

DATOVÉ PŘENOSY V MOBILNÍCH SÍTÍCH GSM, UMTS, (WIFI)

KIV / MKZ

2016

RYCHLOSTI DATOVÝCH PŘENOSŮ

⊙ EDGE

- téměř všude, kde máme GSM signál
- rychlost až 236kbps

⊙ 3G

- HSPA+ až 21,6Mbps
- HSPA+42 až 42Mbps

⊙ LTE

- stahování až 150Mbps / upload 50Mbps
- záleží na šířce kanálu (1.4-20MHz)
- nižší latence

LTE

- ⊙ aukce kmitočtů v pásmech 800-1800-2600MHz
- ⊙ lze i v přiděleném 900MHz (Vodafone)

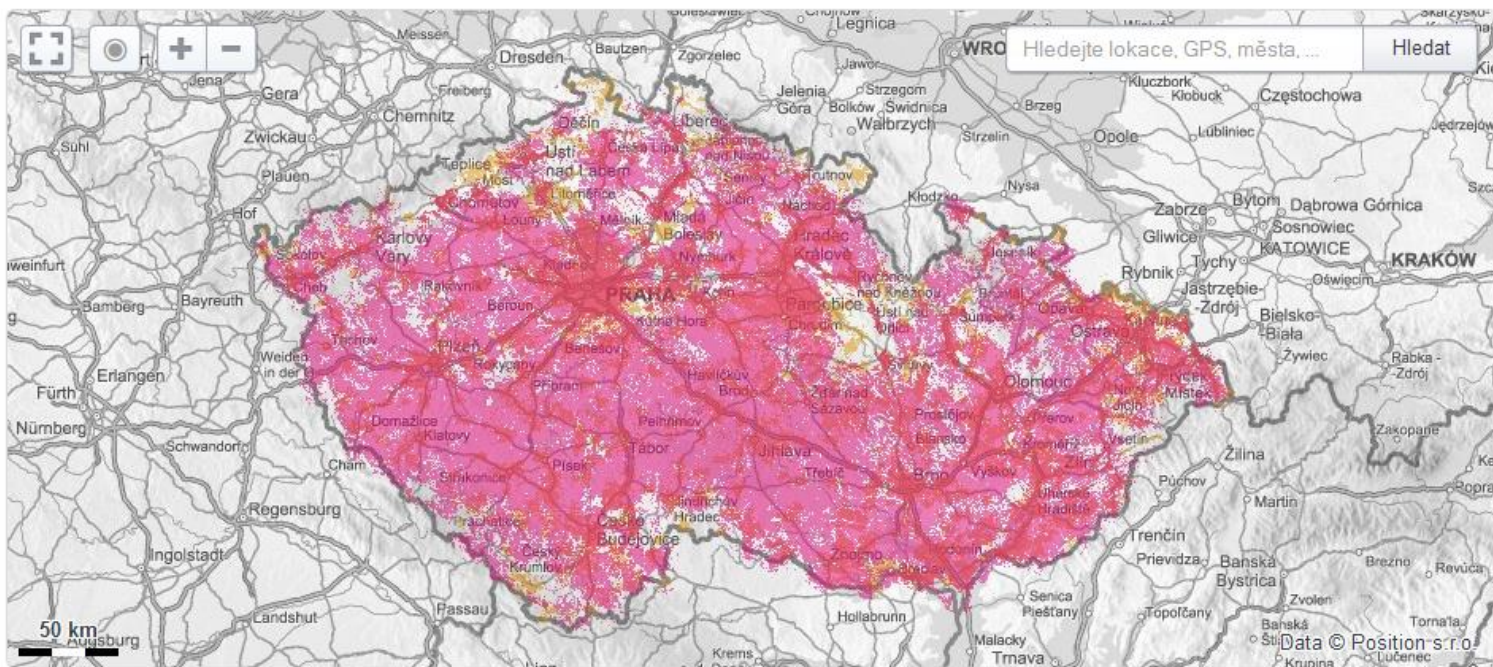
- ⊙ sdílení sítí T-Mobile a O2
 - mimo Prahu a Brno
 - rychlejší pokrytí území

- ⊙ T-Mobile: LTE 800MHz (Plzeň-jih se začalo) a 1800MHz
- ⊙ download až 225Mbps, upload 50Mbps
- ⊙ Šířka pásma 10 či 20 MHz

LTE POKRYTÍ (T-MOBILE), 2015

Superrychlý internet všude, kam se podíváte

95 % z vás je pokryto!



Poslední aktualizace proběhla 30.4.2015, před 7 dny.

