

# A GPRS adatátviteli technológia és a GTP protokoll bemutatása

PAPP ANDRÁS, POÓS KRISZTIÁN

Veszprémi Egyetem, Műszaki Informatikai Kar, Információs Rendszerek Tanszék

papp.andras@irt.vein.hu, poos.krisztian@irt.vein.hu

**Kulcsszavak:** GTP, 2,5G és 3G hálózatok, SGSN, GGSN, PLMN, adatátviteli technológiák

A mobil távközlés gyors terjedése miatt megnőtt az igény az Interneten fellelhető szolgáltatások mozgás közbeni elérésére is. Az emberek egyre nagyobb része szeretné útközben is elérni információs és szórakoztató oldalait, elolvasni leveleit, esetleg kapcsolódni más adathálózatokhoz. A közelmúltig minderre csak a kevésbé hatékony vonalkapcsolt adatátvitel állt rendelkezésre, azonban a színes, egyre több információt hordozó WAP- és weboldalak eléréséhez ez már nem bizonyult elégségesnek. Ezért a 2,5G, majd 3G hálózatok kapcsán érdemes megismernünk a GPRS-hez és Internethez egyaránt kötődő GTP protokollal is.

## Bevezetés

A korábbi GSM rendszerek adatátviteli sebessége jelentős mértékben korlátozott volt, ezért a GSM rendszert továbbfejlesztették. Ennek eredményei: a HSCSD (High Speed Circuit Switched Data – nagy sebességű vonalkapcsolt adatátvitel), GPRS (General Packet Radio Service – általános csomagkapcsolt rádiószolgáltatás), valamint a napjainkban fokozatosan terjedő EDGE (Enhanced Data rates for GSM/Global Evolution – fejlett adattovábbítás a GSM/globális fejlődésért).

Röviden tekintsük át ezek jellemzőit:

- A HSCSD [6] segítségével a GSM 14,4 kbit/s-os átviteli sebessége 28,8 vagy akár 57,6 kbit/s-osra növelhető, oly módon, hogy a felhasználóhoz egynél több időrést rendel (abban az esetben, ha a szolgáltató, a telefonkészülék, valamint a rendelkezésre álló üres időrések ezt lehetővé teszik). Hátránya a vonalkapcsolás tulajdonságából fakad: az adatkapcsolat megléte alatt sem hívást fogadni, sem kezdeményezni nem tudunk.
- A GPRS – az Internet esetében is alkalmazott technológiához hasonlóan – csomagkapcsoláson alapul. Mivel a felhasználó csak a ténylegesen forgalmazott adatmennyiség után fizet (ellentétben a fentebb említett vonalkapcsolás idő alapú számlázásával), állandóan kapcsolatban maradhat a hálózattal, így jóval gyorsabban férhet hozzá a kívánt adatokhoz, miközben – a technológiának köszönhetően – folyamatosan elérhető is marad.
- Az EDGE olyan, a GSM rendszerben alkalmazott adatátviteli eljárás és technológia, mely a hagyományos GSM szerkezet (frekvenciacsatorna, valamint az azon belüli időrésosztás) használatán alapul, de a korábbinál (GMSK – Gaussian Minimum Shift Keying) nagyobb sebességű, modulációs 8-PSK-t (8 Phase Shift Keying – 8 fázisú jelkódolás) alkalmaz. Az EDGE révén harmadik generációs technológiákra jellemző sebességű (384+ kbit/s) és minőségű adatátvitel érhető el.

Összefoglalásul álljon itt egy táblázat, melynek segítségével áttekinthetőbbé válnak az alkalmazható modulációs technikák és kapcsolási módok:

1. táblázat A ma használatos adatátviteli módok

kapcsolási mód	modulációs technika	
	GMSK (GSM)	8-PSK (EDGE)
vonalkapcsolt	CSD over GSM	CSD over EDGE
csomagkapcsolt	GPRS over GSM	GPRS over EDGE

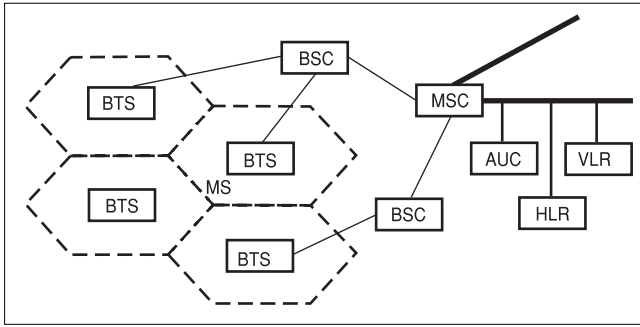
Mivel a GPRS nemcsak a ma még jóval elterjedtebb GSM, hanem a közeljövőben egyre inkább teret hódító EDGE hálózatokon is használható, érdemes erre fokozott figyelmet szentelnünk neki.

