

# GSM A JINÉ MOBILNÍ SÍTĚ

KIV / MKZ

L. Pešička

Verze pro rok 2017

# MOBILNÍ KOMUNIKACE

- ◉ Hlasová
- ◉ SMS zprávy
- ◉ Datové přenosy
  - Web, webové služby
  - IM (WhatsApp, FB messenger) včetně notifikace
  - E-mail (posledních 50 zpráv, hlavičky)
- ◉ Tarifikace
  - FUP x platba za den
  - dříve: mail, http paušál vs. ostatní per data

# VÝVOJ

⊙ GSM -> UMTS -> LTE -> LTE Advanced

## hlasové přenosy LTE:

⊙ CS Fallback (circuit switch fallback)

- přesměruje hovor do 2G/3G sítě

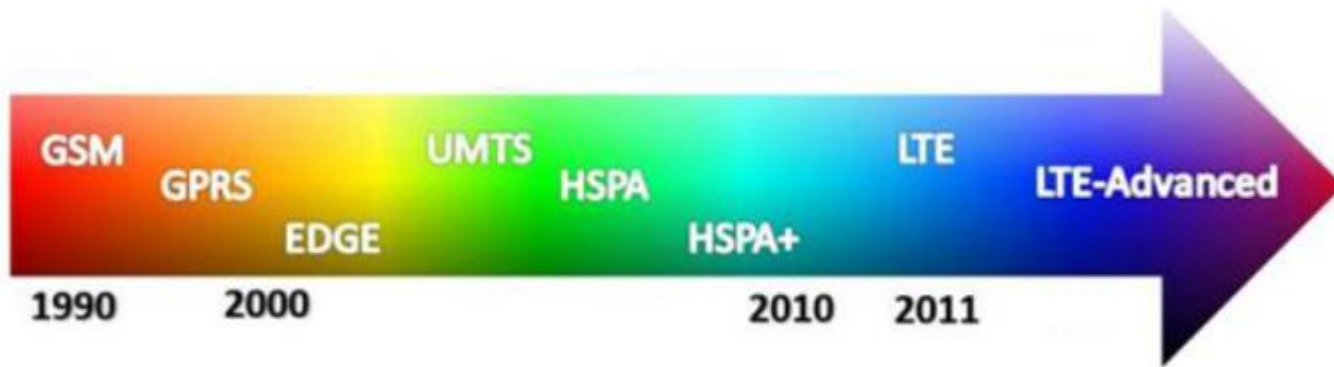
⊙ VoLTE (Voice over LTE)

- přenos hlasu v LTE síti („VoIP“)

## datové přenosy:

⊙ GPRS - EDGE - UMTS - HSDPA/HSUPA - LTE

# VÝVOJ - ČASOVÁ OSA



Zdroj obrázku:

<http://www.svetandroida.cz/lte-internet-201412>

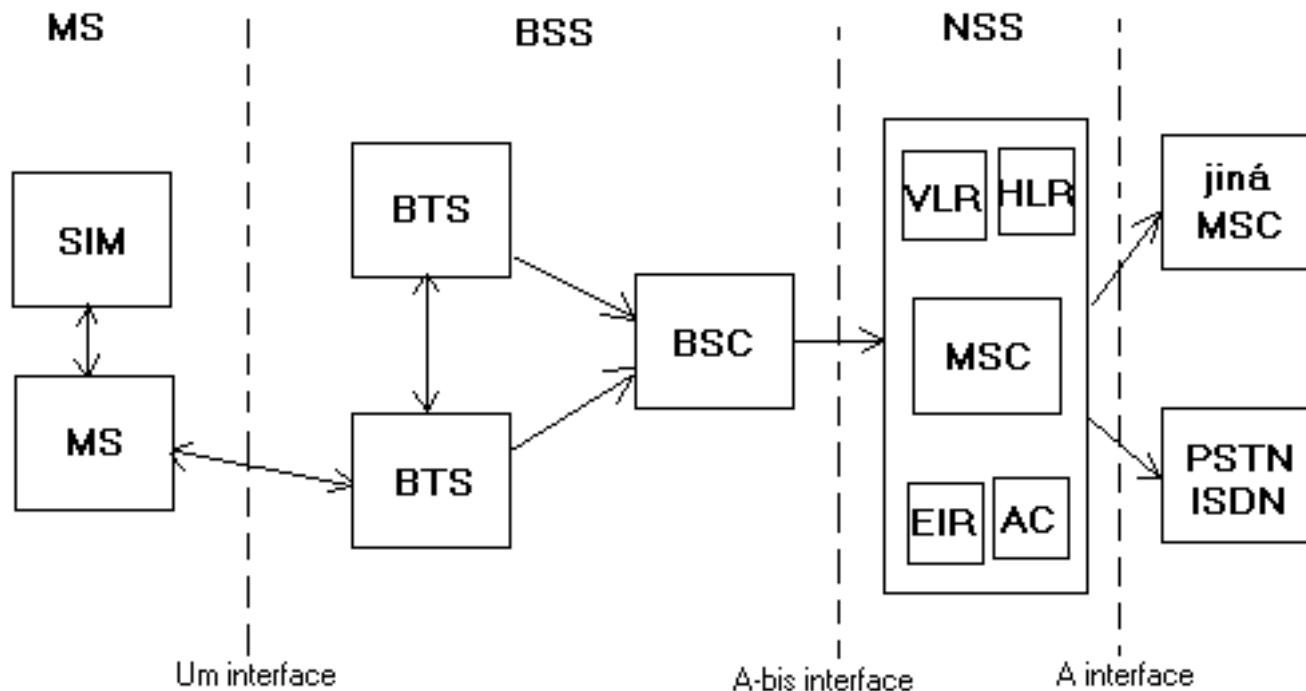
# VÝVOJ - ŠÍRKA PÁSMO

- ◉ GSM kanály: 200kHz
- ◉ UMTS: 5MHz
- ◉ LTE: variabilita
  - 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz

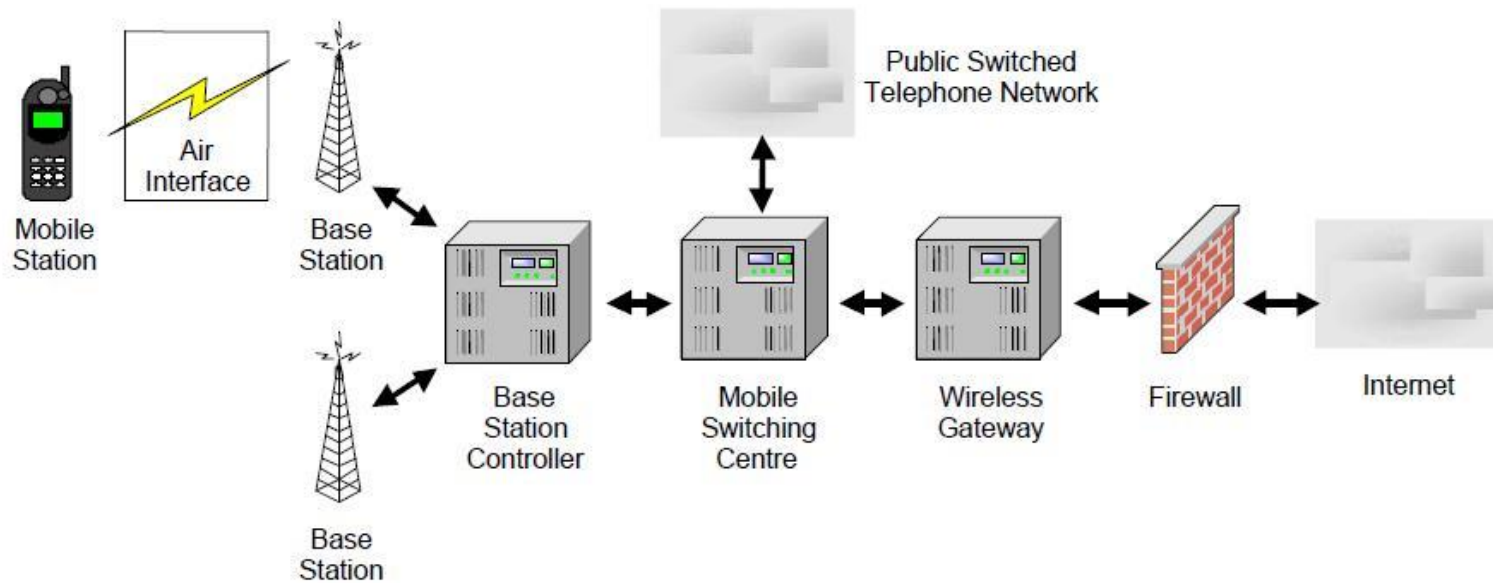
Analogie se šířkou silnice  
„kolik informace daným kanálem protlačíme“  
Záleží i na efektivitě využití

