

## 1 Inteligenca v mobilnih sistemih

Iztok Saje, univ. dipl. inž., vodja sektorja za Radijska Omrežja.  
FE, 25. novembra 2011.

Teme:

- Klasično GSM omrežje.
- Mobilnost med omrežji: kako deluje gostovanje?
- GPRS.
- UMTS, večslojna arhitektura omrežij nove generacije.
- IN in primer predplačnikov.

## 2 Malce zgodovine

Začetki analognih sistemov. Vsaka država zase, 6 let od specifikacij do komercializacije

1968: FCC v ZDA začne proceduro za AMPS

1970: NMT (Nordic Mobile Telephony) skupina

1975: NMT specifikacije

1979: prvi analogni sistem na Japonskem

1979: NMT testni sistemi

1981: NMT 450 v Savdski Arabiji ter v Skandinaviji

1983: komercialni AMPS v Chicagu

1985: TACS v Veliki Britaniji, C-Netz v Nemčiji

2G: digitalni sistemi, skupni evropski razvoj.

1978: CEPT rezervira 2 \* 25 MHz na 900 MHz

1982: Groupe Special Mobile pri CEPT

1986: testni sistemi in glavne odločitve

1987: GSM Memorandum of Understanding

1990: GSM faza 1 specifikacije

1992: Komercialni GSM sistemi (God Send Mobiles)

1995: GSM faza 2, 1900 MHz v ZDA, IS-95 CDMA sistem

## 2.1 Razvoj v Sloveniji

1986: Odločitev za NMT 410

1991: NMT v Sloveniji, ravno med vojno

1992: Mobitelova NMT centrala

1993: prvi poiskus za GSM licenco

1996: Mobitel dobi koncesijo in postavi prvi GSM

1998: Si-Mobil dobi koncesijo, konkurenca na GSM trgu

2001: milijon uporabnikov Mobitelovega GSM omrežja.

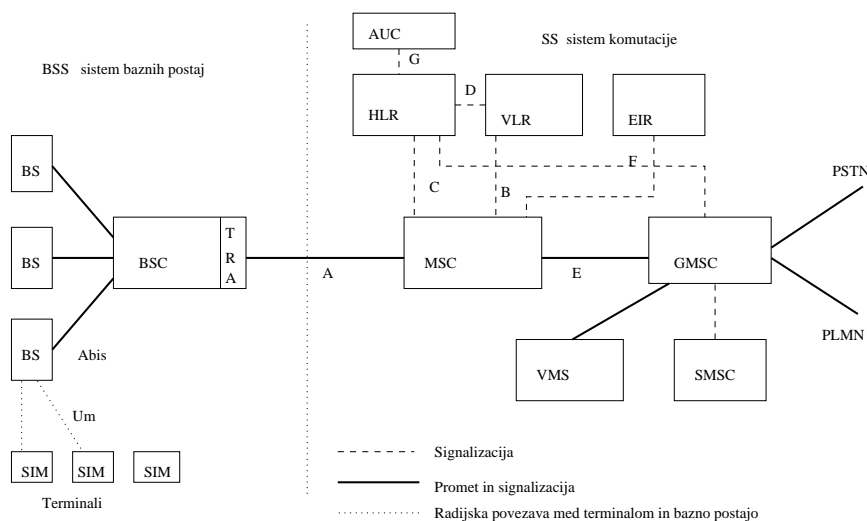
2001: tretji GSM operater, trije na 1800 MHz, nacionalni roaming

2003: Mobitelovo UMTS omrežje, 2004 terminali

2006: izklop NMT

2008: 4 UMTS in 3 GSM omrežja

## 3 Elementi klasičnega GSM omrežja



Shema glavnih elementov GSM omrežja.

MS (Mobile Station) so terminali v omrežju. Terminali imajo SIM kartico z IMSI številko ter ostalimi podatki o uporabniku.

BS so bazne postaje v GSM omrežju in skrbijo za radijsko povezavo s terminali. Imajo enega ali več oddajnikov in sprejemnikov (TRX), skupne enote ter povezavo z BSC prek E1 vodov.

BSC je krmilnik baznih postaj. BSC nadzira bazne postaje (konfiguracija, delovanje), skrbi za krmiljenje klicev ter izročanje (dodeljevanje radijskih

kanalov, nadzor zveze).

TRAU (Transcoder and Rate Adaptation Unit) je enota za prekodiranje in prilagajanje hitrosti. Predvsem skrbi za kodiranje in dekodiranje govora v GSM sistemu. TRAU je del BSC, vendar ga včasih postavimo ob MSC, zato da dosežemo boljši izkoristek povezav med BSC in MSC. Za zveze med dvema GSM terminaloma TRA ni potreben.

MSC (Mobile Switching Centre) je centrala, namenjena komutiranju zvez znotraj mobilnega omrežja. Nadzira vse klice, spremlja lokacijo terminalov, skrbi za izročanje med BSCji v različnih MSC, zbira podatke za zaračunavanje. V MSC so tudi samodejni odzivniki in IWF (Inter Working Functionality, funkcionalnost medsebojnega delovanja) za prenos podatkov. Vsak MSC lahko krmili enega ali več BSCjev.

GMSC (Gateway MSC) komutira zveze med omrežji, usmerja dohodne klice v MSC, kamor kaže HLR itd. Ponvadi je GMSC funkcionalnost vgrajena v MSCje.

### 3.1 Baze podatkov, ki omogočajo delovanje omrežja

HLR (Home Location Register) je register domačih naročnikov, ki trajno shranjuje vse naročniške parametre, kot so številka SIM kartice, naročniška številka MSISDN, kategorije naročnika (lahko kliče, lahko sprejema SMS...), nastavitve (preusmeritev), dodatne številke (za sprejem podatkov), v katerem VLR/MSC se naročnik trenutno nahaja ipd.