Napjainkban a legelterjedtebb alkalmazások kapcsán is elérhető ez a szolgáltatás, hiszen GPRS-t használhatunk WAP és Internet oldalak böngészésekor, vagy MMS üzenetek küldése során. Éppen ezért a GPRS mérföldkőnek számít a GSM hálózatok fejlődésében, útban a 3G hálózatok felé, a ma rendelkezésre álló hálózati infrastruktúrán.

Figyelembe véve a Magyarországon fellelhető GPRS képességű mobiltelefonok számát, kijelenthetjük, hogy maga a technológia már elterjedt. Egyes felmérések alapján a GPRS képességű készülékekkel rendelkezők igen nagy hányada (több, mint 183 ezer felhasználó; 2003/III. negyedév [3]) használja is a csomagkapcsolt átvitelt WAP-oszár vagy MMS-ezés közben. Mindezek ellenére az emberek igen kis hányada van tisztában magával a szolgáltatás technikai hátterével.

## A GPRS rendszer felépítése

A GPRS szolgáltatást nyújtó rendszerek alapjául a már létező GSM rendszerek [1] szolgáltak, ez utóbbiak felépítése az 1. ábrán látható.



1. ábra A GSM rendszer vázlatos felépítése

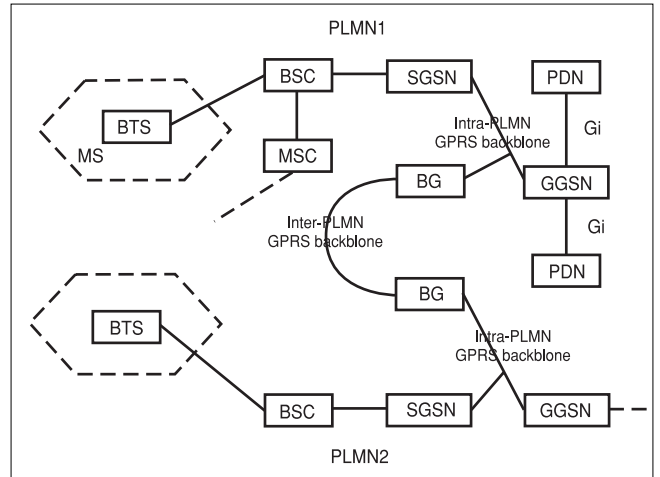
Az MS (Mobile Station) a GSM telefont jelöli. A telefon a BTS-ekhez (Base Transceiver Station – bázisállomás) csatlakozik. Egy adott BTS által lefedett területet cellának nevezünk, ezt az 1. ábrán a BTS körüli határozó jelzi. A BSC (Base Station Controller – bázisállomás-vezérlő) feladata a hatáskörébe tartozó BTS-ek vezérlése, erőforrás menedzselése.

Az MSC (Mobile Switching Centre – mobil kapcsoló-központ) felelős azért, hogy az MS által forgalmazott adatokat az egyik cellából a másikba juttassa. Hogy mindez megvalósulhasson, az MSC-nek a következő adatbázisokra van szüksége: HLR (Home Location Register), VLR (Visitor Location Register) és AUC (Authentication Center).

A fenti elemekből felépített rendszer azonban nem alkalmas adatcsomagok közvetlen továbbítására. Hogy a már meglévő rendszerek csomagkapcsolt átvitel megvalósítására is képesek legyenek, új elemekkel kellett kiegészíteni őket.

Az egyik ilyen csoport a GSN-eké (GPRS Support Node). Ezek felelősek az adatcsomagok célba juttatásáért (szállítás, forgalomirányítás) az MS és a külső csomagkapcsolt hálózat között. Az SGSN (Serving GPRS Support Node) feladata a forgalomirányítás, az adatcsomagok továbbítása a hatáskörébe tartozó MS-ektől, illetve MS-ekhez, az MM (Mobility Management [1,7]), a hitelesítés, a számlázás stb. A GGSN (Gateway GPRS Support Node) a GPRS gerinchálózatát és a külső csomagkapcsolt hálózatot köti össze. A GGSN végzi a különböző hálózatok közti adatcsomagok, továbbá a PDP és GSM címek konvertálását. Mindezek mellett a GGSN-t is ellátták hitelesítési és számlázási képességekkel is. Az azonos PLMN-hez (Public Land Mobile Network) tartozó GSN-eket egy IP-alapú GPRS gerinchálózat köti össze (a 2. ábrán ezt az Intra-PLMN GPRS backbone jelöli).