■ LTE ■ 3G

POKRYTÍ - WEB LTE.CTU.CZ, 2015

ČTÚ
Český telekomunikační úřad

Průběh plnění rozvojových kritérií
uložených ve Výběrovém řízení (aukci) 2013

Pokrytí **Informace**

Mapa pokrytí **Pokrytí okresů**

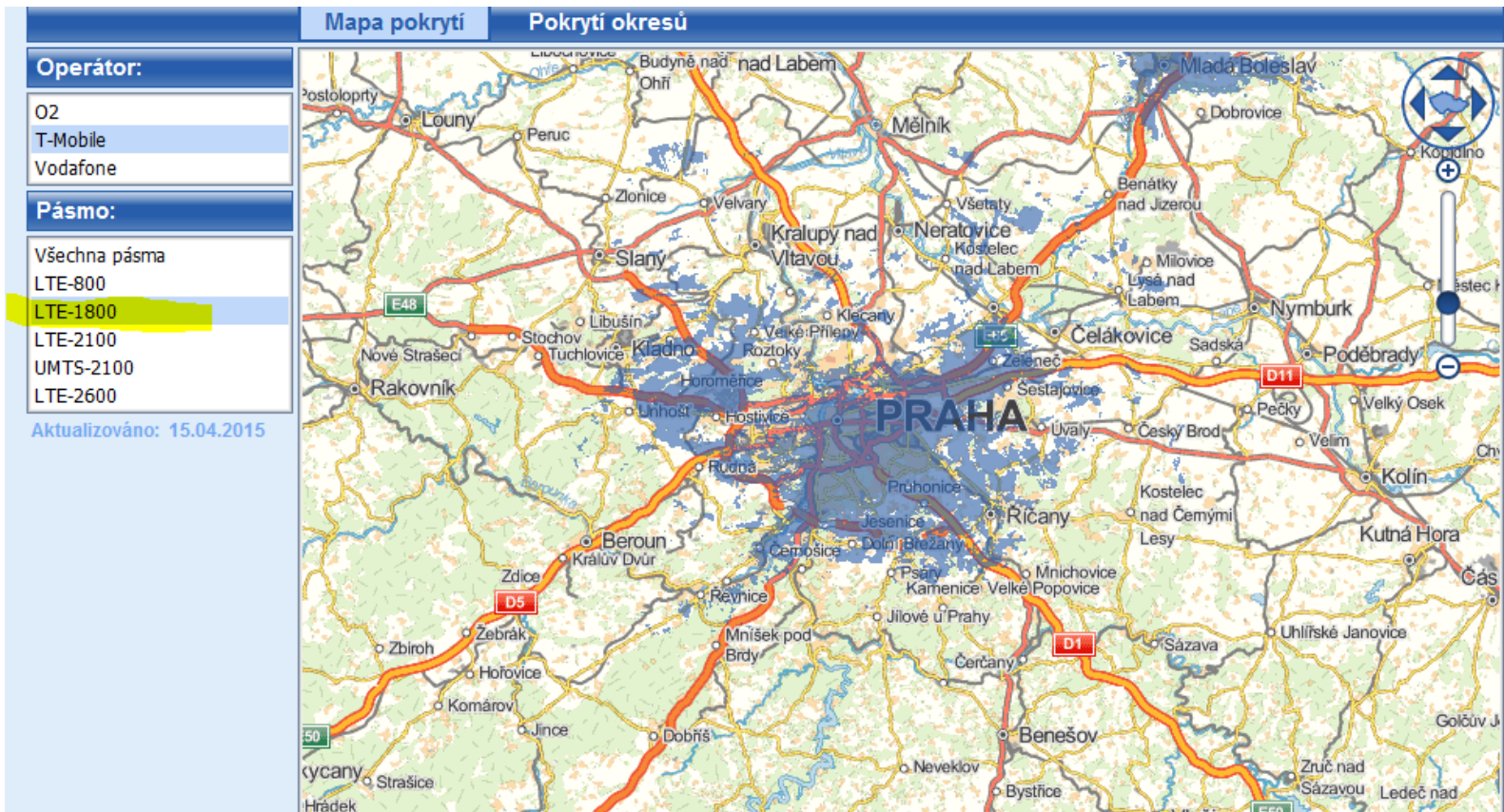
Operátor:
O2
T-Mobile
Vodafone

Pásmo:
Všechna pásma
LTE-800
LTE-1800
LTE-2100
UMTS-2100
LTE-2600

Aktualizováno: 04.05.2015

Výběr území	Území ^	Skupina	Obyvatel	Pokrytí
<input type="checkbox"/> Liberec	Dýšina		1 791	95,4%
<input type="checkbox"/> Litoměřice	Chrást		1 804	89,4%
<input type="checkbox"/> Louny	Chválenice		635	100,0%
<input type="checkbox"/> Mělník	Kyšice		856	100,0%
<input type="checkbox"/> Mladá Boleslav	Letkov		582	100,0%
<input type="checkbox"/> Most	Lhůta		169	93,1%
<input type="checkbox"/> Náchod	Losiná		1 110	99,0%
<input type="checkbox"/> Nový Jičín	Mokrouše		203	75,7%
<input type="checkbox"/> Nymburk	Nezbavětice		204	100,0%
<input type="checkbox"/> Olomouc	Nezvěstice		1 449	100,0%
<input type="checkbox"/> Opava	Plzeň		167 308	86,5%
<input type="checkbox"/> Ostrava-město	Starý Plzenec		4 797	82,6%
<input type="checkbox"/> Pardubice	Štáhlavy		2 366	100,0%
<input type="checkbox"/> Pelhřimov	Štěnovický Borek		470	100,0%
<input type="checkbox"/> Písek	Tymákov		817	78,8%
<input type="checkbox"/> Plzeň-jih	Plzeň-město	B	184 561	87,0%
<input type="checkbox"/> Plzeň-město				

LTE V PÁSMU 1800MHZ (T-MOBILE), 2015



POKRYTÍ 2016



Černobílá Barevná

Mobilní internet

Rychlost

Typ sítě

- LTE Advanced (až 225 Mbit/s)
- LTE 1800MHz (až 150 Mbit/s)
- LTE 2100MHz (až 75 Mbit/s)
- LTE 800MHz (až 75 Mbit/s)
- HSPA+42 (až 42 Mbit/s)
- 3G a HSPA+ (až 21 Mbit/s)
- GPRS a EDGE (až 240 kbit/s)

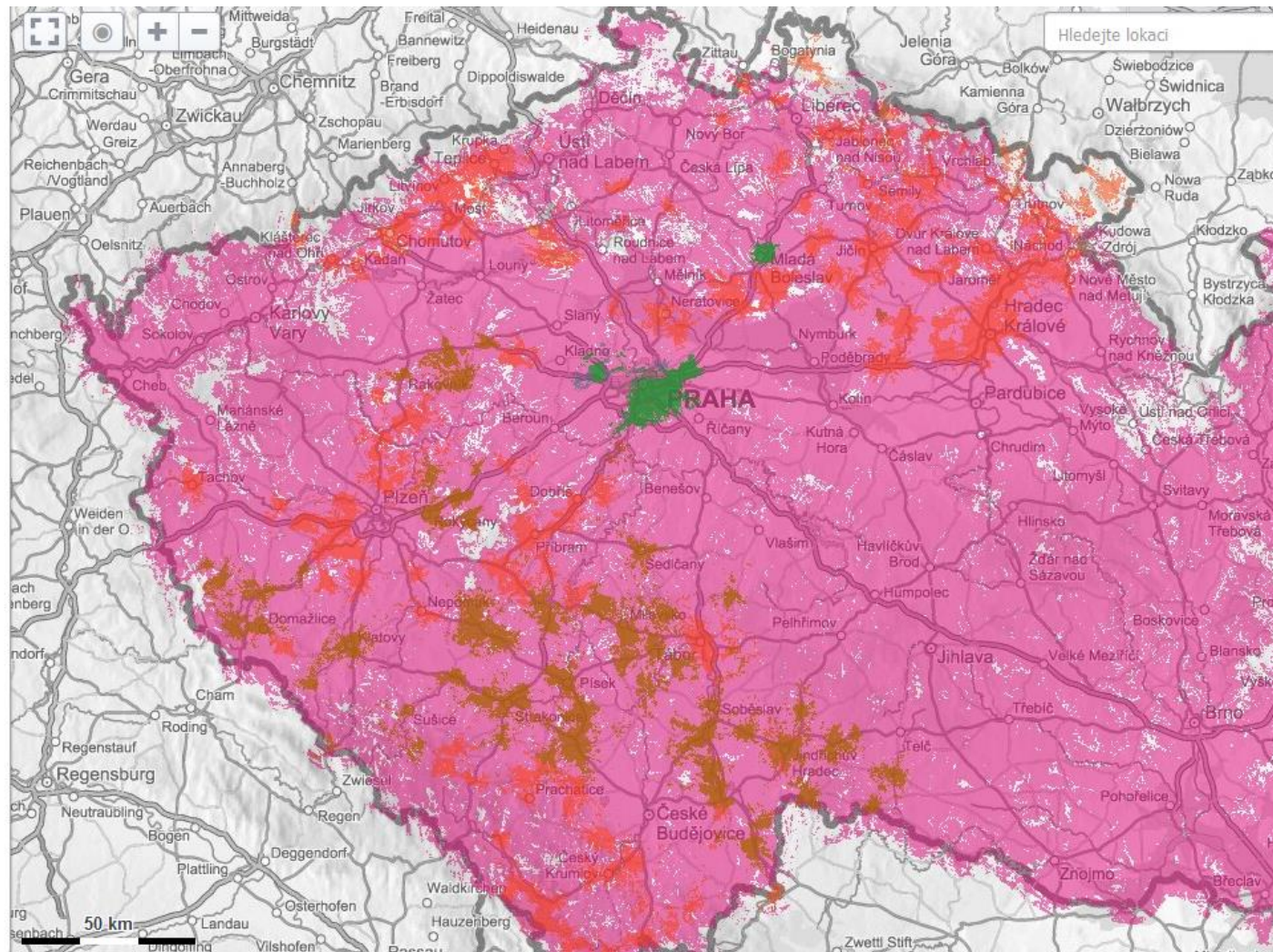
Volání 2G/3G síť

Volání LTE síť (VoLTE)

Pevný internet (xDSL)

Body zájmu

- Značkové prodejny a partneři
- Dobíjecí místa



POKRYTÍ 2016



Černobílá



Barevná

Mobilní internet

Rychlost

Typ sítě

- LTE Advanced (až 225 Mbit/s)
- LTE 1800MHz (až 150 Mbit/s)
- LTE 2100MHz (až 75 Mbit/s)
- LTE 800MHz (až 75 Mbit/s)
- HSPA+42 (až 42 Mbit/s)
- 3G a HSPA+ (až 21 Mbit/s)
- GPRS a EDGE (až 240 kbit/s)