AUC (Authentication Center) je center za overjanje. Za vsako SIM kartico hrani IMSI ter ključ za kriptozoščito. Ključ je vpisan samo v domačem AUC ter na SIM kartici terminala.

VLR (Visitor Location Register) je register gostujočih naročnikov. Vsak MSC ima svoj VLR, v katerem so vpisani vsi uporabniki na področju tega MSCja. V VLR je začasna številka naročnika (TMSI), IMSI in MSISDN, številka HLR, kje je naročnik, kdaj se je zadnjič prijavil, ali je naročnik aktiven in podobno.

EIR (Equipment Identification Register) je register za identifikacijo opreme. Vsak terminal ima serijsko številko IMEI. EIR ima seznam nedovoljenih terminalov (črni seznam) ter seznam terminalov, na katere opozori (sivi seznam). Terminali na črni listi ne morejo uporabljati omrežja. Dovoljeni terminali so na belem seznamu.

### 3.2 Primeri vpisa v HLR in VLR

Naročnik s številko SIM kartice 293410000987654 ima telefonsko številko 041123456. Njegov vpis v HLR:

SUBSCRIBER IDENTITY

MSISDN	IMSI	STATE
38641123456	293410000987654	CONNECTED
NAM		
0		

Presumeritve za dohodne klice. BS (Bearer Services in Bearer Capabilities).  
Po vrsti: podatkovni klici, fax, podatki, ALS.

AMSISDN	BS	BC
38671123456	BS2G	176
38671123457	TS62	161
38671123456	BS2G	126
38671123458	TSD1	1

Nastavitve za dodatne storitve za govorno telefonijo, ki si jih lahko naročnik sam nastavlja.

SUPPLEMENTARY SERVICE DATA

BSG

SS	STATUS	FNUM	TIME
		SADD	
BAIC	NOT ACTIVE	(prepoved mednarodnih klicev)	
BICRO	NOT ACTIVE	(dohodni klici v drugih omrežjih)	
BOIC	NOT ACTIVE	(vsi dohodni klici)	
BOIEXH	NOT ACTIVE	(prepoved razen iz domacega omrežja)	
CAW	ACTIVE-OP	(cakanje call waiting)	
CFU	NOT ACTIVE	(brezpogojna preusmeritev)	
CFB	ACTIVE-OP	38631123456 (preusmeritev, zaseden)	
CFNRY	NOT ACTIVE	(preusmeritev brez odgovora)	
CFNRC	NOT ACTIVE	(preusmeritev, nedosegljiv)	

BSG

TS60 (fax sporocila)

SS	STATUS	FNUM	TIME
		SADD	
BAIC	NOT ACTIVE		
BICRO	NOT ACTIVE		
BOIC	NOT ACTIVE		
BOIEXH	NOT ACTIVE		
CAW	NOT ACTIVE		
CFU	ACTIVE-OP	38641100000 (preusmeritev)	
CFB	NOT ACTIVE		
CFNRY	NOT ACTIVE		
CFNRC	NOT ACTIVE		

Podatki o tem, kje se naročnik nahaja. MSC/VLR in SGSN. Številke vozlišč se uporabljajo za usmerjanje signalizacije.

LOCATION DATA			
VLR ADDRESS	MSRN	MSC NUMBER	LMSID

4-38641002111

38641002111

SGSN NUMBER  
4-38641001999

### Nastavitve APN za GPRS.

PACKET DATA PROTOCOL CONTEXT DATA							
APNID	PDPADD	EQOSID	VPAA	PDPCH	PDPTY	PDPID	
1		177	NO		IPV4	1	
1003		177	NO		IPV4	2	
2		177	NO		IPV4	3	
1001		177	NO		IPV4	4	
4		177	NO		IPV4	5	

### Isti naročnik je vpisan tudi v VLR:

MT MOBILE SUBSCRIBER STATE

SUBSCRIBER DETAILS

IMSI	MSISDN	STATE	LAI
293410000987654	38641123456	IDLE	293-41-11

EQUIPMENT IDENTITY CONTROL DETAILS

IMEI	CHKRES	CNT
350695333990011	WHITE	1

GENERAL PACKET RADIO SERVICE INFORMATION

GPRSSTATE SGSN  
DET

### Kopija podatkov o dodatnih storitvah, ki jih VLR potrebuje.

SUBSCRIBER SUPPLEMENTARY SERVICE DATA

SS	BSG	STAT	KEY	FNUM	FOPT	TIME
				SADD		
CLIP-N	AUX	PAO				
	DCDA	PAO				
	FX	PAO				
	SPCH	PAO				
CLIR-TA	AUX	PAO				
	DCDA	PAO				
	FX	PAO				
	SPCH	PAO				
HOLD	AUX	PAO				
	SPCH	PAO				
OICK	AUX	PAO	070			

	DCDA	PAO	070		
	FX	PAO	070		
	SPCH	PAO	070		
CFU	AUX	P			
	DCDA	P			
	FX	PRAO			
	SPCH	P			
CFB	AUX	PRAO	1-1-38641100000	0	
	DCDA	PRAO	1-1-38631123456	0	
	FX	P		0	
	SPCH	PRAO	1-1-38631123456	0	
CFNRY	AUX	PRAO	0-0-38641100000	0	25
	DCDA	PRAO	0-0-38631123456	0	25
	FX	P		0	
	SPCH	P		0	
CFNRC	AUX	PRAO	0-0-38641100000	0	
	DCDA	PRAO	0-0-38631123456	0	
	FX	P		0	
	SPCH	P		0	
CW	AUX	P			
	DCDA	P			
	FX	P			
	SPCH	PAO			
BOIC	ALL	P			
BOIEXH	ALL	P			

### 3.3 Dodatni elementi omrežja

SMSC (Short Message Service Centre) je center za storitev kratkih sporočil. Sprejema sporočila ter jih posreduje naslovnikom. Sporočila hrani določen čas, dokler naslovnik ne potrdi sprejema. Vsa kratka sporočila se pošiljajo prek SMSC, zato mora imeti terminal vpisano številko SMS centra.