# ARCHITEKTURA GSM SÍTĚ

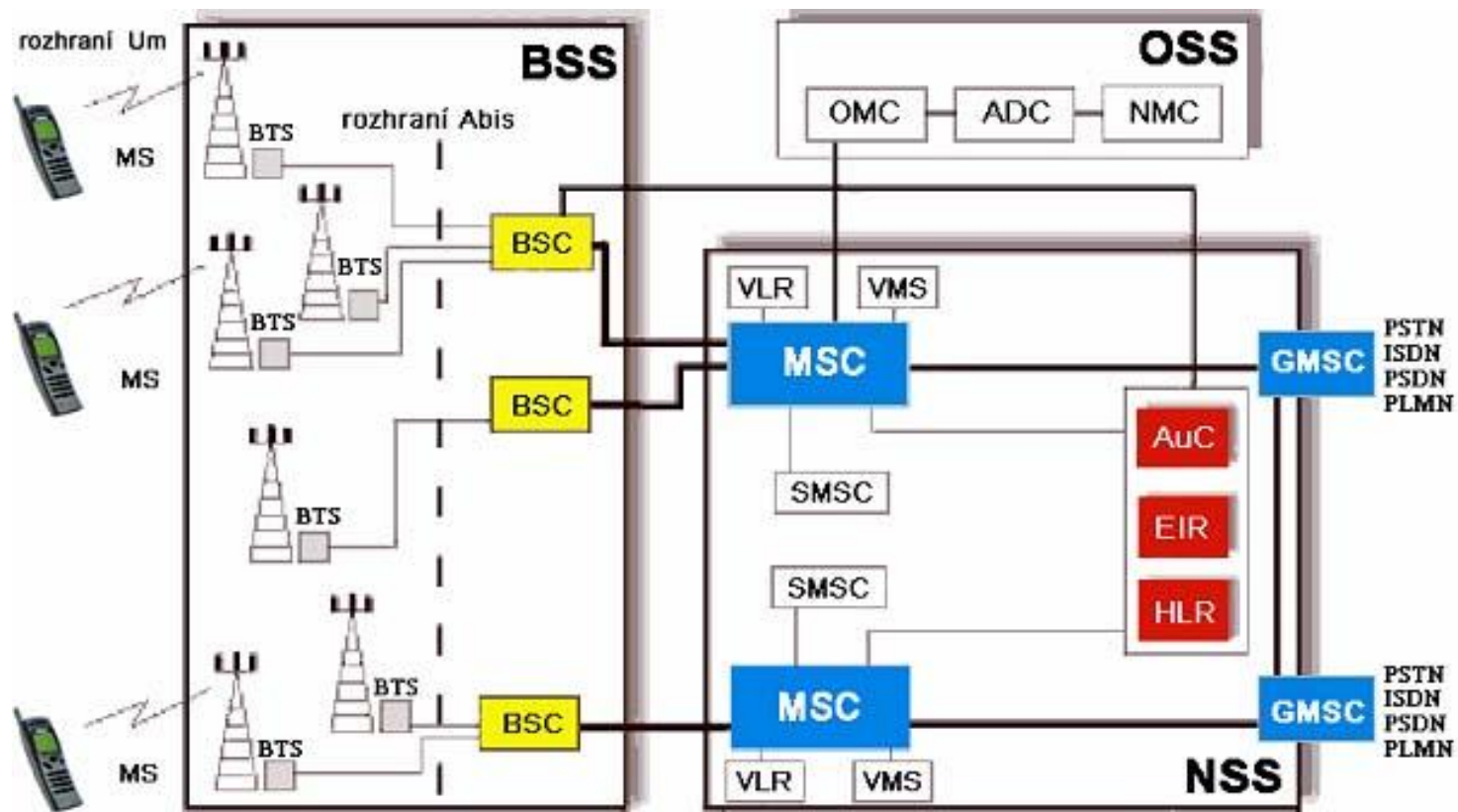
- ◉ Mobilní stanice (MS)
- ◉ Subsystem základnových stanic (BSS)
- ◉ Síťový a spínací subsystém (NSS)



# GSM SÍT



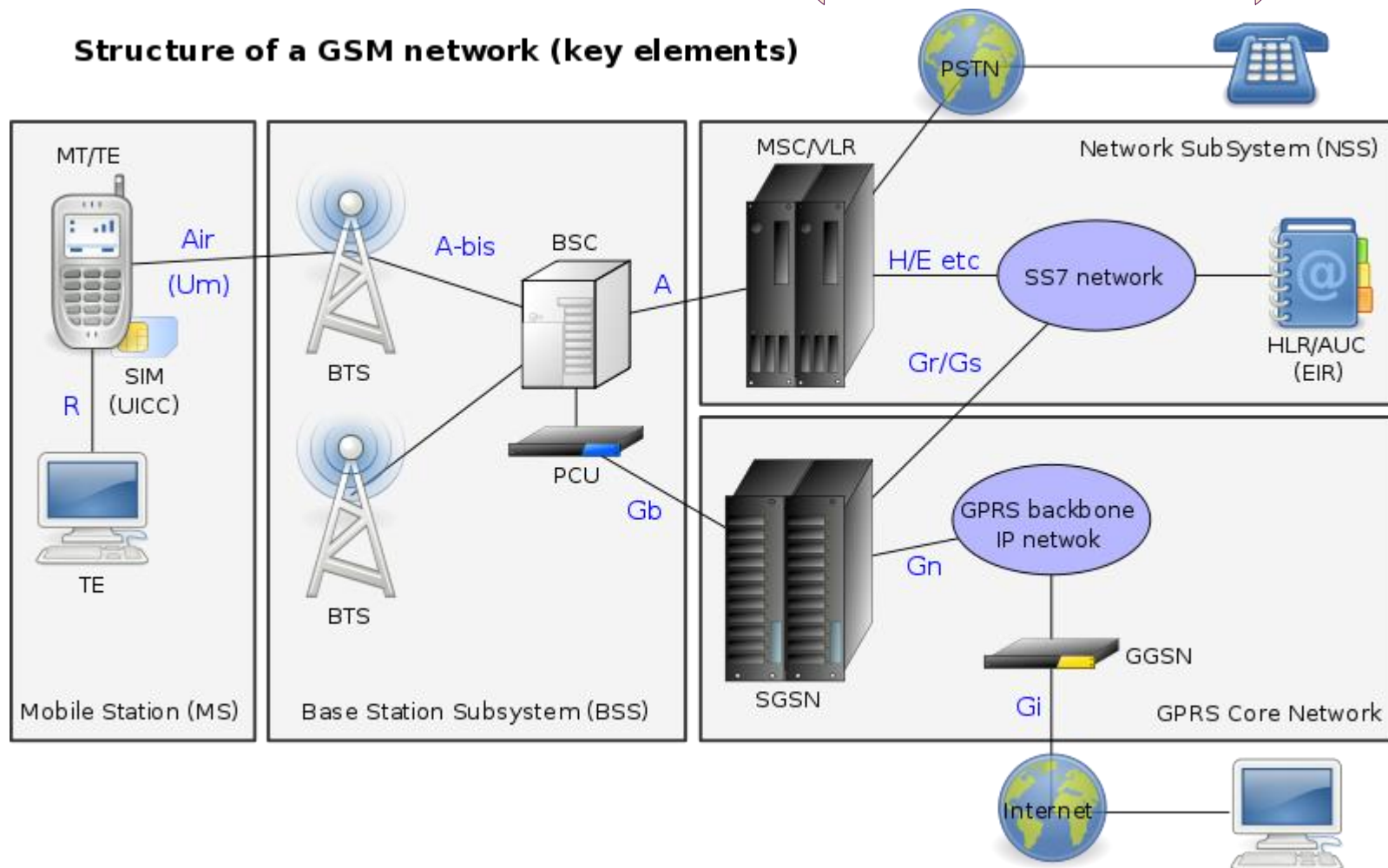
# GSM SÍŤ





# GSM VČETNĚ DAT (WIKIPEDIA)

## Structure of a GSM network (key elements)



# MOBILNÍ STANICE

- ◉ Fullduplexní transciever, displej, digitální signálový procesor (DSP), SIM karta
- ◉ zařízení GSM Class 4 .. výkon až 2W (mění se dle potřeby)
- ◉ SIM karta
  - Info o uživateli, telefonní seznam, uložené zprávy
  - Identifikační PIN, odblokovací PUK
  - **IMSI** (International Mobile Subscriber Identity)
- ◉ Mobilní telefon
  - **IMEI** (International Mobile Equipment Identity)
  - **\*#06#**
  - Lze použít pro blacklisty, bohužel lze obvykle změnit

# IMSI

## ◉ IMSI identifikuje uživatele

- Číslo přidělené SIM kartě
- Co nejméně jde sítí, nahrazeno generovaným TMSI
- 15 číslic
  - 3 kód země (MCC, ČR má 230)
  - 2 (3) kód operátora (MNC)
  - Zbytek - číslo zákazníka (MSIN) v rámci sítě mob.op. (první dvojčíslí HLR)

Př.: kód operátora MNC

01 T-Mobile

02 O2

03 Vodafone

230**01**1234567890 T-Mobile

230**02**0987654321 O2

230**03**1029384756 Vodafone

# VIRTUÁLNÍ OPERÁTOŘI

- ◉ Obvykle mají vlastní kód mobilní sítě (MNC), vlastní SIM karty, vlastní roamingové smlouvy apod.
- ◉ Ale mohou být i „marketinkové projekty“ se stejným kódem mobilní sítě jako hostitelský operátor

# VIRTUÁLNÍ OPERÁTOŘI - ROZDÍL

- ◉ Mobile Network Operator (MNO)
  - O2, T-Mobile, Vodafone
  - Vlastní licenci, infrastrukturu, přímý vztah s koncovým zákazníkem (smlouvy, faktury)
  
- ◉ Mobile Virtual Network Operator (MVNO)
  - Nevlastní licenci
  - Nemá infrastrukturu
  - Má přímý vztah s koncovým zákazníkem

# IMEI \*#06#

- ◉ Identifikuje mobilní zařízení (telefon)
- ◉ 15ti místné číslo
  - 6: TAC (Type Approval Code)
  - 2: FAC (Final Assembly Code) - kód výrobce
  - 6: SNR (Serial Number) - sériové číslo telefonu
  - 1: SPR (Spare) - záloha 😊
- ◉ Původ + model + sériové číslo
- ◉ IMEI 15
- ◉ IMEISV 16

Pamatovat si - rozdíl mezi IMEI a IMSI a co vyjadřují

# MSISDN (TELEFONNÍ ČÍSLO)

- ◉ *Mobile Station International Subscriber Directory Number*
- ◉ Telefonní číslo účastníka  
+420 603 123 456 .. MSISDN je bez +
- ◉ Struktura:
  - CC .. Country Code (420 ČR)
  - NDC .. National Destination Code (např. 603)
  - SN .. Subscriber Number
- ◉ Mezinárodní formát x národní formát
  - +420 603 123 456 x 603 123 456
  - Proč je vhodné ukládat v mezin. formátu?