Volání 2G/3G síť

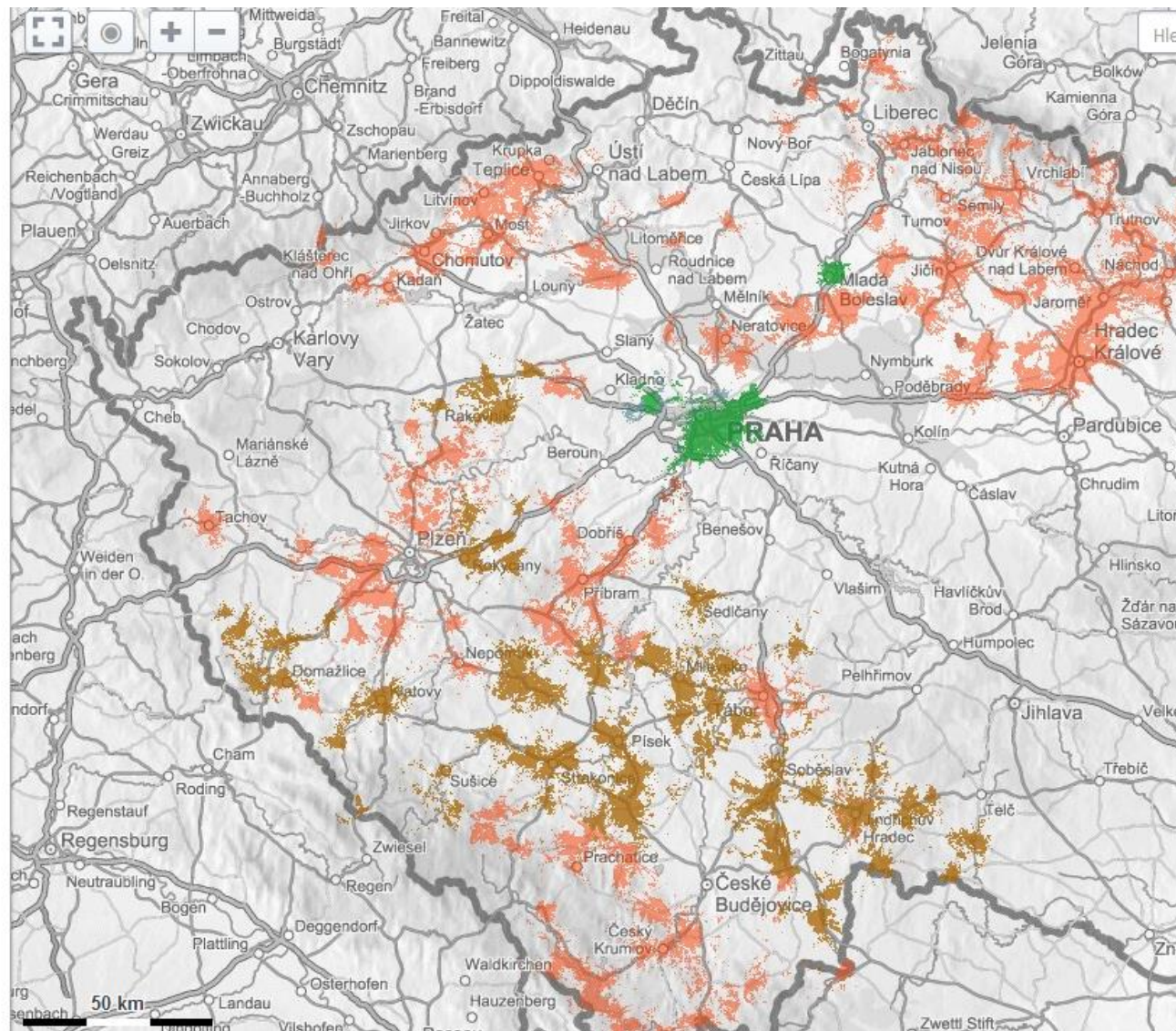
Volání LTE síť (VoLTE)

Pevný internet (xDSL)

Body zájmu

Značkové prodejny a partneři

Dobíjecí místa



LTE-A

- Technologie LTE-A je založena na spojení dvou pásem (funkce Carrier aggregation).
- U 82 nových vysílačů v Praze jde o pásma 800 MHz (o šířce **10 MHz**) a 1 800 MHz (o šířce **15 MHz**), která po spojení nabízejí maximální rychlosti **187,5 Mbit/s** pro stahování a 37,5 Mbit/s pro odesílání.
- LTE-A spustil operátor v hlavním městě vloni na podzim na třech místech, konkrétně na Černém Mostě, v Horních Počernicích a na Roztylech. Spojil při tom pásma o šířce **10 a 20 MHz**, která poskytují teoretické maximální rychlosti **225 Mbit/s** pro stahování a 50 Mbit/s pro odesílání.

VOLTE

- ◉ VoLTE
- ◉ IP hovory v síti LTE
- ◉ Spojované okruhy x přepínání paketů
- ◉ Nedochozí k omezení navázaných datových spojení v průběhu hovoru
- ◉ Podporující telefony:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/VoLTE>

VOWIFI

- ◉ VoWiFi

- ◉ WiFi síť s internetovým připojením
- ◉ Alespoň 100kbps download i upload
- ◉ Zatím ne v roamingu

- ◉ Postřehy:

<http://smartmania.cz/vyzkouse-li-jsme-t-mobile-vowifi-volat-muzete-i-bez-signalu/>

LTE PÁSMO V ČR

LTE se šíří v několika vysílacích/přijímacích frekvenčních pásmech. V České republice se LTE může šířit v pásmech 1, 3, 7, 8 a 20; na Slovensku minimálně v pásmech 3 a 20.

Název	Frekvence	Poznámka
Pásmo 1	2100 MHz	Běží na něm 3G, ale Vodafone během prosince 2014 plánuje spustit LTE v městech Kladno, Slaný a Olomouc. Do konce léta 2015 se přidají další města, kde je v současnosti 3G internet. Rozšíření LTE v tomto pásmu mají i další v Česku působící operátoři.
Pásmo 3	1800 MHz	Určeno do měst s vysokými datovými nároky (Brno, Praha, Karlovy Vary, ...)
Pásmo 7	2600 MHz	Toto pásmo vzešlo z aukce. V současnosti se v něm nevysílá.
Pásmo 8	900 MHz	Vodafone toto pásmo používá k pokrytí svým turbo internetem mimo velká města.
Pásmo 20	800 MHz	Toto pásmo, které pokrývá většinu území republiky, bylo přiděleno LTE po uvolnění frekvencí při přechodu na digitální vysílání. Bylo součástí nedávné aukce.

zdroj: wikipedia, operátoři ☺

Nejčastější pokrytí v ČR je LTE v pásmu 800MHz
Praha, Mladá Boleslav - pokryté LTE v pásmu 1800MHz

NENÍ LTE JAKO LTE 😊

Ip5 09.07.2014 12:54

Zdravím, nefunguje mi LTE od O2, SIM jsem vyměnil na uSIM, nainstaloval požadavek operátora a pořád nic. Nemůže být problém v modelu? Číslo modelu na zadní straně obálky je A1428. **Ip 5 je koupen v USA**, nemůže to být problém?

 O2 Guru Mirek 10.07.2014 18:25

Dobrý den,
bohužel vás nepotěším. iPhone 5 (model A1428 - americká verze) podporuje LTE na frekvencích **700 a 1900 MHz**, kdežto naše LTE v České republice funguje na frekvencích **800, 1800 a 2600 MHz**. S tímto telefonem se tak k LTE v ČR nepřipojíte.