VMS (Voice Mail Service) je sistem za hranjenje govornih ali Fax sporočil. Predvsem je namenjen uporabnikom, ki imajo ugasnjen telefon ali so izven radijskega pokrivanja.

NMC (Network Management Center) je nadzorni sistem, ki skrbi za roko- vanje in vzdrževanje s sistemom.

IN (Intelligent Network) so elementi inteligentnega omrežja, ki skrbijo za dodatne funkcije, kot so predplačniška telefonija, navidezna zasebna omrežja ipd.

### 3.4 Povezava med terminalom MS in omrežjem

RR: Radio Resource Management (upravljalni postopki radijskih virov) skrbi za prenos sporočil iz zgornjih nivojev. Vzpostavlja, vzdržuje in sprošča povezavo med MS in omrežjem. (Povezava med MS, BS in BSC).

CM: Connection Management je povezava med MSC in MS ter skrbi za vzpostavljjanje in rušenje zvez ter dodatne storitve (SMS, konferenčna zveza

itd).

MM: Mobility Management je povezava med MSC in MS ter skrbi za mobilnost MS. (Prijavljanje/odjavljanje, prehajanje med omrežji, izročanje med celicami, identiteta, IMSI/TMSI itd).

## **4 Primeri GSM zvez**

### **4.1 Prijava v omrežje (Location update)**

Vsak MSC/VLR ima eno ali več lokacijskih področij (Location Area). Kadarkoli terminal vstopi v omrežje (ko ga prižgejo) ali spremeni lokacijsko področje, se prijavi v sistem. Občasno (na 1 do 12 ur, parameter omrežja) se samodejno prijavi in s tem potrdi, da je še vedno aktiven.

### **4.2 Primer za že prijavljen terminal, ki se prijavlja v novo lokacijsko področje v istem MSC**

- Terminal (MS) izbere najboljšo celico (BCCH). Če je v novem LA, potem se mora prijaviti.
- MS pošlje (RACH) zahtevo po kanalu, ki jo BS posreduje BSC.
- BSC določi SDCCH, sporoči BS da aktivira ta SDCCH ter sporoči MS (AGCH), naj preide na določeni SDCCH.
- Na SDCCH MS pošlje zahtevo po prijavi s podatki o IMSI, stari LA in vrsti prijave.
- VLR/MSC pošlje MS parametre za avtentifikacijo.
- MS se avtentificira.
- VLR shrani nov LA. Če je potrebno, obvesti HLR, ta obvesti tudi stari VLR.
- MS sprejme potrditev prijave.
- BSC pošlje MS zahtevo za sprostitev SDCCH. MS čaka na klic na BCCH.
- BSC pošlje BS zahtevo za sprostitev SDCCH.

### **4.3 Primer za odhodni govorni klic s terminala**

- MS zahteva SDCCH na RACH.
- BSC mu dodeli SDCCH.
- MS sporoči, da želi vzpostaviti klic. MSC/VLR preveri identiteto (IMSI) in označi MS v VLR kot zaseden.
- VLR/MSC overi MS in vklopi šifriranje govora.
- MSC sprejme zahtevo za klic, kjer MS sporoči številko klicanega ter vrsto zveze. MSC preveri, ali MS lahko kliče, ter nadaljuje z vzpostavitvijo klica.
- Med MSC in BSC se vzpostavi govorna povezava. BSC dodeli TCH. Ko BS potrdi, da je TCH aktiven, ukaže MS, da preide na dodeljeni TCH. Ko

je procedura zaključena, obvesti MSC, ki vzpostavi govorno pot skozi skupinsko stikalo.

- Klicoči MS dobi znak zvonjenja.
- Ko klicani naročnik odgovori, omrežje obvesti MS. Govorna zveza je vzpostavljena.

#### 4.4 Primer za dohodni govorni klic

- Klicoči izbere MSISDN številko GSM naročnika.
- Omrežje klicočega ne ve, kje je MS, zato klic pride v najbližji GMSC v domačem omrežju.
- GSMSC prepozna HLR iz MSISDN ter ga vpraša, v katerem MSC/VLR je naročnik ter njegov IMSI.
- HLR vpraša VLR za začasno številko sledenja ter jo posreduje GMSC.
- GMSC usmeri klic na pravi MSC.
- MSC pošlje poziv vsem BSC s celicami, ki pokrivajo LA, kjer je iskani MS.
- BS pošlje poziv z IMSI ali TMSI.
- Ko MS sprejme poziv, odgovori z zahtevo za SDCCH, kot vzrok je odgovor za klic.
- BSC določi TCH, BS ga aktivira in MS preide na izbrani TCH.
- MSC generira znak zvonjenja in čaka, da naročnik odgovori.
- Ko klicani naročnik odgovori, omrežje kompletira vzpostavitev govorne povezave.

#### 4.5 Primer za dohodni klic, naročnik gostuje in ima preusmeritev

Naročnik gostuje v tuji državi. Vpisan je v VLR v MSC, kjer se nahaja. Domači HLR ve, v katerem VLR/MSC se nahaja. Naročnik ima aktivirano preusmeritev na VMS, če ne odgovori na klic (CFNRY).