# SIM KARTA



## ◉ Mikropočítač

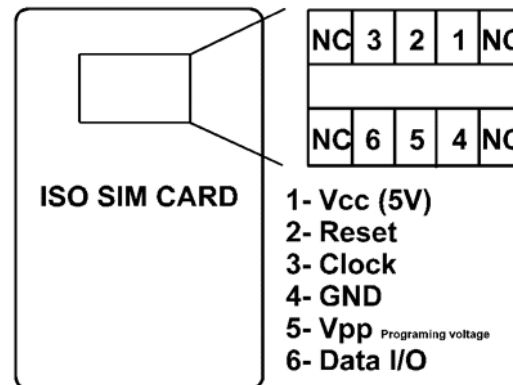
- provádí operace nad daty v SIM uloženými
- CPU, RAM, ROM
- OS: Native nebo JavaCard

## ◉ Obsahuje mj. Authentication key (Ki) !!!

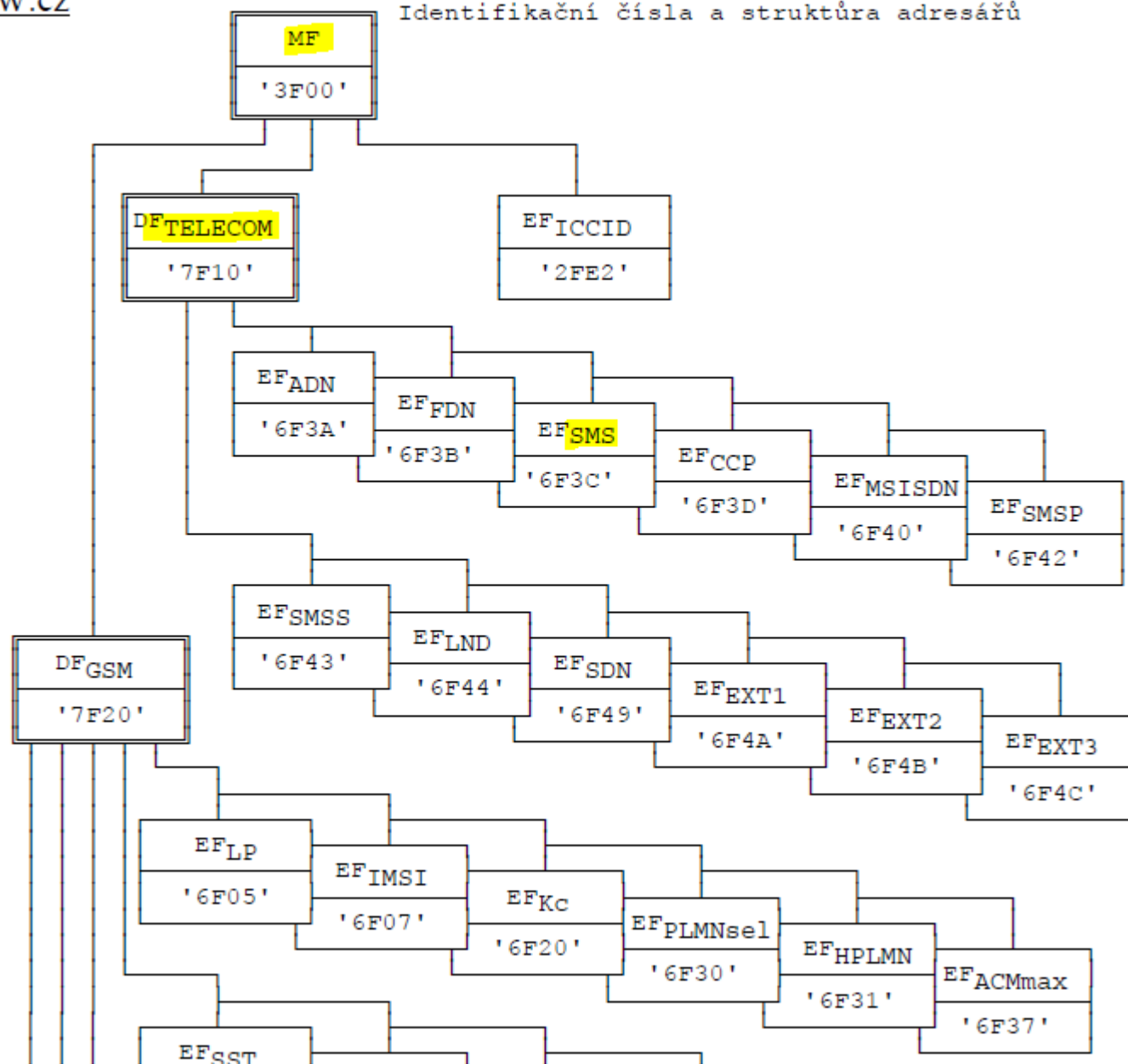
- 128 bit pro autentikaci v síti
- Každá SIM má unikátní
- Klíč je také uložen v AuC (Authentication Center) u mobilního operátora
- Klíč nevydává přes svůj I/O interface, poskytuje funkci: „vykonej algoritmus s využitím Ki nad daty“



# SIM KARTA



- ◉ Sériová komunikace
- ◉ Informace ukládány do speciálních souborů v adresářích
- ◉ Soubory chráněny „úrovní zabezpečení“
- ◉ Úrovně zabezpečení - v kartě předem naprogramovány, nedají se měnit
- ◉ **MF** (main file), **DF** (dedicated file), **EF** (elementary file) - uložení dat (SMS, čísla)
- ◉ SMS: **MF** - **DF**TELECOM - **EF**SMS
- ◉ Ukázka struktury viz:  
struktura\_adresaru\_simcard.pdf



# PŘIPOJENÍ DO SÍTĚ

- ◉ zapnutí => mobil žádá přístup do sítě
- ◉ pošle své číslo SIMky: IMSI  
(dále přiděleno dočasné TMSI = temporary)
- ◉ ověření totožnosti
  - HLR vygeneruje náhodné číslo RND
  - **A3**(Ki, RND) = SRAND odezva na náhodné číslo
  - náhodné číslo RND přeposláno mobilní stanici
  - v SIM je také Ki, provede to samé A3(Ki, RND)
  - zpět do VLR, porovnáno => povolení přístupu

# ALGORITMY

A3 .. autentikační algoritmus

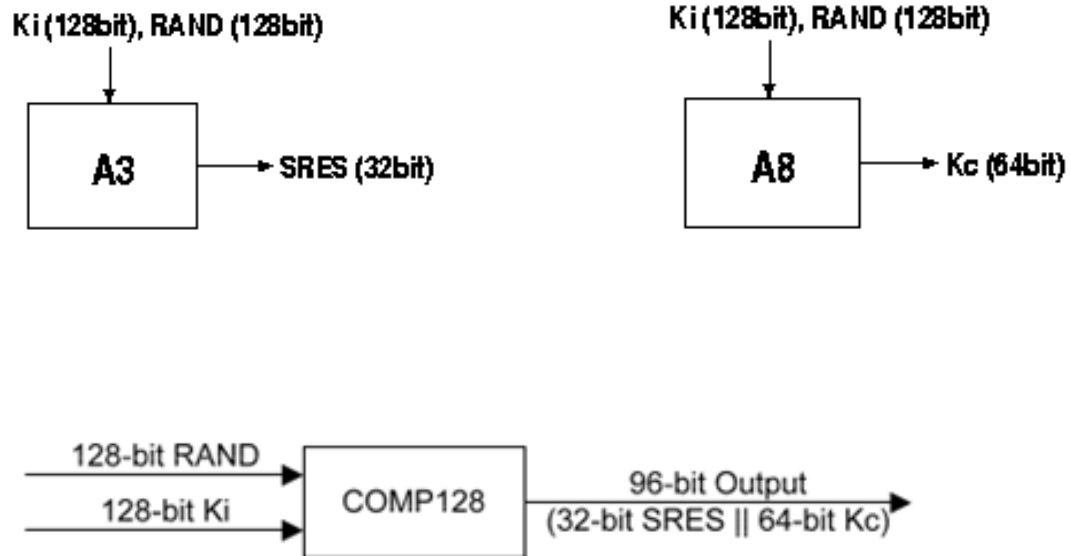
A5 .. kryptovací algoritmus v GSM  
tím je kryptovaný hovor mezi mobilem a  
BTskou, používá klíč Kc

A5/1 Evropa, USA (silnější)

A5/2 jinde (o něco slabší)

A8 .. algoritmus pro vygenerování šifrovacího  
klíče Kc, který používá potom A5

# POUŽITÍ ALGORITMŮ



# BEZPEČNOST

- ◉ frekvence změny  $K_c$  (až několik týdnů)
- ◉ získání klíče  $K_i$  ze SIM karty
  - nelze číst
  - po cca 150 000 vhodných dotazech lze určit
  - ochrana: limit pro počet přístupů na SIM