A hálózaton közlekedő PDN (Public Data Network) csomagok alagút technikával közlekednek a két végpont között, itt alkalmazzák a cikk tárgyát is képező GTP-t (azaz GPRS Tunneling Protocolt). Mind a VPN (Virtual Private Network), mind a mobil IP kapcsán alkalmazott alagút-technikáktól eltérően itt nem biztonsági (látthatósági problémák – visibility problems) szempontok, vagy a saját IP cím megtartása, esetleg az átirányítás megvalósíthatósága vezetett a technika alkalmazásához [8].



2. ábra A GPRS rendszer vázlatos felépítése

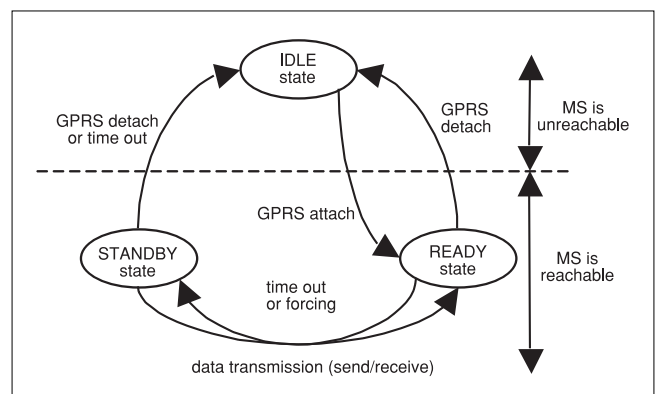
A különböző PLMN-hez tartozó GSN-eket az Inter-PLMN GPRS backbone, végül pedig a PLMN-t és a külső PDN-eket (ilyen az Internet is) a Gi interfész kapcsolja össze. A fentieknek megfelelően összeállított GPRS-képes rendszer [1,4,6] a 2. ábrán látható.

### 3. A GPRS hálózat használata

A GPRS hálózat használata előtt a mobilkészüléknek be kell jelentkeznie (azaz regisztrálnia kell magát) egy SGSN-nél. A folyamat során – melyet GPRS bejelentkezésnek (GPRS attach) hívnak – a hálózat azonosítja a felhasználót (HLR-ben tárolt adatai alapján, melyeket át is másol a szóban forgó SGSN-be), majd hozzárendel a felhasználóhoz egy P-TMSI-t (Packet-Temporary Mobile Subscriber Identity). A fentiekből következik, hogy létezik GPRS kijelentkezés (GPRS detach) is, mely lehet explicit vagy implicit. Ennek során a felhasználó leválik a GPRS hálózatról.

A külső PDN hálózattal folytatott adatforgalmazáshoz elengedhetetlen egy sikeres GPRS bejelentkezés, mely után az MS feladata egy, az adott külső hálózatban is használható cím megszerzése (például IP címé, ha a szóban forgó hálózat IP hálózat). Ezt a címet hívjuk PDP (Packet Data Protocol) címnek, melyet már fen-

3. ábra Az MS állapotai, és azok kapcsolata



tebb is említettünk. Minden kapcsolat idejére kialakul tehát egy, az adott kapcsolatra jellemző, annak karakterisztikáját leíró környezet, melyet PDP környezetnek nevezünk [1].