- Dohodni klic pride v domači GMSC.
- GMSC vpraša HLR, kje je naročnik.
- HLR vpraša VLR, dobi začasno številko gostovanja ter podatke, ali je naročnik dosegljiv. Preusmeritve, za katere ti podatki zadoščajo (brezpo- gojna preusmeritev ipd) se izvedejo takoj. - HLR posreduje začasno številko GMSC.
- GMSC preusmeri klic na začasno številko.
- VLR/MSC sprejme klic in pokliče terminal.
- Terminal zvoni, vendar naročnik ne odgovori na klic.
- MSC preusmeri klic na VMS v domačem omrežju.

Zaračunavanje:

Klicoči plača dohodni klic do domačega GMSC, ne glede na to, kje je klicani.

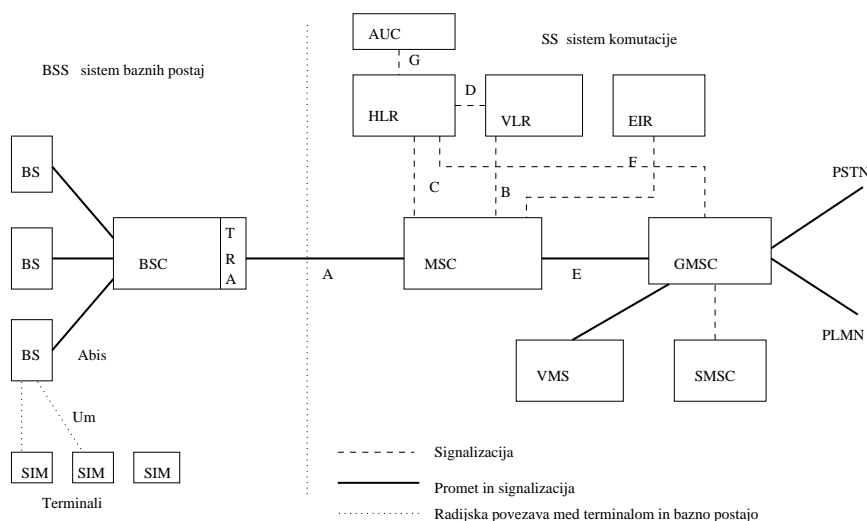
Klicani plača preusmeritev v omrežje, kjer gostuje.

Če se preusmeritev izvede v gostujočem omrežju, plača klicani še povezavo



do domačega omrežja.

## 5 Razvoj GSM omrežij



Shema glavnih elementov GSM omrežja.

### 5.1 Prehod iz druge v tretjo generacijo

Čedalje večji delež podatkovnih komunikacij. Vse več aplikacij, ki temelje na internet tehnologiji. Hitreje, hitreje ...

UMTS (3G) je evolucija iz GSM (2G): do prihoda UMTS se GSM nadgrajuje v smeri proti tretji generaciji (2.5 generacija). Prehod od 9600 b/s na 57600 b/s (HSCSD), 240 kb/s (EDGE) v UMTS (348 kbit/s). Seveda so to najvišje teoretično možne hitrosti.

Tekmovanje z drugimi tehnologijami: HSPA (Hiti paketni dostop). HSDPA: prek 14 Mbit/sec, HSUPA 1.4 Mbit/sec v idealnih razmerah.

HSPA+: 160 Mbit/sec navzdol ...

LTE je za vokalom, še hitreje

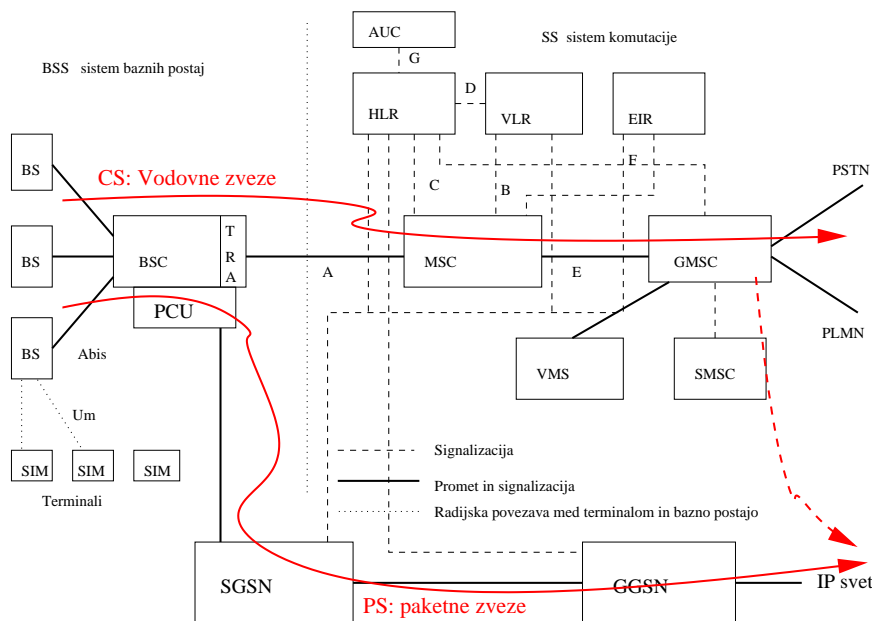
### 5.2 GPRS: General Packet Radio Service

Splošna paketna radijska storitev.

GPRS: uporaba paketne komutacije na GSM omrežju.

Za GPRS se dodeli od enega ali več časovnih oken v celici. Več uporabnikov si te kanale deli, sistem dodeljuje prenosno kapaciteto v obe smeri, če je zahtevana. Govor ima prednost, tako da je hitrost prenosa podatkov, ki jo

uporabnik doseže, odvisna od prometa v celici (število TS za GPRS, število GPRS uporabnikov).



### 5.3 Novi elementi omrežja

CCU CHannel Codec Unit v bazni postaji. Običajno samo nadgradnja programske opreme.