# SYSTÉM ZÁKLADNOVÝCH STANIC (BSS)

- ◉ Základnové stanice (**BTS** - Base Transceiver Stat.)
- ◉ Základnová řídící jednotka (**BSC** - Base Station Controller)
- ◉ BSS řídí jednu nebo **více** BTS stanic (12-30)
- ◉ BSS zajišťuje přidělování radiových kanálů i dynamické přidělování kanálů během komunikace a předávání hovorů mezi BTS při pohybu stanice
- ◉ BSC spojení mezi MS a MSC
- ◉ Převádí 13kbps hlasový kanál do 64kbps (PSTN, ISDN)

# BTS

- ◉ Transciever (TRX)

- Vysílání a příjem signálů
- až 16 směrových modulů, reálně: 1 - 4

- ◉ Power Amplifier (PA)

- Zesilovač

- ◉ Combiner

- Více signálů stejnou anténou, šetří jejich počet

- ◉ Duplexer

- Oddělení vysílaného a přijímaného signálu
- Stejný kabel k anténě

- ◉ Anténní systém





# BTS

- ⊙ Alarm extension system
  - Sbírá různé alarmy (hlášení o stavu) různých jednotek BTS a posílá je monitorovacímu centru
- ⊙ Control function
  - Správa sw, konfigurací, upgrady,...
- ⊙ Baseband receiver unit
  - Frequency hopping, signal DSP

# BTS

- ⊙ spojení s BSC
  - radioreléové spoje
  - optika, metalický kabel
- ⊙ výkon: 2.5W až 320W

# BTS - DALŠÍ

## ◉ Diverzita

- 900MHz .. Délka vlny 30cm  
(<http://vlnova-delka.wikina.cz/> )
- nerovnoměrná intenzita v místě příjmu
- Pomůže „odskok“ fyzická poloha o kus vedle
- Řešení - např. dvě antény na BTS pro příjem

## ◉ Splitting

- Pokrytí území x kapacita (počet souběž.hovorů)
- Max. 35 km - neobydlený terén
- Město - snížení výkonu (znovupoužitelnost frekvencí) a pokrytí území pro obsluhu většího počtu účastníků

# BTS - DALŠÍ

## ◉ Sektorizace

- Většinou se nepoužívají všesměrové antény (omni directional)
- Soustředění výkonu do určité oblasti (sektorizace) - redukce interferencí
- Např. 3 sektory po 120 stupních

Součástí BTSky kromě GSM antén  
antény pro mikrovlnné spojení s BSC,  
event. pronájem stožáru dalším subjektům  
(cena dle polohy, výšky na stožáru)

Maskování antén v terénu - na střechách,  
vzhled strom, několik falešných domků, ...



Který strom je anténa?



# UKÁZKY ANTÉN



3.12. Sektorové antény



3.13. Směrové paraboly



3.14. Kontejner s elektronikou u BTS



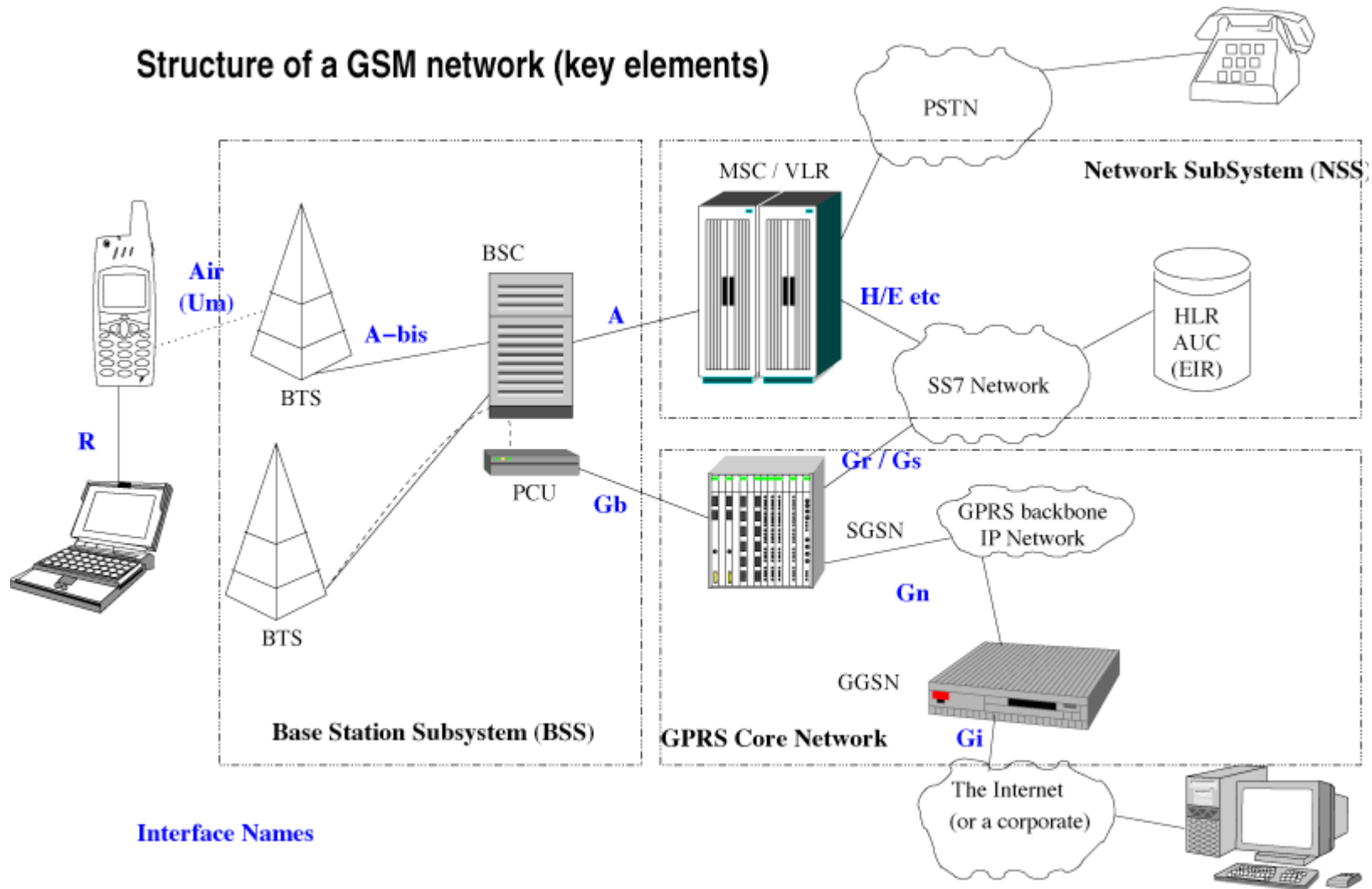
# BSC - BASE STATION CONTROLLER

- ◉ Např. desítky BTS pod svou správou
- ◉ Alokace radiových kanálů
- ◉ Řízení handoveru BTS to BTS  
(předávání mobilu při hovoru mezi BTSkami)
- ◉ Koncentrátor spojení od BTS k MSC

## Transcoder

- ◉ Překódování hlasového kanálu mezi GSM a klasickou telefonní sítí (13kbps - 64kbps)

## Structure of a GSM network (key elements)



Interface Names



# SÍŤOVÝ PODSYSTÉM (NSS)

- ◉ **Mobilní spínací ústředna (MSC)**  
funkce telefonní ústředny - sestavuje spojení  
registrace v síti, ověřování, lokalizace polohy,  
směrování hovorů, roaming, spojení s pevnou sítí
- ◉ **HLR (Home Location Register)**  
domovská databáze o účastnících sítě  
info o předplacených službách
- ◉ **VLR (Visitors Location Register)**  
vybrané info z HLR, mobily nacházející se  
v oblasti spravované MSC

# SÍŤOVÝ PODSYSTÉM (NSS)

- ◉ **EIR (Equipment Identity Register)**  
registr mobilních stanic  
seznam všech platných mobilních telefonů
- ◉ **Autentifikační centrum (Auc)**  
chráněná databáze  
kopie tajných klíčů, uložených na SIM a  
které se používají při přihlášení do sítě  
ověřuje totožnost účastníka  
bývá součástí HLR  
vyhledává se na základě IMSI

# HLR - HOME LOCATION REGISTER

Centrální databáze, informace o uživateli

Údaje centralizovány vždy pouze v jednom HLR daného operátora

Operátor může mít více HLR fyzicky rozmístěných po celé republice (části, záloha)

- ◉ IMSI (číslo SIMky)
- ◉ MSISDN (telefonní číslo)
- ◉ GSM služby dostupné uživateli (předplacené)
- ◉ Aktuální polohu uživatele (tj. v jakém VLR se nachází)!!!
- ◉ Přesměrování hovoru
- ◉ GPRS (datové) nastavení

# VLR - VISITOR LOCATION REGISTER

S každou ústřednou (MSC) je spjat **VLR**

Obsahuje **dočasně** data o daném uživateli, když se **nachází v místě pokrytí** dané ústředny

VLR na základě **IMSI** generuje dočasné **TMSI** a zároveň přidá LACI - oblast výskytu účastníka

Přejde-li jinam, data v daném VLR se zruší

Informace o uživateli si vyžádá z domovského **HLR**

V jednu chvíli data o uživateli v **HLR** a právě jednom **VLR**

# EIR - EQUIPMENT IDENTITY REGISTER

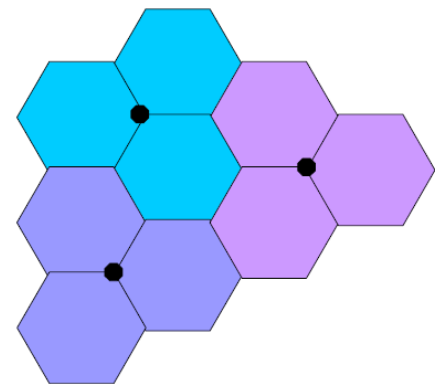
- ◉ Seznam mobilních telefonů (IMEI)
- ◉ 3 databáze
  - White list - známá a platná IMEI čísla
  - Black list - zakázané, ukradené telefony
  - Gray list - potřeba sledování (nové telefony,..)