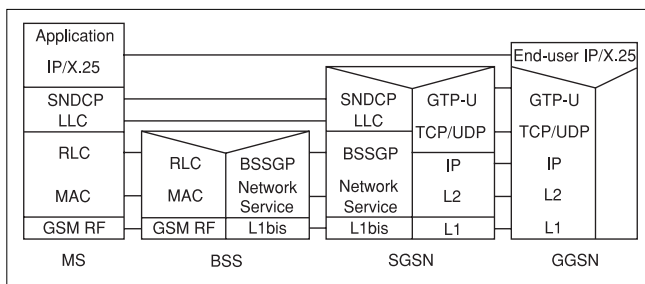
Az előzőekhez kapcsolódóan kitérnénk az MS és az SGSN különböző állapotaira is (MM), melyekből összesen hármát-hármát különböztetünk meg, ezek pedig:

- **IDLE** állapot: az MS nem kapcsolódik a GPRS hálózathoz, ilyenkor sem adatforgalmazás, sem a felhasználó kiértékelése (paging) nem lehetséges, a felhasználó elérhetetlen; a PDP környezet létrehozásához az MS-nek el kell végeznie a GPRS bejelentkezési folyamatát.
- **STANDBY** állapot: az MS már kapcsolódott a GPRS hálózathoz, így kiértékelése lehetséges, adatforgalmazás azonban ilyenkor sem.
- **READY** állapot: az MS képes PDP PDU-k (Packet Data Unit) küldésére és fogadására; az SGSN folyamatosan frissíti az útvonal- és cellaválasztási információkat.

Az állapotok közti kapcsolatot [6] a 3. ábra teszi szemléletesebbé.

A GPRS specifikáció három különböző osztályba sorolja a GPRS szolgáltatásra képes mobilkészülékeket:

- **Class A:** az MS egyszerre kapcsolódik GPRS és GSM szolgáltatásokhoz, és egyszerre (párhuzamosan) használja őket [az ilyen típusú készülékek még nem készültek el].
- **Class B:** az MS egyszerre kapcsolódik GPRS és GSM szolgáltatásokhoz, de felváltva veszi igénybe őket (azaz egyszerre csak az egyiket), az egyes módok közti átkapcsolás automatikus (a fent ismertetett STANDBY/IDLE módok felhasználásával).
- **Class C:** az MS kizárólag CS vagy GPRS szolgáltatásokat használ, a megfelelő mód kiválasztása kézzel történik.



4. ábra A GPRS protokollkészlet felépítése

A GPRS protokollkészlet felépítése [6] a 4. ábrán látható. A rétegekből álló felépítésnek köszönhetően könnyebbé válik a hibadetektálás, illetve -javítás.

#### 4. A GTP szerepe, feladata és működési szakaszai

A GTP (GPRS Tunnelling Protocol) használatával lehetőség nyílik a GPRS gerinchálózat két GSN-je között multiprotokoll csomagok szállítására.

A GTP működése két fő szakaszra, a jelzési síkra (signalling plane), illetve az azt követő átviteli síkra (transmission plane) bontható.

A működés első szakaszában a GTP feladata az adatátvitelt lehetővé tevő csatorna vezérlését és menedzselését végző protokoll meghatározása, mivel a későbbiekben ennek a protokollnak a segítségével nyílik lehetősége az MS-nek a GPRS hálózat elérésére. Szintén ebben a szakaszban történik az említett csatornák létrehozása, de ekkor lehetséges módosításuk vagy törlésük is.

A 'transmission plane' (átviteli sík) alkalmazásakor a GTP alagút technika felhasználásával juttatja a felhasználó adatait célba. Az, hogy ez éppen melyik alagúton, vagy mely csatornán történik, csak és kizárólag attól függ, hogy szükség van-e megbízható kapcsolatra vagy sem stb.

#### Rövidítések

<b>3G</b>	3rd Generation
<b>8-PSK</b>	8 Phase Shift Keying
<b>AUC</b>	AUthentication Centre
<b>BG</b>	BorDer Gateway
<b>BSC</b>	Base Station Controller
<b>BSSGP</b>	Base Station System GPRS Protocol
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station
<b>CS(D)</b>	Circuit Switched (Data)
<b>EDGE</b>	Enhanced Data rates for GSM/Global Evolution
<b>GGSN</b>	Gateway GPRS Support Node
<b>GMSK</b>	Gaussian Minimum Shift Keying
<b>GSN</b>	GPRS Support Node
<b>GTP</b>	GPRS Tunnelling Protocol
<b>GTP-U</b>	GPRS Tunneling Protocol, User plane messages
<b>HLR</b>	Home Location Register
<b>HSCSD</b>	High Speed Circuit Switched Data
<b>L1/L2</b>	Layer 1/Layer 2
<b>LLC</b>	Logical Link Control
<b>MAC</b>	Medium Access Control
<b>MM</b>	Mobility Management
<b>MS</b>	Mobile Station
<b>MSC</b>	Mobile Switching Centre
<b>PDN</b>	Public Data Network
<b>PDP</b>	Packet Data Protocol
<b>PDU</b>	Protocol Data Unit
<b>PLMN</b>	Public Land Mobile Network
<b>P-TMSI</b>	Packet-Temporary Mobile Subscriber Identity
<b>RF</b>	Radio Frequency
<b>RLC</b>	Radio Link Control
<b>SDL</b>	Specification and Description Language
<b>SGSN</b>	Serving GPRS Support Node
<b>SN</b>	Sequence Number
<b>SNDCP</b>	Sub Network Dependent Convergence Protocol
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>TID</b>	Tunnel Identifier
<b>UMTS</b>	Universal Mobile Telecommunications System
<b>VLR</b>	Visitor Location Register
<b>VPN</b>	Virtual Private Network