PCU Packet Control Unit (paketna krmilna enota) pri BSC, nadzoruje in upravlja z večino radijskih funkcij GPRS.

BSC ostaja čim bolj nespremenjen, prav tako bazne postaje.

SGSN: Serving GPRS Support Node (strežno podporno GPRS vozlišče). SGSN je podatkovno stikalo (Frame Relay (blokovno posredovanje), IP), ki skupaj z vozliščem GGSN opravlja funkcije usmerjanja in upravljanja mobilnosti v GPRS omrežju. SGSN skrbi za kompresijo podatkov (RFC 1144 za glave TCP/IP paketov, V.42bis za podatke) ter za šifriranje, tudi zaračunavanje prometa. S SS 7 je povezan s HLR, VLR, EIR.

GGSN: Gateway GPRS Support Node (prehodno podporno GPRS vozlišče) opravlja skupaj s SGSN funkcije usmerjanja v GPRS omrežju. Vzdržuje informacije o lokaciji mobilnih postaj in deluje kot vozlišče za medsebojno delovanje omrežja GPRS, PLMN in podatkovnih omrežij (Internet, X.25). GGSN je sidrno vozlišče med paketnim prenosom (terminal lahko zamenja SGSN), skrbi za zaračunavanje. Na GGSN so priključeni vsi SGSN v omrežju.

## 5.4 Novi vmesniki

$G_b$  Frame Relay med BSC in SGSN

$G_s$  med SGSN in MSC/VLR (SS7)

$G_d$  med SGSN in SMS-GMSC oziroma SMS-IWMSC (SS7)

$G_r$  med SGSN in HLR

$G_c$  med GGSN in HLR

$G_n$  med dvema GSN znotraj omrežja

$G_p$  med dvema GSN v različnih omrežjih

$G_f$  med SGSN in EIR

$G_i$  med SGSN ter drugimi paketnimi omrežji (TCP/IP, X.25). Tudi IPsec za dostop v privatna omrežja.

## 5.5 Obstoječi elementi GSM omrežja

HLR ima podatke o naročniku ter usmerjanju (routing). Usmerja uporabnika na GGSN, ažurira SGSN ob prijavljanju ali odjavljanju. Vsak naročnik ima dodeljene APN (Access Point Name), ki določa, kam se lahko poveže, na primer: internet, mms, zasebna omrežja, vrsto (IPv4, IPv6, X.25) ter kvaliteto storitev (QoS).

MSC/VLR z  $G_s$  povezavo spremlja lokacijo naročnika v SGSN, usmerja CS pozive v SGSN, koordinira delo terminalov A in B razreda. Vkolikor sistem nima  $G_s$  povezave, potem je prijavljanje v VLR in SGSN povsem ločeno.

BSC dodeljuje PDCH v celicah, skrbi za GPRS klice ter razglasne (broadcast) informacije.

BTS uporablja obstoječ  $A_{bis}$  protokol, skrbi za paketno delovanje radijskega vmesnika ter krmili časovna okna.

## 5.6 GPRS zveza

Podobno, kot se GSM telefon prijavi/odjavi v VLR za CS povezave, je tudi pri paketnih. Terminal se prijavi v GPRS omrežje (povezava terminal-SGSN), ki preveri terminal (HLR/AUC/triplet) ter ga odjavi v starem SGSN ter ažurira HLR in MSC/VLR ter sporoči terminalu njegov TLLI (Temporary Location Link Identification, začasno identiteto logične povezave). Obe prijavljanji (VLR/SGSN) se lahko izvedeta istočasno.

Po prijavi terminal vzpostavi PDP kontekst (Packet Data Protocol, protokol paketiranih podatkov). PDP kontekst poveže terminal z GGSN in s tem je omogočen pretok podatkov (Terminal se prijavi v željeno podatkovno omrežje). Če terminal podpira več IP naslovov, ima lahko istočasno več PDP kontekstov. Terminal pošlje zahtevo SGSN, ta ga preveri (naročniške kategorije) ter pošlje APN (Access Point Name, ime dostopovne točke) v GGSN. Vzpostavi se logična povezava z GGSN s pomočjo GTP (GPRS Tu-

nelling Protocol, tunnelski protokol GPRS, ki je osnova za tuneliranje podatkovnih in signalizacijskih sporočil med GSN).

GSN dobi IP številko zunanega omrežja (RADIUS server) ter jo pošlje terminalu. Tako je vzpostavljena povezava med terminalom in zunanjim omrežjem.

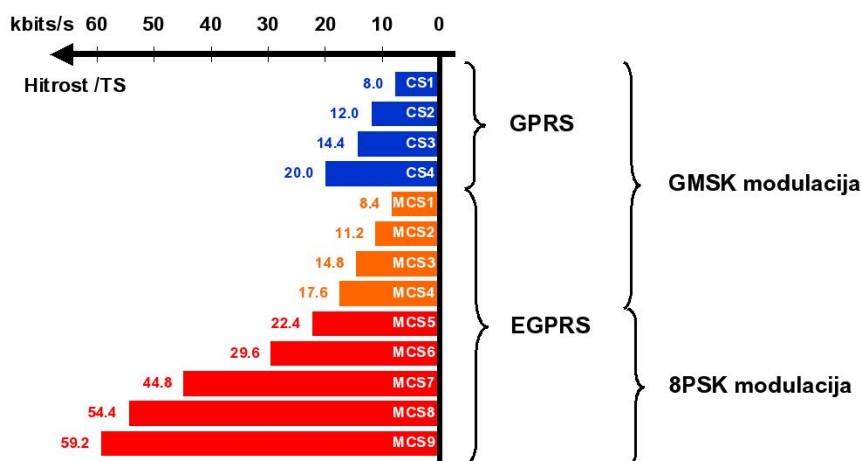
Terminal v stanju čuječnosti (standby) lahko zamenja celico. Vkolikor zamenja RA (Routing Area, usmerjalno področje) se mora prijaviti v GPRS omrežje.