# OSS - OPERAČNÍ A PODPŮRNÝ SUBSYSTÉM

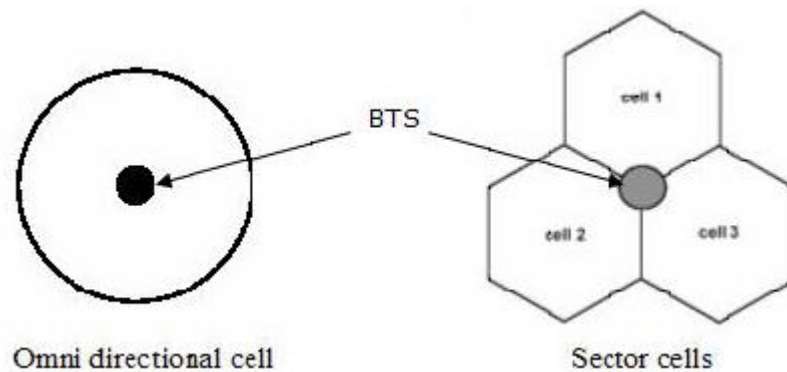
- ◉ Provozní a servisní centrum OMC
  - Operations and Maintenance Centre
  - Řídí chod ostatních subsystémů (BSS,NSS) - MSC, BSC, BTS
- ◉ Centrum managementu sítě NMC
  - Správa mobilních stanic (monitoring)
  - Řízení toku informací v síti
- ◉ Administrativní centrum ADC
  - Správa účastníků  
tarifikace, registrace (aktivace)  
placení účtů

# PRINCIP FUNGOVÁNÍ GSM SÍTĚ

- ◉ Rozdělení oblasti na buňky (cell)
- ◉ **Buňka** - přidělené určité kanály z určitého rozsahu
- ◉ Svazek buněk, více svazků - pokrytí státu..
- ◉ Interference - frekvence se ve svazku nesmí opakovat, lze až po určité vzdálenosti ( $5R$ )
- ◉ Efektivně hospodařit s přidělenými frekvencemi



# VŠESMĚROVÉ VS. SMĚROVÉ VYSÍLÁNÍ





# GSM FREKVENCE

## ◉ GSM 900

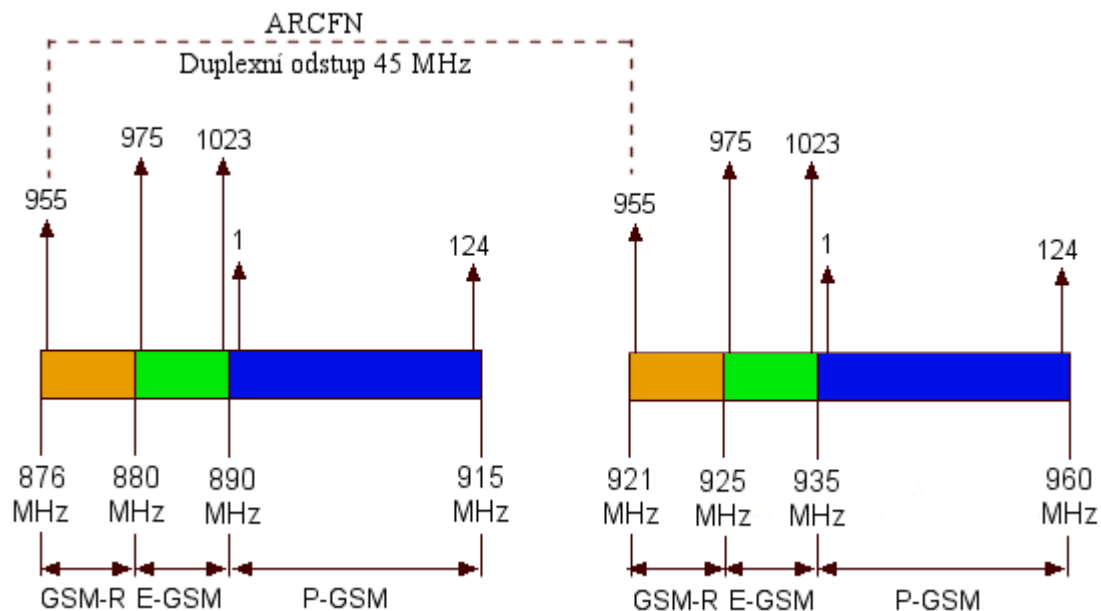
- 890MHz-915MHz **uplink** (od mobilu k BTS)
- 935MHz-960MHz **downlink** (od BTS k mobilu)
- Rozsah 25MHz
  - 125 kanálů po 200kHz
  - Kanál 0 oddělovací, lze využít 124 kanálů

## ◉ GSM 1800 (DCS)

- 1710MHz-1785MHz **uplink**
- 1805MHz-1880MHz **downlink**
- Kapacita 375 kanálů

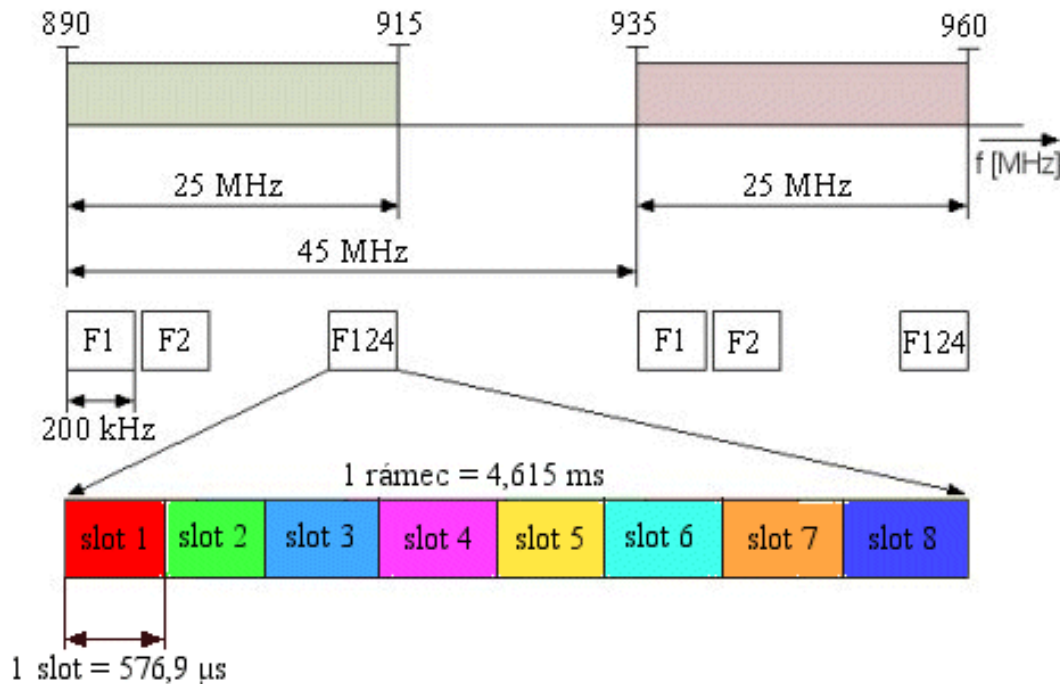
# GSM

P-GSM	Primary GSM
E-GSM	Extended GSM
R-GSM	Railway GSM (železnice)



zdroj: <http://tomas.richtr.cz/mobil/gsm-radio.htm>

# GSM



zdroj: <http://tomas.richtr.cz/mobil/gsm-radio.htm>

25MHz pro  
uplink  
a párově  
25MHz pro  
downlink

rozděleno do  
**125 (124)**  
kanálů po  
**200kHz**  
= frekvenční  
multiplex

kanál na **8**  
timeslotů  
= časový  
multiplex

## Rozdělení kanálů na 900MHz (ilustračně)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124						

Oskar
T-Mobile
Eurotel
Nové Oskar

## Kanály 1800MHz

- řeší kapacitní problémy z 900MHz
- více kanálů - snažší plánování
- horší šíření
- horší průniky do budov

# GSM - USA

frekvenční pásma:

- ⦿ 850MHz
- ⦿ 1900MHz (1850-1910/1930-1990 MHz)

v době zavádění GSM obsazené „evropské“  
frekvence

cestování:

triband / quadband telephony

(pozn. pozor i na pásma LTE)

nabíječky 110/230V

rozdělení frekvenčních pásem:

[https://en.wikipedia.org/wiki/GSM\\_frequency\\_bands](https://en.wikipedia.org/wiki/GSM_frequency_bands)

# TIMESLOT

TDMA (Time Division Multiple Access)  
na každém radiovém kanálu

8 časových slotů (timeslot)