A GTP protokoll a GPRS szolgáltatást nyújtani képes hálózat felépítésének ismertetésekor már említett SGSN-ek és GGSN-ek közt használatos, a hálózat többi része nem is tud annak jelenlétéről. A GSN-ek közt húzódó GTP alagút emiatt több MS multiplexelt adatát is szállíthatja egyidejűleg anélkül, hogy azok bármit is tudnának egymásról.

### 5. A GTP fejléc

A GTP csomagok mindegyike egy fix (20 oktet) hosszúságú fejléccel [4] kezdődik. A fejlécben található mezők hosszai és jelentései a következők:

- Version (3): ha a PT mező értéke '1', a verziószámot jelöli. A jelenlegi verzió a '0'.
- PT (1): az alkalmazott protokoll típusa, GTP esetén '1', a '0'-s típus a GTP' számára fenntartott érték (ennek használata esetén azonban az egyes mezők jelentése módosulhat).
- SNN (1): ha a csomag SNDTCP N-PDU számot tartalmaz, értéke '1'.
- Message Type (8): az üzenettípust határozza meg, a '255'-ös jelöli az adatcsomagokat, az ettől eltérők pedig a különböző jelzéseket.
- Length (16): az üzenet (G-PDU) hossza a fejléc nélkül
- Sequence Number (16): sorszám; a jelzésre szolgáló csomagok esetén az utasítást/parancsot, míg az adatátvitel során a forgalomban lévő csomagot (T-PDU) azonosítja.
- Flow Label (16): az adatfolyam egyértelmű azonosítására szolgál a GTP csatornán belül.
- SNDTCP N-PDULLC Number (8): SGSN-ek közti 'routing area' frissítése során használatos (ez koordinálja az adatátvitelt az MS és az SGSN között); a SubNetwork Dependant Convergence Protocol kezeli az MS működési környezetéhez tartozó 'routing area'-kat.
- TID (64): a GTP csatorna azonosítója, mely egyértelmű meghatározója a GTP kapcsolatnak.

A fejléc minden mezőjének kitöltése kötelező, de tartalmuk az üzenet típusa szerint (azaz attól függően, hogy jelzésről, vagy adatok átviteléről van-e szó) változhat.

5. ábra A GTP fejléc szerkezete

8	7	6	5	4	3	2	1	
Version (=0)		PT (1=GTP)		Spare '1 1 1 1'		SNN		1
Message Type								2
Length								3-4
Sequence Number								5-6
Flow Label								7-8
SNDTCP N-PDULLC Number								9
Spare '1 1 1 1 1 1 1 1'								10
Spare '1 1 1 1 1 1 1 1'								11
Spare '1 1 1 1 1 1 1 1'								12
Tunnel ID (TID)								13-20 (8)

### 6. A jelzési sík (Signalling Plane)

Bár a GTP jelzések [4] szorosan kapcsolódnak az adatátvitelhez (hiszen az ahhoz szükséges csatornák létrehozásáért, módosításáért és lebontásáért ők felelnek), bizonyos szempontból teljesen függetlenek is tőlük, hiszen a jelzéseknek nem kell ugyanazon a csatornán közlekedniük, mint az adatoknak.

Egy jelzést tartalmazó üzenet küldésekor – az időzítő elindítása mellett – az üzenet bekerül a küldő GSN kimeneti sorába is, a megfelelő sorszámmal (SN) ellátva, és mindaddig ott marad, míg az üzenet sikeres kézbesítésének visszaigazolása meg nem érkezik (természetesen azonos sorszámmal (SN) ellátva). Ha a megadott időn belül nem jön válasz, megtörténik az üzenet újraküldése. Kettőzött üzenetek esetén a másodikként érkezett üzenetet figyelmen kívül kell hagyni. A GTP ezzel a módszerrel próbálja meg elérni a jelzést szolgáló csomagok biztonságos célba juttatását, hiszen mint ismeretes, a GTP az IP-re épül, az pedig nem minden esetben nyújt hibamentes átviteli szolgáltatást.