## 5.7 EDGE: Enhanced Data Rates for GSM/Global Evolution

GSM za hitrejšo podatkovno komunikacijo. Hkrati odpravlja določene pomanjkljivosti pri GPRS standardih.

Sprememba modulacije: namesto enega bita na simbol so trije biti na simbol (8-PSK Phase S Razdalje med simboli so krajše, kar pomeni povečano občutljivost na motnje – EDGE zah razmerje med signalom in šumom ali motnjami kot GSM. 8-PSK postavlja močne zahteve za oddajnike: linearnost.

EDGE omogoča izboljšani GPRS (EGPRS: Enhanced GPRS) ter izboljšane vodovne povezave (ECSD, Enhanced Circuit-Switched Data).



Novi načini kanalskega kodiranja, kjer na račun slabše zaščite v prenosnem kanalu dosežemo večje hitrosti, do 59400 bitov na sekundo v enem časovnem oknu. EDGE je za prenos govora ali podatkov: povečanje kapacitete. Dopolnjeni standardi za gov

Postopna redundanca (Incremental redundancy) omogoča, da sprejemnik lahko zduži več izbruhov z istimi podatki ter s tem izboljša verjetnost za pravičen sprejem. Ti so lahko kodirani z različnim kanalskim kodiranjem.

## 6 Sledenje med omrežji

Za sledenje je potrebno vzpostaviti povezavo med domačim GGSN in gostujočim SGSN. Uporabnik mora imeti povsem enako okolje in storitve, kot jih ima doma.

Da se izognemo velikemu številu povezav med omrežji, je izgrajeno privatno paketno omrežje GSM operaterjev z GRX (GPRS Roaming Exchange) vozlišči ter DNS (Domain Name Server). Tu se povezujejo med seboj GGSN in SGSN, uporabnik vanj nima dostopa.

### 6.1 Zaračunavanje kratkih sporočil in MMS

Vsak SMS se zaračuna enako. Pri SMS storitvah z dodano vrednostjo se poleg poslanega SMS zaračuna tudi vsebina sprejetega SMS.

Podobna zgodba je pri MMS, včasih se zaračuna tudi GPRS povezava.

#### 6.1.1 Zaračunavanje vodovnih povezav

Tradicionalno se pri vodovnih povezavah zaračuna čas prenosa. Pri HSCSD operater ne jamči več kot enega TS za povezavo, zato (in zaradi zahtevnosti) se ne zaračunajo dodatne kapacitete. Naročnik mesečno plačuje za možnost HSCSD.

#### 6.1.2 Zaračunavanje pri GPRS

Pri običajni vodovnih povezavah zaračunavamo čas povezave. Pri paketni komunikaciji terminal ne zaseda kapacitet, kadar ni prenosa. Zato imamo več načinov zaračunavanja: brutto podatki, netto podatki, čas paketne povezave ter njihove kombinacije.

Zaračunavanje na internetu ter v telefoniji je povsem različno. Čedalje bolj se vpeljuje zaračunavanje vsebine in ne prenosa podatkov.

## 7 UMTS: Evolucija GSM

Universal Mobile Communications System

Zakaj naslednji sistem?

- Mobilna multimedija: več kanalov z različnimi hitrostmi prenosa.
- Višje hitrosti in asimetrični prenos do 2 Mbit/sec, zagotovljen QoS.
- Konvergenca mobilnih, fiksnih in IP telekomunikacij.

## 8

Primerjava GSM - UMTS:

Za govor ni bistvenih sprememb: UMTS omogoča tudi VoIP, paketni prenos govora. Oba omogočata vodovni in paketni prenos podatkov (GPRS), le da je UMTS bolj primeren za paketni prenos. UMTS omogoča prenos podatkov s polno mobilnostjo do 144 kbit/sec, z omejeno mobilnostjo do 384 kbit/sec, HSPA mnogo hitreje. GSM je načrtovan za govorne komunikacije, UMTS za multimedijske.

Širina GSM kanala je 200 kHz, pri UMTS W-CDMA je 5 MHz (ohranja korak 200 kHz). UMTS uporablja razpršeni spekter z neposrednim razširjanjem (Direct Sequence CDMA, Code Division Multiple Access, kodni sodostop), zato so primerjave pogosto neustrezne. Zaradi širine 5 MHz se imenuje WCDMA (Wide bandwidth, oziroma širokopasovni CDMA). Pri TDD je potrebna sinhronizacija med celicami.

UMTS omrežje ima podobno arhitekturo kot GSM: načelno lahko uporabimo obstoječe omrežje, ki mu dodamo UTRAN. Radijski del UMTS (UTRAN: UMTS Terrestrial Radio Access Network, prizemno radijsko dostopovno omrežje) se priključi na omrežje podobno kot BSS pri GSM. Vodovne povezave (govor) na MSC, paketne na SGSN. Podobno vlogo imajo SIM (USIM: UMTS SIM), VLR, HLR/AUC in EIR. UTRAN sestavljajo RNC in bazne postaje (Node B), povezane z ATM prenosom (kasneje tudi IP). RNC (Radio Network Controller, krmilnik radijskega omrežja) ima v UMTS omrežju podobno vlogo kot BSC (krmilnik baznih postaj) v GSM sistemu.