1 slot - 1 uživatelský kanál

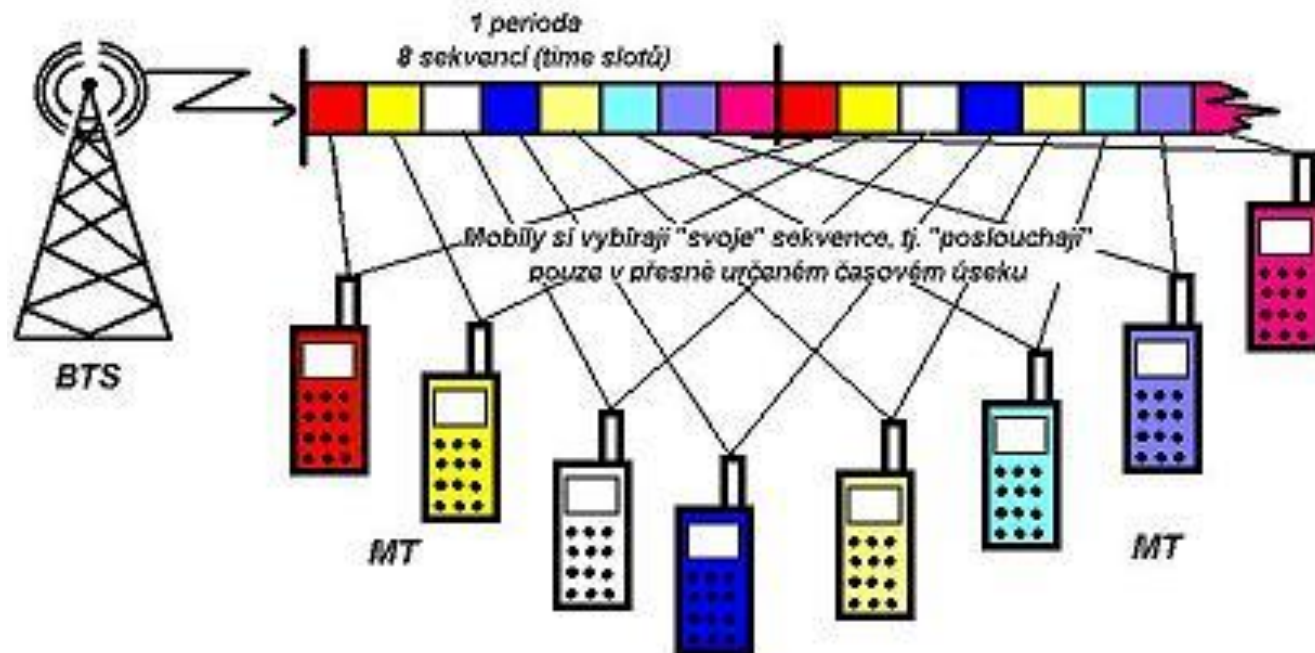
- ◉ Každý frekvenční kanál - 8 timeslotů
- ◉ Každý timeslot 576.9 mikrosekund
- ◉ 8 timeslotů - jeden TDMA rámec  
(time division multiple access)
- ◉ Jednotlivé kanály odstup 200kHz  
frekvenční multiplex (FDMA)  
=>GSM kombinovaný multiplex

# PRINCIP KOMUNIKACE

- ◉ Telefon vezme z analogového hovoru určitý časový úsek
- ◉ Digitalizace, komprimace  
Kompresní poměr doba hovoru x doba nutná pro přenos informace a servisních dat 1:8
- ◉ Data odvysílá telefon BTSce v určitém časovém úseku (time slotu)
- ◉ Vysílá a přijímá v právě daném timeslotu, ostatní “ignoruje”

# PRINCIP KOMUNIKACE

*Princip využití 1 kanálu více uživateli v síti GSM*



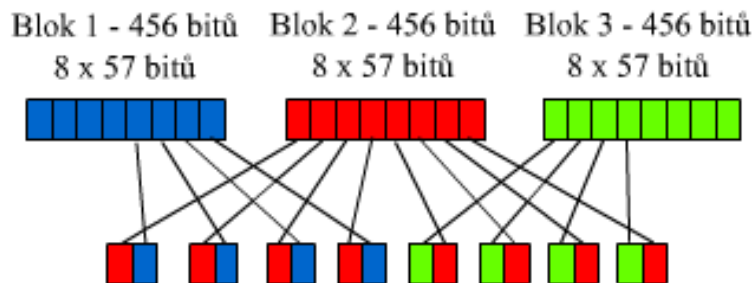


# DALŠÍ PODROBNOSTI

- ◉ kódování full rate (FR), př. EFR (enhanced FR)
  - 8 kanálů na jedné frekvenci
  - $8 * 124 = 992$  duplexních kanálů (GSM 900)
  - $8 * 375 = 3000$  (GSM 1800)
- ◉ kódování half rate (HR)
  - až 16 kanálů na 1 frekvenci
- ◉ digitalizovaný hovor      13 kbps
- ◉ přidání ochr. bitů      22.8kbps
- ◉ ekvalizace - tréninková posloupnost (známá posloupnost bitů) -> přijímač nastaví vhodně filtr, aby upravit poškozený signál

# ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLU

- ◉ časový segment 20ms
- ◉ převod na rámce 260 bitů (13kbps)
- ◉ ... zpracování ...
- ◉ rámec 456 bitů, 20ms, 22.8kbps
- ◉ vadí rušivý shluk chyb (=>na rozptýlené chyby)  
=> prokládání (interleaving)



zdroj:  
<http://tomas.richtr.cz/mobil/gsm-prok.htm>

# FREKVENČNÍ SKOKY

- ◉ jeden kanál nemá pořád stejnou frekvenci
- ◉ přeskakuje mezi více nosnými
- ◉ pomalé frekvenční skoky  
SFH (slow frequency hopping)
- ◉ každý TDMA rámec na různé nosné frekvenci
- ◉ info o přeskokách na BCCH (broadcast control channel)
- ◉ <http://gsmbasics.awardspace.info/hop.htm>  
<http://dhananjaychaubey.weebly.com/frequency-hopping.html>

# MOBILNÍ STANICE

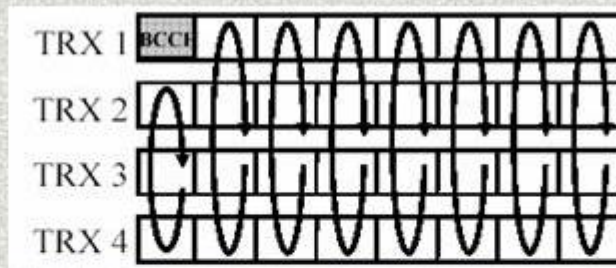
sleduje neustále kvalitu rádiových signálů:

- ⊙ intenzita signálu
- ⊙ chybovost signálu (BER)
- ⊙ až 6 BTSek

touto informací pomáhá BSC/MSC rozhodnout o handoveru

# FREKVENČNÍ PŘESKOKY

## Base Band Hopping (BBH)

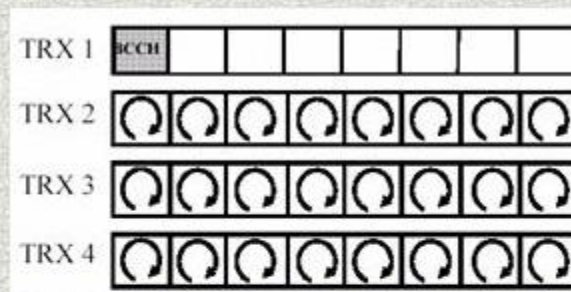


### Base band hopping

In this type of hopping, only frequencies used by the TRXs can be allocated to the FHS (Frequency Hopping Sequence). The BCCH supporting Time Slot cannot hop. TS 0 of the BCCH TRX is always transmitting on the BCCH frequency. Other timeslots can use other frequencies unless the BCCH frequency is transmitted by any other TRX at the same time.

# FREKVENČNÍ PŘESKOKY

## Synthesized Frequency Hopping (SFH)



## Synthesized Frequency Hopping

In SFH each frame unit is connected to one carrier unit. Hopping is performed by changing the carrier unit by changing a synthesizer. As the communication is not hopping between the carrier units but the carrier unit frequency itself is hopping. So many frequencies can be used as hopping frequencies. In SFH, **TRX returns in every time slot to a different frequency**. Thus the TCH remains on the same TRX but the frequencies of that TCH hops.



# FREKVENČNÍ PŘESKOKY

GSM - pomalé frekvenční přeskoky

Změna frekvence **217x** za sekundu

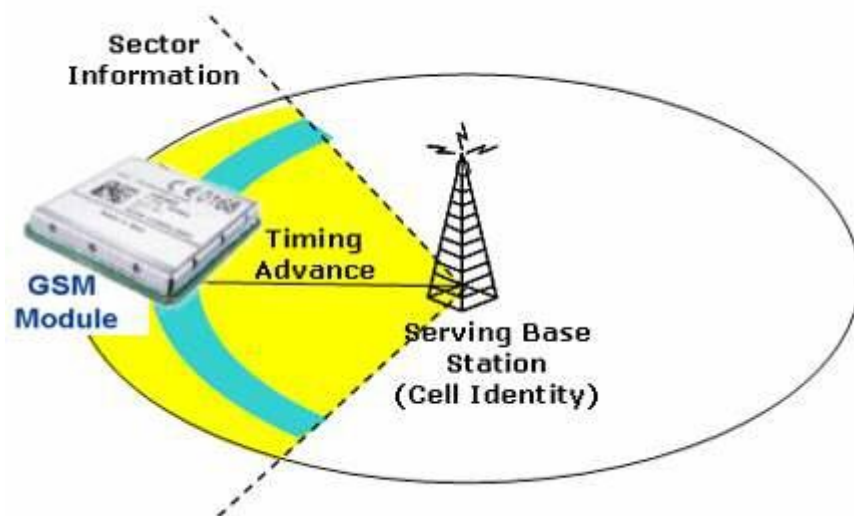
Neaplikuje se na 1. kanál přidělený buňce, v jeho prvním timeslotu je základní synchronizační kanál BCCH

# GSM TA - TIME ADVANCE

- ◉ Každý timeslot musí být vysílán ve správném časovém okamžiku (nerušit ostatní timesloty)
- ◉ Navázání spojení - stanice vyšle synchronizační S burst - zjistí se časová prodleva TA (time advance)
- ◉ TA udává, jakou dráhu musí vykonat signál
- ◉ Omezena vzdálenost na cca 35km
- ◉ TA v servisním menu, 0 až 63
- ◉ Vynásobíme 547m - vzdálenost k BTS, s kterou komunikujeme



# TA - VYUŽITÍ PRO LOKALIZACI



Buňka má svoje CellID - jedinečné v rámci LA (location area), tj. můžeme určit pozici základnové stanice, operátor ji zná s přesností cca 30 metrů (?)

