressed mobile station is only allowed to transmit during the indicated frame numbers.  
With the resource assignment, there is always the TBF starting time information which tells the mobile station when the allocation begins, i.e. when to start with the transmission.

■

- csatorna kiosztás, uplink:
- fix csatornakiosztás: a hálózat megmondja a mobilnak, hogy hány rádiós blokkot melyik keretek melyik időrészében 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: a következő 4 blokk az adott mobilé
  - USF: 4 egymást követő keret adott időrészére vonatkozik (blokk), több időrészt használó mobil minden időrészen kell hogy kapjon USF -et!
  - a DL minden P-TCH -jét kell hallgatnia (időrészek), ahol saját USF -jét veszi, ott ad az UL -ben

- Within the 52-multiframe structure that is used in GPRS, the USF in block K indicates the user of block (K+1). This relationship is highlighted in figure (B).
- Depending on another parameter, *USF GRANULARITY*, a mobile station may even consider the next 4 radio blocks as being assigned to itself (see figure (B)). This parameter is conveyed to the mobile station within the resource assignment message.
- Each mobile station that is not involved in a fixed allocation TBF is required to listen and obey to the resource allocation information that is conveyed by using the USF. This means that each mobile station, involved in a dynamic or extended dynamic allocation TBF, needs to receive and interpret *all radio blocks in downlink direction, including those that are not destined to itself !*



- The network has to take care that *all* mobile stations that are currently involved in uplink TBFs (not fixed allocation), can receive and interpret the USFs that are being sent. This may be a particular issue considering the power control process.
- For the PCCCH, one USF value ( $\Leftrightarrow$  '111'bin) is reserved for the scheduling of PRACH. Therefore, a radio block of the 52-multiframe that may be used for PCCCH *and* PDTCH can only distinguish among 7 different mobile stations (actually only 6 different mobile stations since one USF value ( $\Leftrightarrow$  *UNUSED VALUE*) is required to denote fixed allocations).
- USF values are applicable only on a PDCH ( $\Leftrightarrow$  timeslot) basis. Therefore, mobile stations being involved in a multislot transaction may have several different USFs assigned, each one applicable for only one timeslot. This also means that such a mobile station needs to receive and interpret the USFs *on all assigned timeslots*



# 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 implemetálása 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
MCS-5	0.37	1/3		1	448	B				
MCS-4	1.0	0.53	GMSK	1	352	C				22.4
MCS-3	0.80	0.53		1	296 272+24	A			17.6	
MCS-2	0.66	0.53		1	224	B			14.8	
MCS-1	0.53	0.53		1	176	C			13.6	
										8.8

NOTE: the italic captions indicate the padding.

## Throughput vs. C/I