LTE

⊙ šířka pásma

- 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz
- pro srovnání - UMTS: 5MHz
- při 5MHz - srovnatelné rychlosti s HSPA+

⊙ anténní konfigurace

- MIMO (Multiple Input Multiple Output)
 - více vysílacích a přijímacích antén
 - 2x2, 4x2, 4x4 (vysílací x přijímací)

⊙ modulace

- QPSK, 16QAM, 64QAM

GENERACE SÍTÍ

Pouze orientační řazení
(V různých pramenech se liší)

1G	NMT (analogové systémy)
2G	GSM 900, DCS 1800, PDC 1900
2.5G	GPRS
2.75G	EDGE
3G	UMTS (EU), CDMA 2000 (US)
3.5G	HSDPA
3.9G-4G	LTE (Long Term Evolution)
4G	LTE-A (Advanced) - 1Gbps pro 4G

HSCDS

(HIGH SPEED CIRCUIT SWITCH DATA)

- ⊙ Standardní přenosová rychlost GSM **9.6kbps**
- ⊙ Kódování dat místo 9.6kbps na **14.4kbps**
 - Snížení režie
 - Maximum, víc na 1 slot nedosáhneme
- ⊙ Přidělení více slotů současně
 - Downlink, uplink
 - Např. $3 \times 14.4 = 43.2$ downlink, 1×14.4 uplink
- ⊙ Vyhrazený kanál
 - Platí se za čas, ne za přenesená data!

PRIORITY PŘENOSŮ V SÍTI

- ◉ Omezená zásoba slotů, kanálů
- ◉ Nejvyšší
 - hlasové přenosy
 - Z nich ještě prioritní čísla v případě krize - hasiči, starosta, ...
- ◉ Nižší
 - Datové přenosy s přepínáním okruhů CSD, HSCSD
- ◉ Nejnižší
 - paketové datové přenosy GPRS

GPRS

(GENERAL PACKET RADIO SERVICE)

◉ Přepínání paketů

- Více uživatelů - stejný přenosový kanál
- Účtována za přenesená data, ne za čas!

◉ Třídy zařízení

- Class A - simultánně GPRS i hlas (Dual Transfer Mode)
jen některá zařízení, naše síť neumí
- Class B - data nebo hovor
většina mobilních telefonů
- Class C - pouze data
datové karty,..

v sítích 3G lze data i hovor současně (jen se zpomalí)

GPRS - KÓDOVÁ SCHÉMATA

- Vybírá se v závislosti na odstupu signál/rušení
- liší se množstvím ochranných informací
- velké rušení => CS-1

Schéma	Rychlost kbps
CS-1	8,0
CS-2	12,0
CS-3	14,4
CS-4	20,0

GPRS

TIMESLOTY PRO DOWNLINK A UPLINK

Třídy telefonů - kolik slotů umí použít:

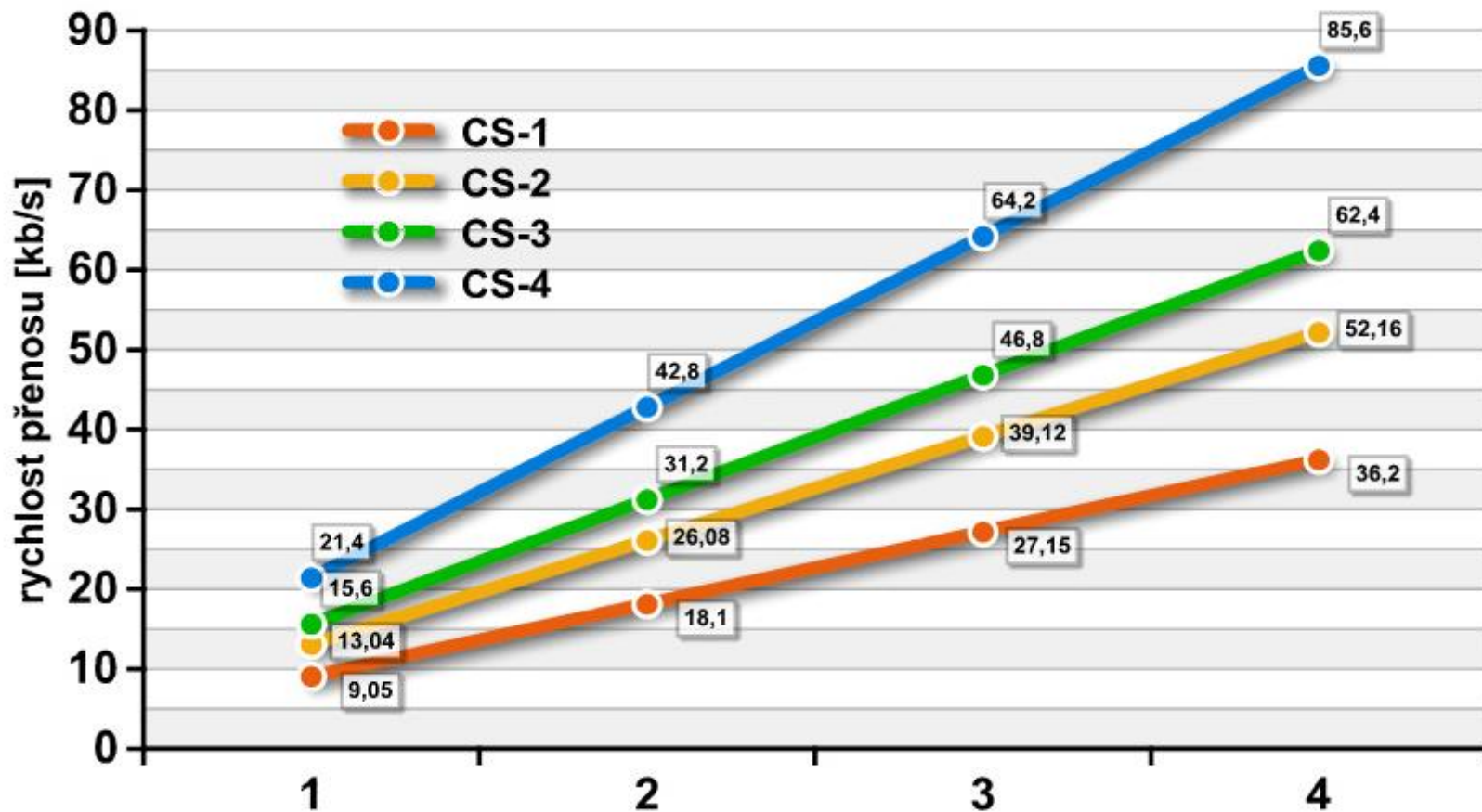
- pro downlink
- pro uplink
- Současně

Např. třída 10, 5 timeslotů současně
konfigurace 4+1
konfigurace 3+2

RYCHLOSTI GPRS

- ⊙ Kódové schéma + konfigurace
- ⊙ 80 kbps GPRS
 - CS-4 a konfigurace 4+1
 - $20 * 4 = 80 \text{ kbps}$
 - (EDGE při 4+1 .. 236,8 kbps)