Nekaj protokolov v UMTS:

Cu: povezava med USIM in terminalom

Uu: radijska povezava med terminalom in bazno postajo

Iub: povezava med Node-B in RNC

Iu: med RNC in MSC/SGSN, IuCS je povezava RNC-MSC in IuPS RNC-SGSN

IuR: povezava med RNCji (v GSM ni neposrednih povezav med BSCji)

IuB: ATM (AAL2 za promet, AAL5 za signalizacijo)

Mu: Vmesniki za rokovanje in vzdrževanje

## 9 UMTS trinivojska struktura

Sedanje telekomunikacije sestavlja veliko omrežij. Ta so večinoma specializirana in zagotavljajo samo del storitev, pri tem je različna funkcionalnost združena v posameznih omrežnih elementih (napravah).

Pri omrežjih nove generacije (na primer UMTS) prihaja do zlivanja dostopovnih tehnologij. Želimo, da so aplikacije neodvisne od omrežja. Aplikacije lahko uporabljajo klasične govorne storitve (telefonija IN), internet

storitve itd. Želimo ločiti aplikacije od tehnologije omrežja – ter zagotoviti neodvisnost aplikacije od posameznega omrežja.

Večoperatersko okolje omogoča, da posamezen operater nadzoruje samo del omrežja, lahko ponuja samo storitve ali samo dostop ipd. Vmesniki med operaterji morajo biti standardizirani. Poleg tehniških standardov so definirani tudi standardi za komercialne pogoje medomrežnega povezovanja (SLA: Service Level Agreement, dogovor o kvaliteti storitev).

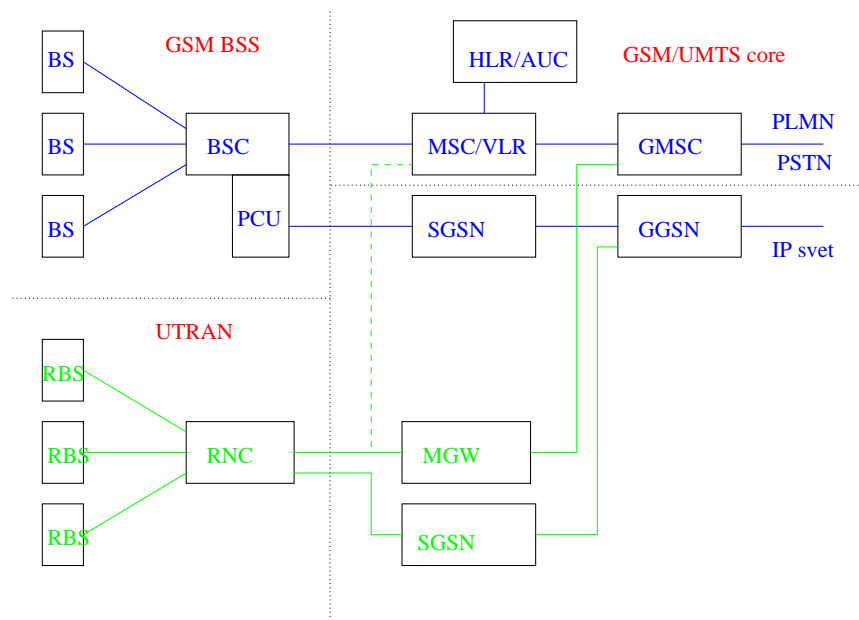
UMTS združuje tradicionalne GSM storitve ter internet storitve, zato je prvi prešel na novi model. Nova arhitektura omogoča neodvisnost od tehnologije, tako lahko uporabimo za prenos ali ATM ali IP (MPLS).

Triplastna arhitektura:

1. Povezavna ravnina (Connectivity layer), skrbi za prenos, preklapljanje (switching), prekodiranje (AMR, ISDN, VoIP ...), usmerjanje (routing) podatkov. Implementacija: MGW (Media Gateway, GGSN). Za usmerjanje signalizacije imamo signalizacijski prehod (SGW, Signalling Gateway). Povezavna ravnina uporablja paketne tehnologije: ATM, MPLS, IP z dodanim QoS (RSVP ali Diff-Serv).
2. Kontrolna ravnina (Control Layer) je specifična za omrežja, skrbi za krmiljenje klicev ter upravlja z mobilnostjo ter sejami (MSC/VLR strežnik, HLR, SMSC, GSN strežnik, SGW Signalling Gateway).
3. Storitvena ravnina (Service Layer) skrbi za aplikacije (IN/CAMEL, WAP, MMS ...).

Dostopovna ravnina omogoči povezavo s povezavno ravnino.

## 9.1 UMTS začetna arhitektura



Vodovna veja že poteka z MGW in MSCS (MSC Strežnik), za paketno sta še vedno ločena SGSN in GGSN. Prva omrežja imajo ločen GSM in UMTS del, prihaja do zlivanja:

Isti MSC lahko krmili GSM kot MSC ter UMTS MGW kot MSCS. Prednost: isti VLR za oba sistema.

Isti SGSN lahko krmili RNC in BSC (Gb protokol prek IP). Prenost: ista RA.

Naslednji korak: BSC povezan na MGW. Prvo z A protokolom (TRAU v BSC), nato z Ater (TRAU v MGW).

Sedaj so ATM in PDH povezave med omrežnimi elementi, IP samo med GSN vozlišči. Prihaja IP, tudi do baznih postaj (IuB protokol).

## 10 Inteligentna omrežja v mobilnih omrežjih

IN: Intelligent Network

Kako ločiti dodatne storitve od osnovnih storitev? Možno z uvedbo signalizacije številka 7 (SS7 INAP: Intelligent Network Appl. Part).

Ločimo krmiljenje in preklapljanje storitev, ki so realizirani v različnih elementih omrežja (napravah, centralah). Vse klasične centrale imajo standardiziran vmesnik. Nove storitve dodajamo samo na enem mestu – lahko imamo več central za krmiljenje, vsako za svoje storitve.