Můžeme určit sektor (směr pokrytí dané antény)

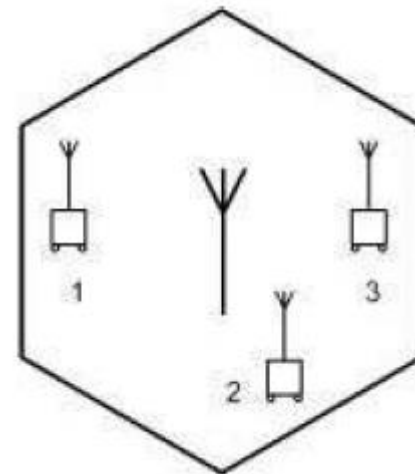
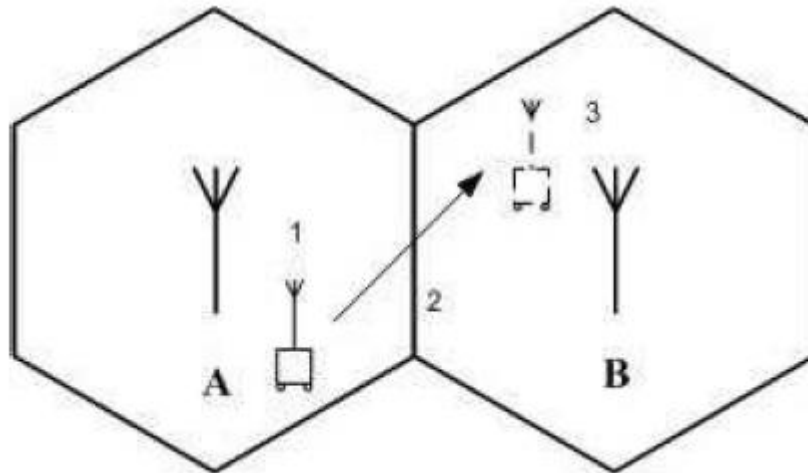
TA - kruhová výseč s přesností 550m

# GSM HANDOVER

- ◉ Handover řízený za spoluúčasti mobilní stanice (MAHO - Mobile Assisted HandOver) - GSM
- ◉ MS měří intenzitu signálů ostatních BTS výsledky předává BSC
- ◉ BSC rozhodne o provedení handoveru

# HANDOVER

- ⊙ Mezibuňkový
  - Stejné nebo různé MSC
- ⊙ vnitrobuňkový



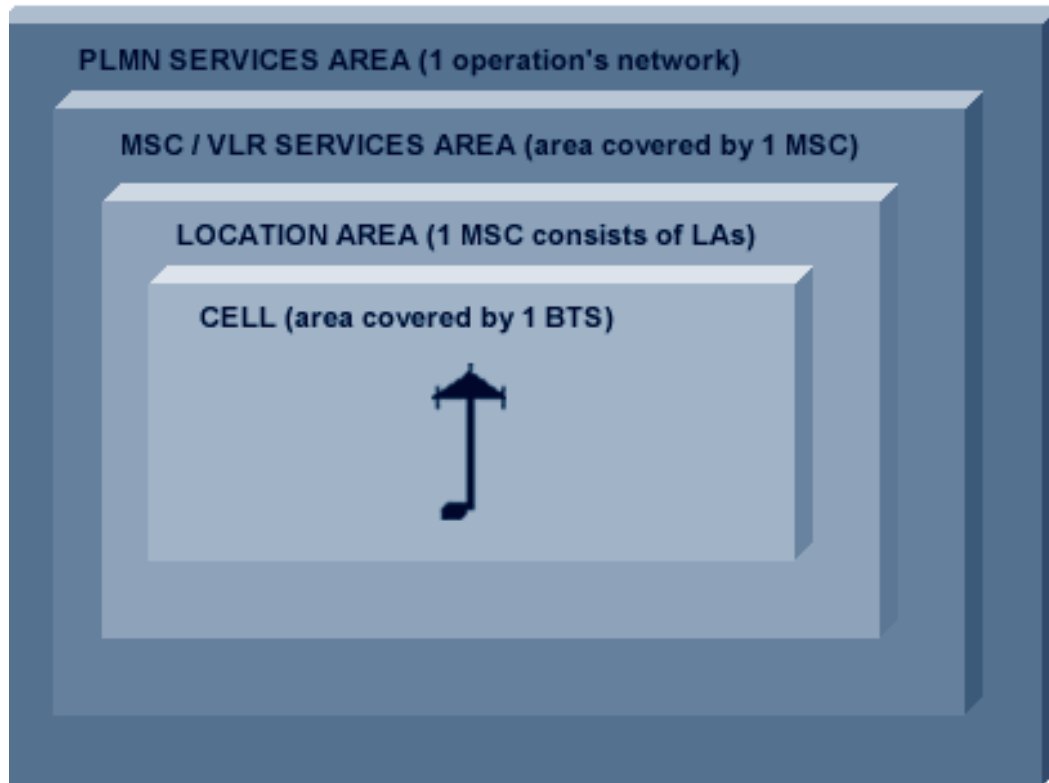
# HANDOVER OBECNĚ

- ◉ Řízený systémem
  - mobilní stanice neprovádí žádné měření
- ◉ Za spoluúčasti mobilní stanice - GSM
- ◉ Řízený mobilní stanicí
  
- ◉ Hard - GSM
  - Napřed odpojí od původního kanálu, pak nový
- ◉ Seamless (bezešvý)
  - Nejprve spojení na novém
- ◉ Soft
  - neustálé připojení ke dvěma kanálům

# LOCATION UPDATE

- ◉ GSM síť rozdělena do buněk (cells)
- ◉ Skupina buněk - location area (LA)
- ◉ Location area update
  - Vykoná se, pokud se mobil přestěhuje z buňky v jedné LA do buňky v jiné LA
  - Informuje síť o pozici telefonu

# VZTAH CELL, LOCATION AREA



Public land  
mobile  
network  
(PLMN)

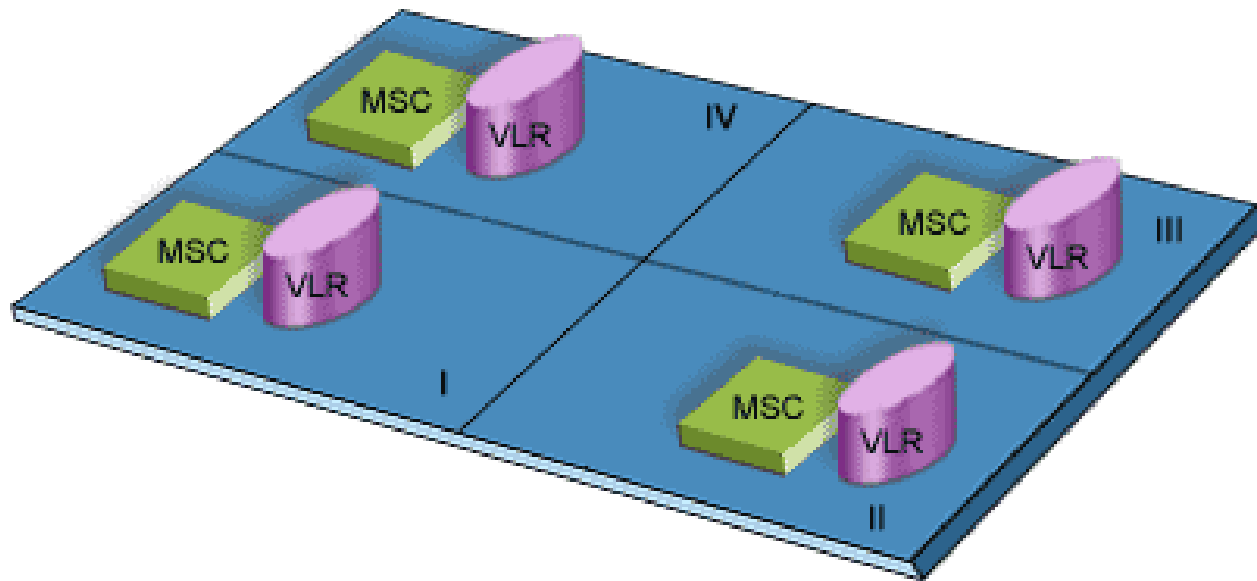
MSC/VLR  
service  
area

Location  
area

Cell

cell - 1 BTS, skupina BTS - LA, více LA - obslouženo MSC,  
více MSC - celá síť operátora

# POKRYTÍ ÚZEMÍ ÚSTŘEDNAMI



# BTS (ZÁKLADNOVÁ STANICE)

- ◉ 1 až 4 sektory
- ◉ Buňka - sada transceiverů (TRXy) zapojených do antén pro jeden směr
- ◉ Všesměrové antény (OMNI) -  
jednobuněčná BTS
  - Velké rušení ostatních buněk,  
dnes se nepoužívají
- ◉ Směrové antény
  - Nejčastěji 3 sektorové po 120 stupních
- ◉ Vícecestné šíření signálu (odrazy,..)