RYCHLOST GPRS DLE POČTU TIMESLOTŮ

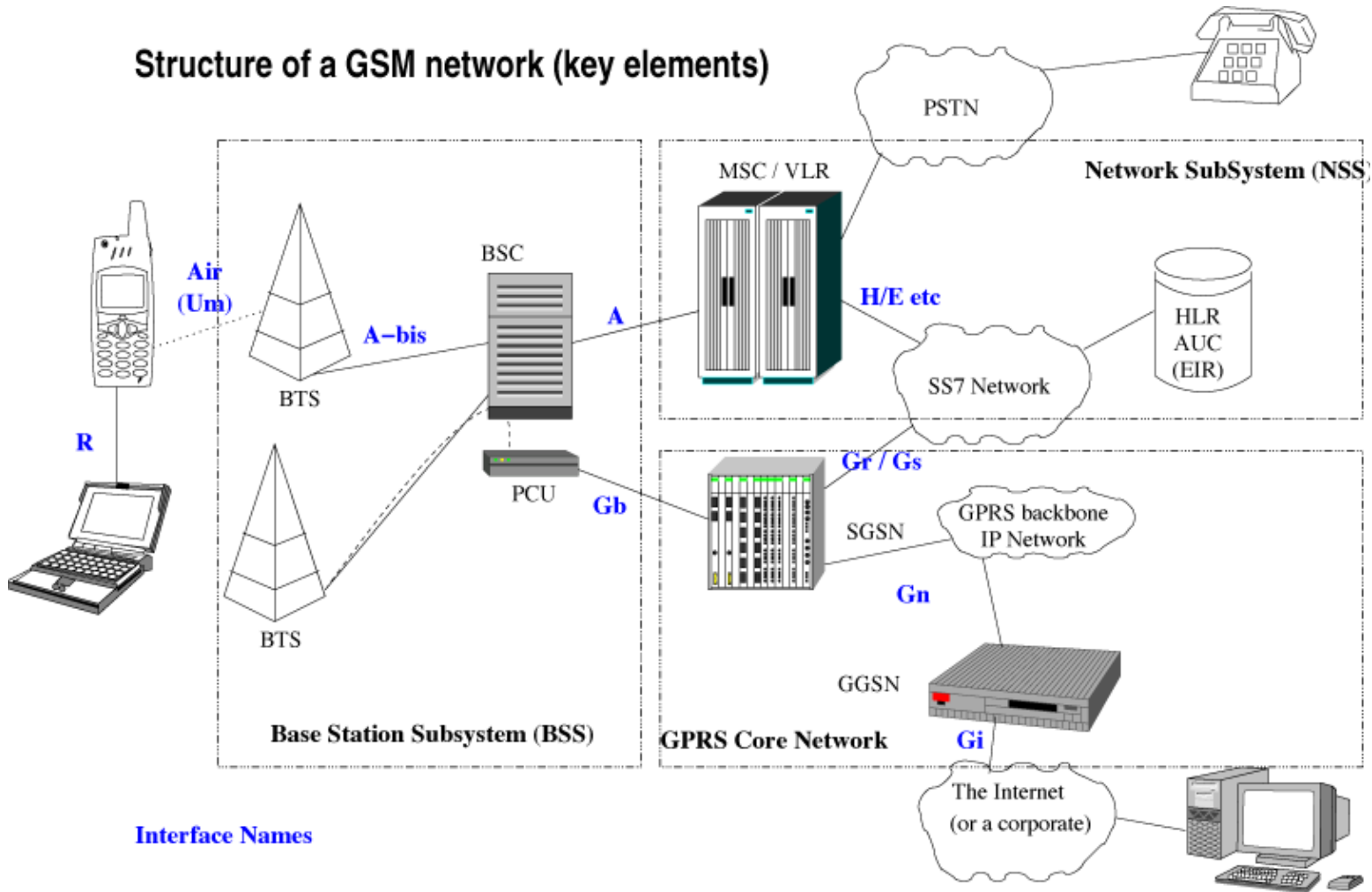


ROZŠÍŘENÍ GSM SÍTĚ O GPRS

- PCU (Packet Control Unit)
 - v BSS, oddělení hlas x data
- SGSN (**Serving** GPRS Support Node)
 - Doručení dat z a na mobilní stanici uvnitř obslužné oblasti
- GGSN (**Gateway** GPRS Support Node)
 - Router mezi GPRS sítí a externí sítí
- CG (Charging Gateway) - data pro účtování

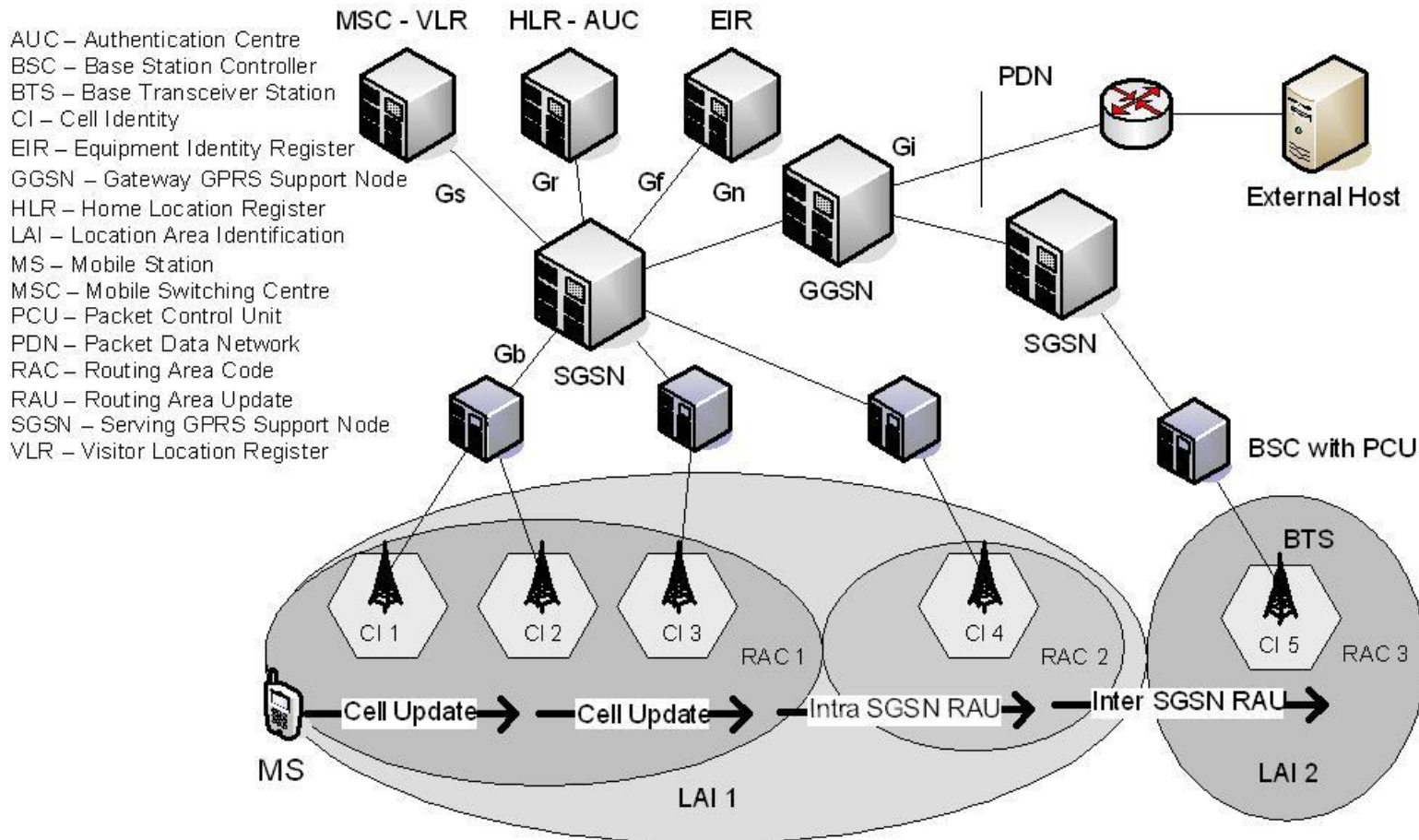
GSM SÍŤ S GPRS

Structure of a GSM network (key elements)



Interface Names

GPRS ARCHITECTURE



Obrázek viz

http://uk.geocities.com/ehan19/GPRS/gprs_architecture.jpeg

SGSN

(SERVING GPRS SUPPORT NODE)