A GPRS kapcsolat (mindkét oldali) felépítésének, illetve lebontásának vázlatos SDL leírása (processz szinten) a függelékben található. Az ábrázolás nem teljes, hiszen az általunk vizsgált részek specifikációi nem tértek ki például az előforduló hibák kezelésének módjára, csak annak észlelésére.

A jelzési síkhoz tartozó SDL leírások a cikk végén található Függelékben találhatóak meg (I-IV. ábrák). Ezek a kapcsolat felépítést és lebontást mutatják, azon belül pedig az egyes jelek irányát az SGSN, GGSN szempontjából.

### 7. Adatátviteli sík (Transmission Plane)

Ha egy MS (egy SGSN által) GPRS adatkapcsolatot (PDP connection) szeretne létesíteni, GTP jelzőüzenetek [4] segítségével egy csatornát hoz létre (PDP Context Activation), melyet a már ismertetett egyedi azonosítóval (Flow Label) lát el.

Ezt a csatornát használja a GTP adott GSN párok közti adattovábbításra, mégpedig oly módon, hogy a beérkező T-PDU-hoz a fentebb vázoltak alapján egy GTP fejléccel illeszt (G-PDU), majd az egy irányba közlekedő, és azonos GSN-hez tartozó adatokat multiplexeli. A vevő oldalon ennek természetesen a fordítottja történik, azaz az adatfolyam demultiplexelése után leválasztásra kerül a GTP fejléc, így visszakapjuk a tényleges adatunkat, a T-PDU-t.

Az adatátvitel során alkalmazott útprotokoll lehet UDP/IP (ha az MS által forgalmazott adatok csomagkapcsoltak) vagy TCP/IP (ha pedig kapcsolatorientáltak, például X25 hálózatban).

A Függelékben természetesen megtalálható az adatátviteli szakasz (specifikáció [5] alapján) általunk elkészített SDL leírása is (V. ábra).

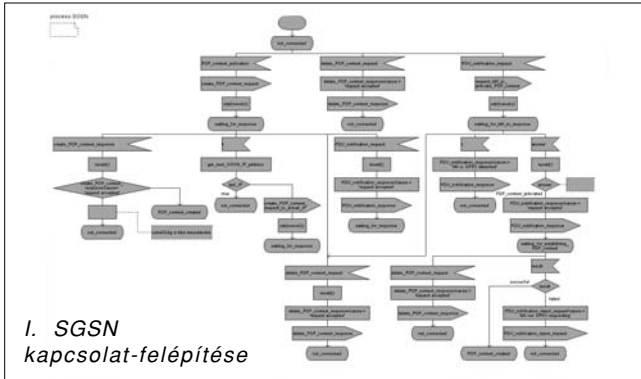
## 8. Összefoglalás

A fentiekből látható tehát, hogy a GPRS használatával jóval szélesebb körű információszerezési lehetőségek nyílnak meg előttünk. Ezzel mobil eszközeinkről is elér-

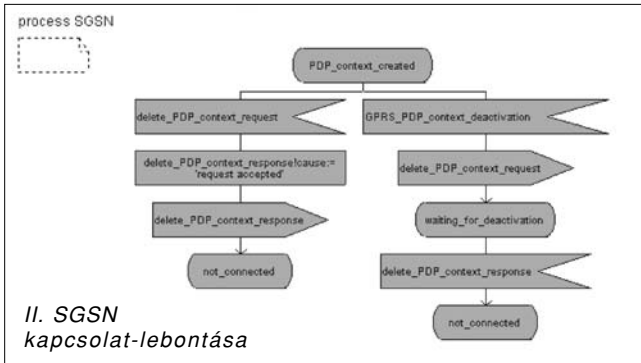
hetjük a különböző IP alapú hálózatokat, s tehetjük mindezt a hagyományos GSM rendszer esetén elérhető sebesség többszörösével. S végül, de nem utolsó sorban, a GPRS az első (de nem utolsó) lépés a harmadik generációs mobil hálózatok (pl. UMTS) felé.