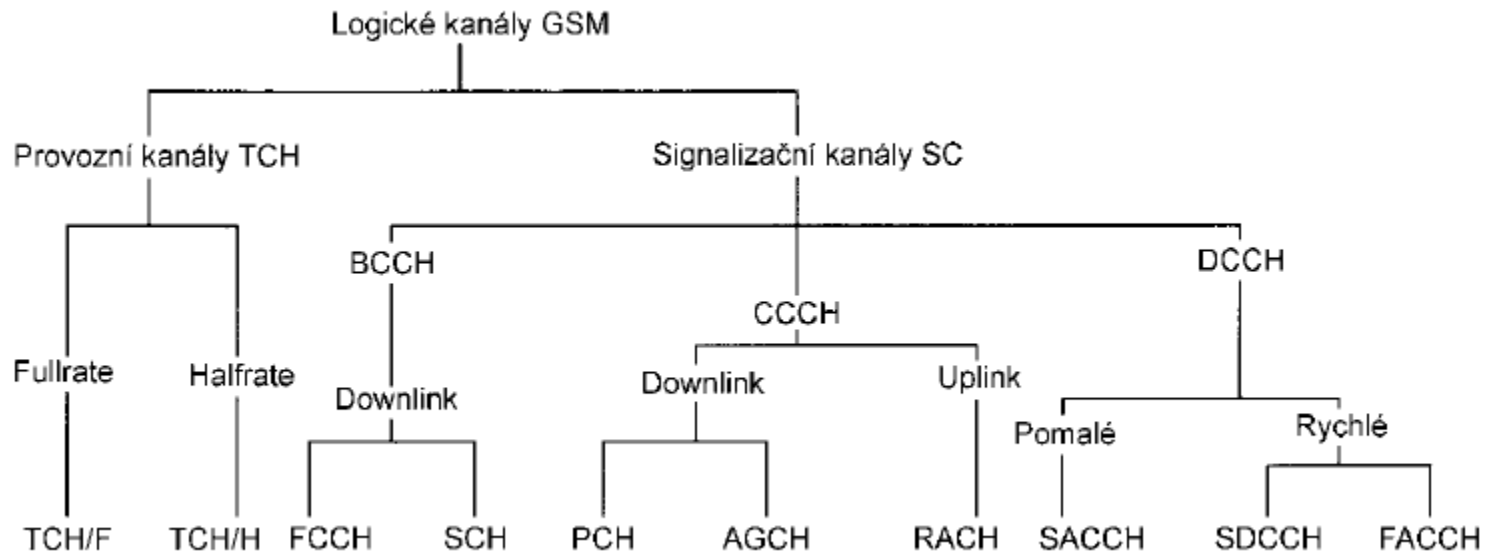
# TRANSCIEVER (TRX)

- ⊙ Zařízení schopné vysílat / přijímat v normě GSM/DSC
- ⊙ Každý TRX - přidělený kanál (kmitočet)
- ⊙ Kanál rozdělen na 8 timeslotů
  - Timesloty pro hovory - traffic kanály (TCH)
  - Servisní kanály (např. BCCH)
- ⊙ Obvykle 1-2 timesloty na prvním TRXu vyhrazeny pro servisní kanály

# LOGICKÉ, FYZICKÉ KANÁLY

- ◉ **Logické kanály**
  - Provozní kanály
  - Signalizační kanály (servisní)
- ◉ **Fyzické kanály**  
(číslo timeslotu, číslo radiového kanálu)
- ◉ Mapování logických kanálů do fyzických

# PŘEHLED KANÁLŮ GSM



# LOGICKÉ KANÁLY

## ⊙ BCCH (Broadcast Control Channel)

- Jednosměrný pro přenos info z BTS do MS
- mobilní stanice periodicky monitoruje (30s)
- LAI (Location Area Identity)
- seznam sousedních buněk
- seznam frekvencí používaných v buňce
- identita buňky
- FCCH - korekce frekvencí , identifikace timeslotu 0
- SCH - synchronizační kanál, synchronizace na TDMA rámeček, časování individuálních timeslotů

# LOGICKÉ KANÁLY

## ◉ CCCH (Common Control Channel)

- přenos řídicí informace mezi mobily a BTS
- **RACH** (random access)  
mobil chce přístup do systému  
inicializace hovoru, odpověď na page
- **PCH** (paging channel)  
použije BTS pro výzvu (paging) mobilu
- **AGCH** (access grant control channel)  
BTS přiřadí dedikovaný řídicí kanál MS jako  
odpověď na žádost na RACH kanálu  
dále se pokračuje na tom vyhrazeném kanálu  
(call setup, odpověď na paging, location area  
update, sms)
- **CBCH** (Cell Broadcast Channel)  
broadcast všem MS uvnitř buňky

# LOGICKÉ KANÁLY

## ◉ DCCH (Dedicated Control Channel)

- **SDCCH** (Stand-alone Dedicated Control Channels)  
obousměrná komunikace MS s BTS
- **SACCH** (Slow Associated Control Channel)  
power control, timing - od BTS k MS  
receive signal strength indicator (RSSI)  
link quality reports - od MS k BTS
- **FACCH** (Fast Associated Control Channel )  
místo TCH („hovorový kanál“)  
autentikace uživatele, handover, ...

[http://en.wikipedia.org/wiki/Control\\_channel](http://en.wikipedia.org/wiki/Control_channel)

# Servisní timesloty na BCCH TRXu

Buňka s jedním TRX (pouze BCCH TRX):

BCCH +4SDCCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Buňka s 2,3 TRXy:

BCCH	8SDCCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
------	--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Buňka s 4,5 TRXy:

BCCH	8SDCCH	8SDCCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
------	--------	--------	-----	-----	-----	-----	-----

TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH	TCH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- Při zvýšeném provozu se připoínají další TRXy (stále v provozu BCCH)
- Dynamické SDCCH umožňuje měnit Aktuální počet servisních timeslotů

# IDLE, DEDICATED REŽIM

## ◉ Idle

- Telefon přihlášen, poslouchá nejsilnější nebo preferovanou BTS
- Při navázání hovoru o BTS rozhoduje telefon

## ◉ Dedicated

- Hovor navázán, o použité BTS rozhoduje BSC



# PARAMETRY ROZHRAŇÍ - IDLE

- RXLevel – přijímaná úroveň v dBm
- C1 - síla signálu v dB vztažená k prahové hodnotě sítě povolující přihlášení – RXLev Access Minimum (v ČR - 90 až -105 dBm)
- CRO (Cell Reselect Offset) - preferenční parametr, umožňuje zvýhodnit konkrétní buňku proti ostatním při výběru na pozici aktivní buňky telefonem (bestserver)
- C2 – údaj rozhodující o umístění té které buňky na aktivní pozici.  $C2 = C1 + CRO$
- CellID, LAC, BSIC
- List sousedů

BSIC - BaseStation Identity Code

# SMS

- ◉ Point-to-Point (SMS)
- ◉ Cell Broadcast (SMS/CB, CBS)
- ◉ SMS se posílá přes kontrolní kanály
  - Během hovoru přes Slow Associated Control Channel (SACCH)
  - Jinak Standalone Dedicated Control Channel (SDCCH)
- ◉ Na kontrolních kanálech další funkce
  - Kvalita sítě, aktualizace polohy, ustavení hovoru

# DUÁLNI SÍŤ (900 GSM/1800 DCS)

- 1. Preference DCS už v Idle režimu
  - použití CRO
- 2. Preference DCS v Dedicated režimu
  - handover z GSM do DCS po navázání hovoru (extracelulární handover)
- 3. Single BCCH – na DCS zrušeny signalizační timesloty, vše na GSM. Dochází k intracelulárnímu handoveru

# POSLÁNÍ SMS

## ◉ Psaní zprávy MT=>SMSC

- Telefonní číslo SMSC, doba platnosti zprávy, použitý protokol
- Zpráva poslána z MS do MSC (ústředna)
- Přes SMS-IW MSC (Interworking Mobile Service) předána do SMSC

## ◉ Doručení zprávy SMSC=>MT

- Zkontroluje dobu platnosti, přidá časové razítko, zjistí zda je více zpráv k odeslání na danou MS, zkontroluje prioritu zprávy
- SMSC upozorní SMS-GMSC (Gateway Mobile Services Switching Center), že je zpráva čekající na MS
- SMS-GMSC zeptá se HLR, v které oblasti MSC ústředny se mobilní stanice nachází; pokud je stanice vypnuta v HLR si nastaví příznak, že jsou pro stanici zprávy
- Zpráva se předá MSC, BTS naváže kontakt s MS a doručí zprávu

# SMS KÓDY, DÉLKA

- ◉ 7bitové znaky - max 160 znaků
- ◉ 8bitové znaky - max 140 znaků
- ◉ Přenos SMS vždy přes SMSC
- ◉ SMS se přenáší synchronizačním kanálem
- ◉ MMS se přenáší datovým kanálem

# MMS

- ◉ Multimedia Messaging Service
- ◉ Video, audio, formátovaný text,...
- ◉ **MMS Relay** - předávání zpráv
- ◉ **MMS Server** - uskladnění zpráv
- ◉ **MMS UserDatabase** - info o uživateli
- ◉ Alternativa - příloha e-mailu

# POSLÁNÍ MMS

- ◉ Uživatel potvrdí odeslání MMS na číslo
- ◉ Podle nastavení MMS profilu se spojí s MMS centrem, použije (nejčastěji) GPRS spojení přes vyhrazený APN bod
- ◉ MMS centrum zprávu uloží do databáze
- ◉ MMS centrum pošle na cílový telefon speciální SMS informující o MMS zprávě
- ◉ Cílový telefon se připojí k MMS centru dle MMS profilu a zahájí stahování MMS zprávy

# LITERATURA

Zpracováno s využitím četných internetových pramenů

K.Mikuláščík: Radiové rozhraní GSM prakticky

<http://tomas.richtr.cz/mobil/bunk-gsm.htm>