- ◉ více SGSN uzlů
- ◉ obsluhuje GPRS provoz
- ◉ ověření totožnosti, šifrování, tarifkace
- ◉ analogie MSC
- ◉ připojení na BSC
- ◉ konverze sít' GSM <-> IP
- ◉ komunikace s GGSN

GGSN

(GATEWAY GPRS SUPPORT NODE)

- ⦿ brána do dalších sítí
 - Internet
 - podnikové sítě
- ⦿ přiděluje IP adresu zákazníkovi
 - dle nastavení v HLR

GPRS

- Různé vyšší protokoly, prakticky ale jen IP
- Výběr, do které sítě se připojit
 - APN (Access Point Name)
 - Internet (internet.t-mobile.cz)
 - WAP (wap.t-mobile.cz)
 - MMS (mms.t-mobile.cz)
 - podniková síť

GPRS

- GPRS Attach

- Signalizace mobil - SGSN

- Aktivace PDP kontextu

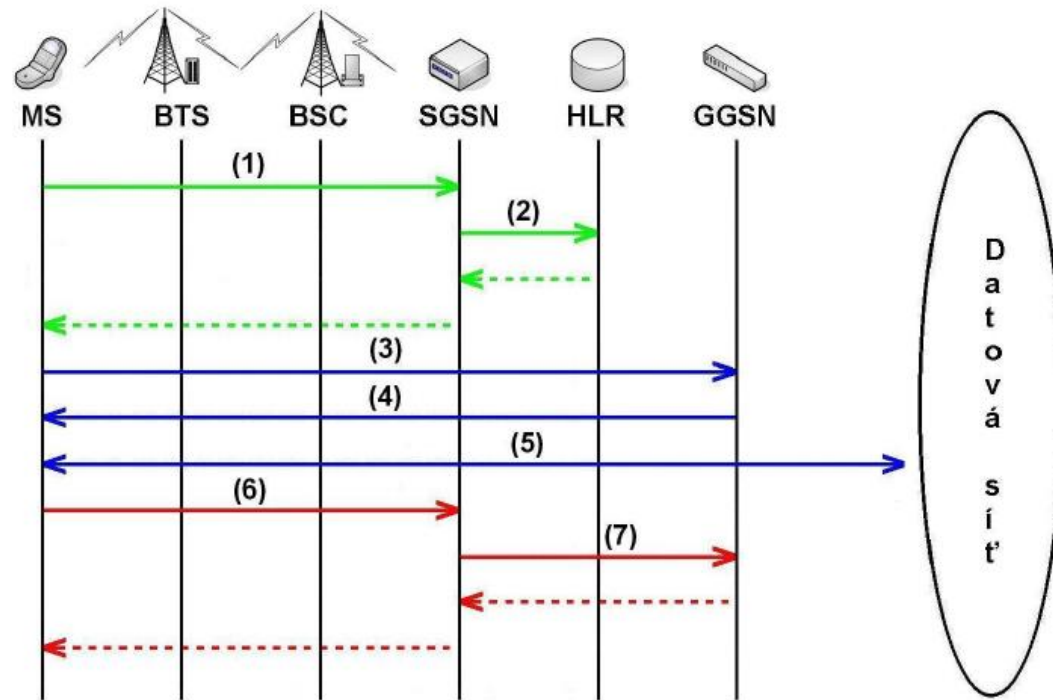
- Signalizace mobil - GGSN
- Nastaveno APN (Access Point Name)
- Mobilu je přidělena IP adresa

.. Komunikace..

- Deaktivace PDP kontextu, ev GPRS detach

GPRS, EDGE SPOJENÍ

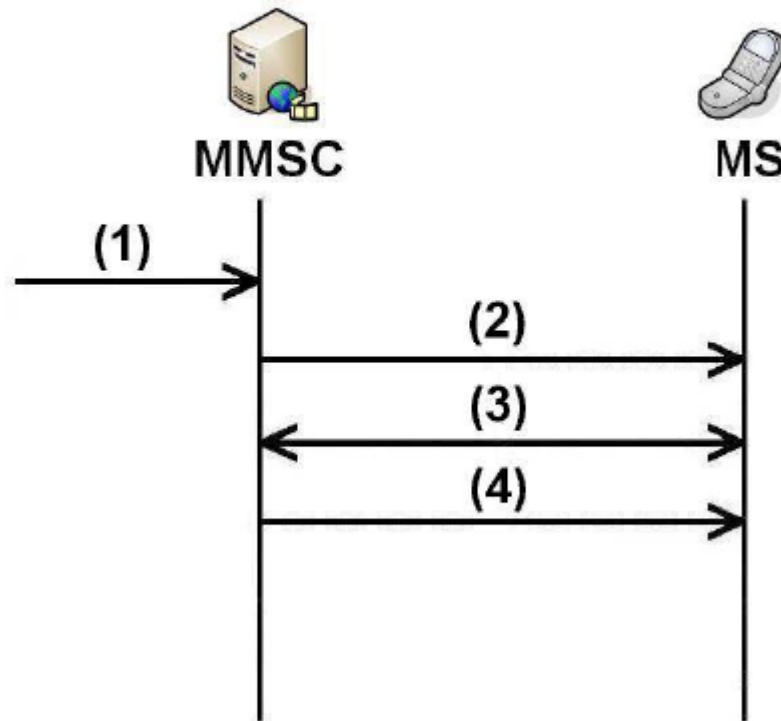
- GPRS attach
- PDP kontext
- GPRS detach



zdroj: Internet, e-ident laboratoř prezentace

MMS - DATOVÝ PŘENOS

MMS



zdroj: Internet, e-ident laboratoř prezentace

KOMUNIKACE CELKOVĚ

HLAS:

MS - BTS - BSC - MSC - BSC - BTS - MS

GPRS DATA:

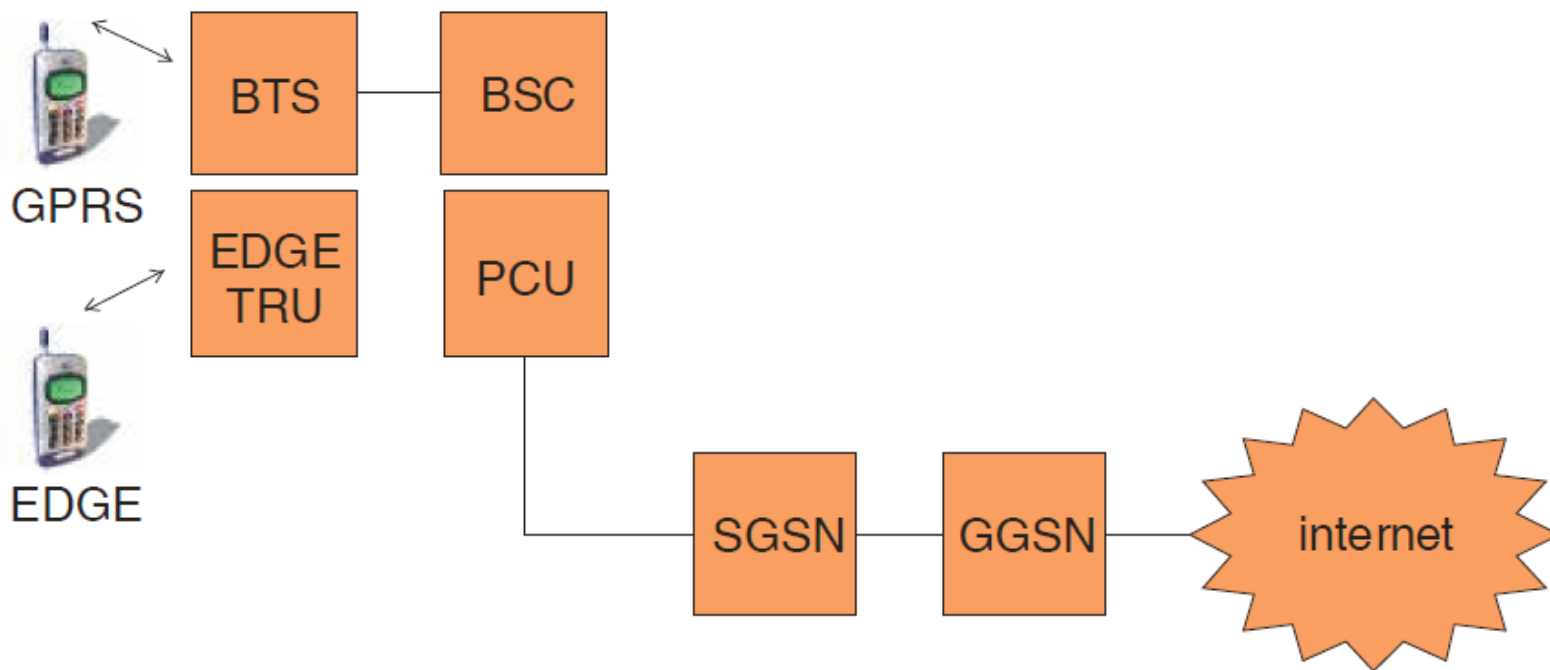
MS - BTS - BSC (PCU) - SGSN - GGSN - Internet