V GSM in v UMTS ima vsak uporabnik v HLR podatke o storitvah, ki so mu na voljo. MSC proži IN storitve, če imata klicani ali kličoči ustrezno



oznako.

Stara tehnologija, samo za klasične govorne storitve. Že SMS so predstavljali težavo, še huje je s paketnim prenosom. Prihaja nekaj standardiziranih protokolov (na primer IMS), ki naj bi omogočali podobno funkcionalnost za večpredstavnost v omrežjih nove generacije.

### **10.1 SSF (Service Switching Function) ali funkcija preklapljanja storitev**

V omrežju, ki podpira IN, imajo vse centrale SSF vmesnik med običajnimi funkcijami MSC/VLR ter funkcijami, ki nadzorujejo IN storitve. Vozlišče s SSF se imenuje SSP (Service Switching Point) oziroma točka preklapljanja storitev. SSP opravlja potrebno spajanje, signalizacijo ter zaračunavanje IN storitev.

SSF skrbi za začetek IN storitve (trigger), krmiljenje in prespajanje klica, aktiviranje naprav (samodejni odzivnik) ter komunikacijo s SCF.

### **10.2 SCF (Service Control Function) ali funkcija krmiljenja storitev**

SCF je realiziran v SCP (Service Control Point) ali točki krmiljenja storitev. SCP ima logiko in podatke, potrebne za izvajanje IN storitev. SCP hrani ter izvaja IN skripte, skrbi za morebitne napake ter komunicira s SSF in SDF. SCF je povsem ločen od SSF. Komunicirata s SS7 s standardiziranimi sporočili.

### **10.3 SDF (Service Data Function)**

Za zahtevne IN storitve je včasih potrebna zunanja baza podatkov, ki je lahko integrirana v SCP, lahko je samostojen element omrežja. Za določene storitve, ki potrebujejo zunanje podatke (kreditne kartice itd.) ima SDF lahko povezave na druge podatkovne baze. Omrežni element s SDF se imenuje SDP.

### **10.4 SRF (Special Resource Function) ali funkcija specializiranih virov**

Določene IN storitve zahtevajo dialog med uporabnikom ter omrežjem. Primer: vnosi PIN (personal Identity Number) kodo. Naprave s SRF so označene kot IP (Intelligent Peripheral) oziroma inteligentni vmesniki.

## **10.5 SME (Service Management Environment) ali upravljanje s storitvami**

SME zagotavlja pravilno delovanje IM storitev. Omogoča inštalacijo in rokovanje z IN storitvami in njihovimi podatki.

## **10.6 SCE (Service Creation Environment)**

SCE uporabljamo za kreiranje logike in podatkov za IN storitve.

# **11 IN klic**

Za vsak IN klic je potek enak:

- MSC/VLR prepozna, da klic zahteva IN ter zanj aktivira SSF.
- SSF ugotovi, kateri SCF potrebuje ter pošlje potrebne podatke v ustrezen SCP ter zahteva navodila, kaj naj stori.
- SCP izvaja logiko storitve ter uporablja SDF v SDP, če je potrebno.
- SCP pošilja ukaze SSF za potek storitve.
- SSF izvaja storitev skupaj z MSC/VLR.

## **11.1 IN primeri**

### **11.1.1 Osebna številka**

Telefonska številka je dodeljena osebi in ne terminalu. Klici na osebno številko se preusmerjajo na ustrezen fiksni ali mobilni terminal, lahko tudi istočasno. Seznam se lahko spreminja odvisno od časa (vikend, dopoldne).

### **11.1.2 Brezplačne številke 080**

Klicani plačuje za pogovore. Pri klicu na 090 plačuje klicoči višjo tarifo.

### **11.1.3 MVPN: Mobilno navidezno privatno omrežje**

Centrex na GSM/UMTS omrežju.

### **11.1.4 Televoting**

Glasovanje. Lahko tudi z vprašanji in odgovori.

### 11.1.5 Taxi

Enotna številka, izbira odvisna od lokacije terminala.

## 11.2 Sistem za sprotno zaračunavanje

Predplačilni uporabniki polnijo svoj račun ter z njega plačujejo. Storitve se lahko realizirajo tudi brez IN. Vsak klic se spremlja ter hkrati zaračunava ter tudi prekine, če ni pokritja.

Problem: gostovanje (roaming) in Pre-paid. Kako nadzorovati pogovore v tujih omrežjih?

Klic, ki ne poteka čez domače centrale, ni nadzorovan. Začasne rešitve:

- začasen prehod v redno naročniško razmerje (identiteta uporabnika, polog),
- omogočen je samo sprejem klicev (ki gredo čez GMSC),
- USSD ali SMS callback

## 11.3 CAMEL v IN mobilnih omrežjih

Customized Application for Mobile Enhanced Logic je standard za inteligentna omrežja v GSM/UMTS. Omogoča IN storitve v tujih omrežjih. SCP in SSP sta lahko v različnih omrežjih. Osnova je modificirani INAP protokol. Razvoj v fazah: sedaj deluje CAMEL 2, uvaja se CAMEL 3, ki omogoča gostovanje GPRS predplačniških uporabnikov.

## 12 Kaj prihaja

IN je samo za klasične govorne storitve: z IMS nadomestimo IN za večpredstavnost. Podobno kot pri IN, tudi tu predvsem za fiksno telefonijo.

Višje hitrosti na radiu: EDGE+ do 1 Mbit/sec, HSPA 28 Mbit/sec DL in 5 Mbit/sec UL.

LTE na 800 MHz in LTE-A do 1 Gbit/sec na celico

Pokrivanje doma: M:stik (SIP mimo RAN), piko in femto celice