### Függelék

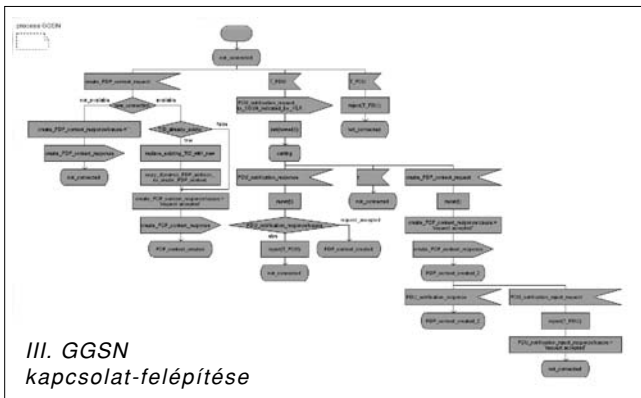
A jelzési sík



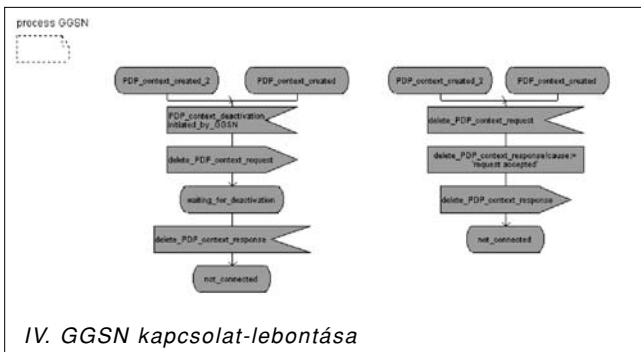
I. SGSN kapcsolat-felépítése



II. SGSN kapcsolat-lebontása

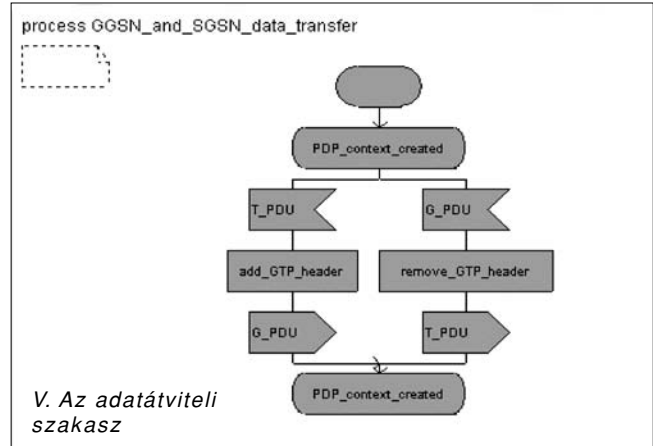


III. GGSN kapcsolat-felépítése



IV. GGSN kapcsolat-lebontása

Adatátviteli sík



V. Az adatátviteli szakasz

### Irodalom

- [1] Maryland Center for Telecommunications Research Shantanu Prasade, Anjali Parekh, Viral Shah: GPRS <http://apollo.cs.umbc.edu/~classes/cmcs681/fall2002/Network Architectures and Protocols, Projects>
- [2] mpirical limited <http://www.mpirical.com/>, Companion
- [3] Nemzeti Hírközlési Hatóság, [www.nhh.hu](http://www.nhh.hu); Piaci információk; Tanulmányok, elemzések
- [4] Jyke Jokinen: GPRS & UMTS Protocols: GTP details Tampere University of Technology, Dep. of IT, Advanced Topics in Telecommunications <http://www.cs.tut.fi/kurssit/8309700/>
- [5] TS 101 347 Version 7.10.0 (2002-12) Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and Gp Interface (3GPP TS 09.60 version 7.10.0 Release 1998)
- [6] T. Araour, Y. Rabbani, O. Ahmed (2003): Le Lancement du GPRS Univ. de Versailles St Quentin en Yvelines, <http://dessr2m.adm-eu.uvsq.fr/>, Journées Portes Ouvertes Annuelles du DESS R2M
- [7] Yannick Marcq: Glossary of GPRS abbreviations, My GPRS Questions & Answers, GPRS Q&A Book <http://users.evtek.fi/~k0300183/>
- [8] S. Giacometti, R. Mameli: Tunneling Effectiveness in the Access Environment <http://www.coritel.it>, Publications, Papers published on Scientific/Technical Journals Fitce Conference, August 1999, Utrecht