hovor má přednost před daty

EDGE (ENHANCED DATA RATES FOR GLOBAL EVOLUTION)

- ⊙ Vícestavová modulace na rádiovém rozhraní
 - GSM, tj. GPRS - 2stavová GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)
 - EDGE - 8stavová **8PSK** (Phase Shift Keying)
3 informační bity na 1 symbol
- ⊙ Jinak není rozdíl
 - SGSN, GGSN stejné
 - Na BTS je EDGE TRU (transceiver unit)

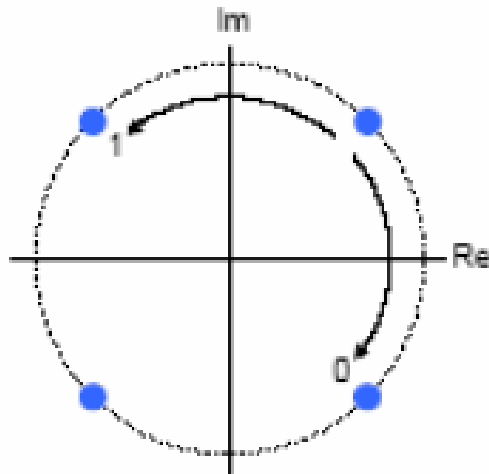
GPRS, EDGE



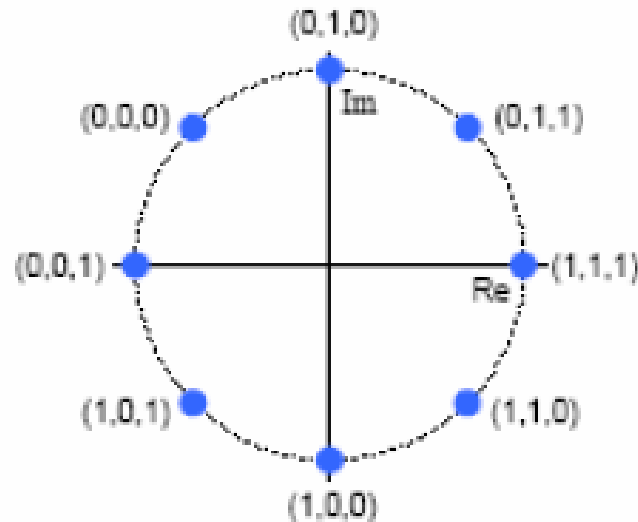
zdroj: Internet, M.Štorek - Datové přenosy GPRS, EDGE

GMSK, 8PSK

GMSK klíčování
(GPRS/EDGE)



8PSK klíčování
(EDGE)



GPRS - modulace GMSK, modulační rychlost rovna přenosové
1 nebo 0 - změna hodnoty fáze

EDGE - modulace 8PSK, tři bity kódovány do jednoho symbolu
trojnásobná přenosová rychlost
ale menší vzdálenost mezi symboly (obtížnější rozlišit
pro přijmač)

EDGE - KÓDOVÁ SCHÉMATA

Kódová schémata	Rychlost(kbps)	Modulace
MCS-1	8.8	GMPSK
MCS-2	11.2	GMPSK
MCS-3	14.8	GMPSK
MCS-4	17.6	GMPSK
MCS-5	22.4	8-PSK
MCS-6	29.6	8-PSK
MCS-7	44.8	8-PSK
MCS-8	54.4	8-PSK
MCS-9	59.2	8-PSK

EDGE - POČET TIMESLOTŮ

Multislot Class (MSC)	Downlink	Uplink	Aktivní	Konfigurace Timeslotů
	timesloty			
1	1	1	2	1+1
2	2	1	3	2+1
3	2	2	3	2+1
4	3	1	4	3+1
5	2	2	4	2+2
6	3	2	4	3+1, 2+2
7	3	3	4	3+1, 2+2, 1+3
8	4	1	5	4+1
9	3	2	5	3+2
10	4	2	5	4+1, 3+2
11	4	3	5	4+1, 3+2, 2+3
12	4	4	5	4+1, 3+2, 2+3, 1+4

Tabulka: 2.4-e Rozdělení počtu timeslotů v EDGE

EDGE EVOLUTION

- ⊙ Snižování latencí
 - transmission time interval z 20ms na 10ms
 - latence klesla na 80 ms
- ⊙ Lepší modulace (32QAM, 16QAM)

UMTS (UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM)

- Třetí generace (3G)
- paketový vysokorychlostní přenos dat
- možnost handoveru UMTS a GSM
 - např. při přetížení GSM
- Nejběžnější air-interface **W-CDMA** (Wideband Code Division Multiple Access)
 - Direct sequence spread spectrum
- Standardizován **3GPP**, splňuje ITU **IMT-2000**

RYCHLOSTI

generace	technologie	rychlost
2G	GSM	9,6 kbps (CSD) nebo násobky při použití HSCSD
2.5G	GPRS	až 52 kbit/s
2.75G	EDGE	až 384 kbit/s
3G	UMTS	až 2 Mbps
3.5G	HSDPA	až 14 Mbps
3.9G	LTE	až 326 Mbps
4G	LTE Advanced	až 1 Gbps

STRUKTURA UMTS

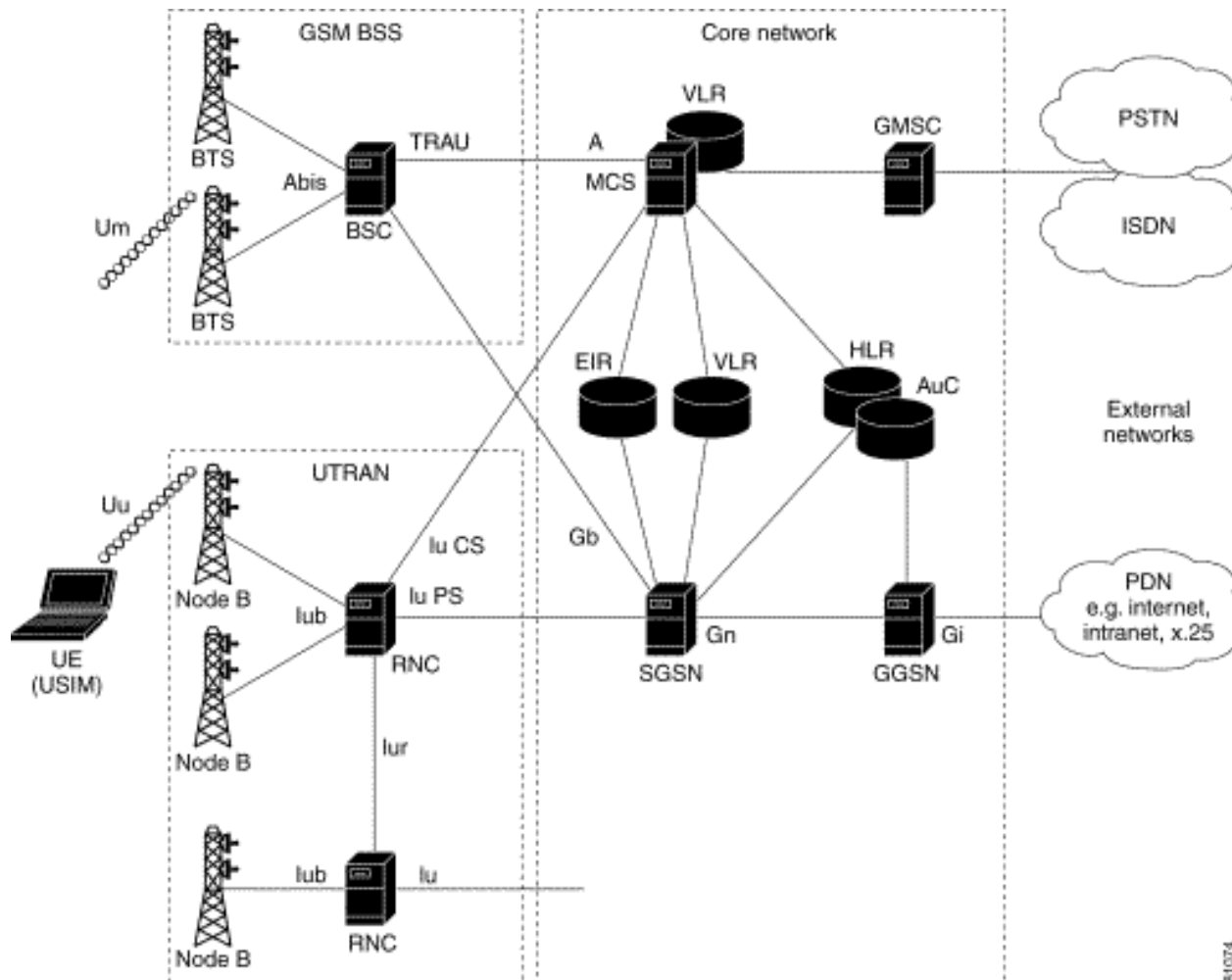
- ◉ UE (User Equipment) - mobil
- ◉ GERAN (Generic Radio Access Network)
 - Node B (base) - základnová stanice (jako BTS)
 - RNC (Radio Network Controller) - ovladač radiové sítě (BSC)
- ◉ CN (Core Network) - jádro sítě

GERAN

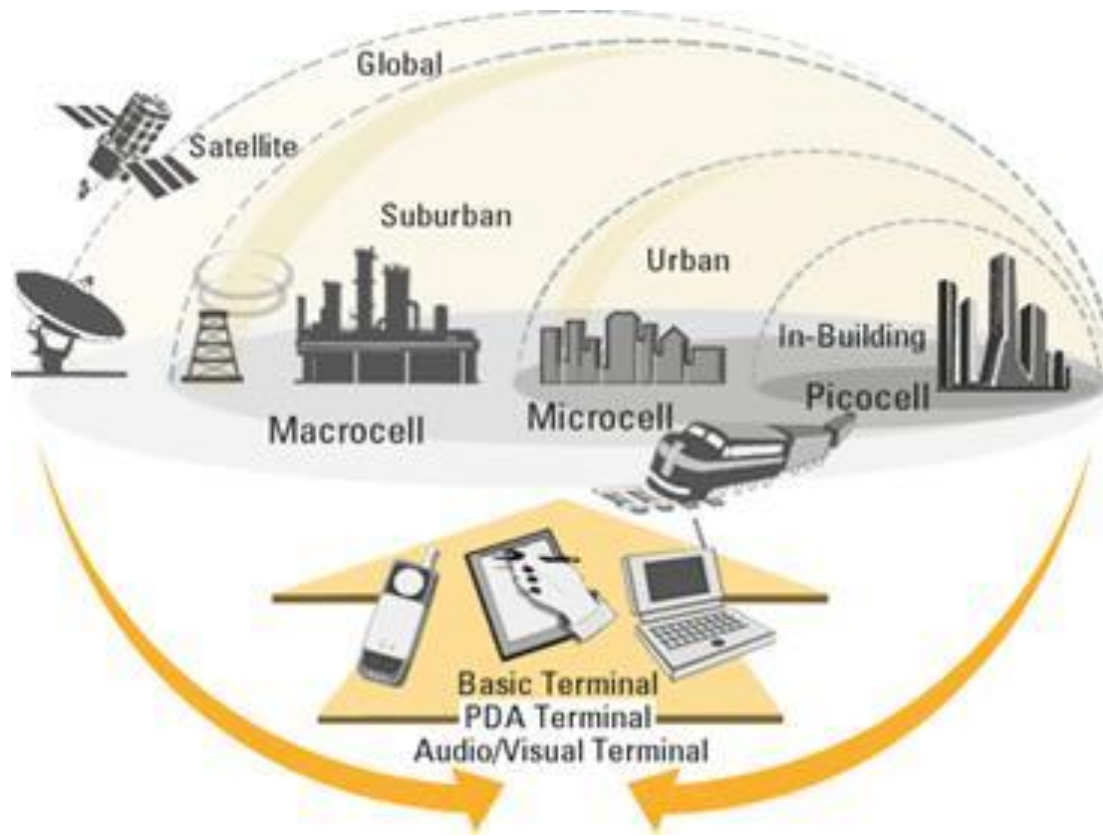
UTRAN (UMTS Terrestrial..) - pozemní, nejčastěji

USRAN (UMTS Satelite..) - jen na papíře

UMTS



UMTS



CN (CORE NETWORK) - JÁDRO SÍTĚ

- ⊙ Okruhově spínaná doména (CS)
 - Vyhrazený kanál; hovory
 - VLR, MSC, GMSC
- ⊙ Paketově spínaná doména (PS)
 - Přepínání paketů; e-mail, web
 - Nejsou nároky na realtime
 - SGSN, GGSN
- ⊙ IP Multimedia subsystem (IMS, Release 5)
 - Možnost VoIP
 - Online hry (nižší latence)

UMTS - VÝVOJ - RELEASES

R3 (dříve R99)

R4 (dříve R2000)

R5 - HSDPA donwlink

R6 - HSUPA uplink + Multimedia BMS
(broadcast, multicast)

R7 - HSDPA, HSUPA

R8 - LTE (Long Term Evolution), HSPA evolution

UMTS - DUPLEXNÍ KOMUNIKACE

⊙ FDD

- Frequency Division Duplex
- Uplink, downlink oddělené frekvence
- Mobilní telefony, hlas i data

⊙ TDD

- Time Division Duplex
- Uplink, downlink stejná frekvence
- Střídání timeslotů (pingpong)
- T-mobile:
dříve čistě datová síť TDD (Internet 4G)

KMITOČTY

○ Párové (FDD)

- 1920-1980MHz uplink
- 2110-2170MHz downlink

○ Nepárové (TDD)

- 1900-1920MHz
- 2010-2025MHz

○ Družicové párové

- 1980-2010MHz
- 2170-2200MHz

○ Šířka kanálu: 5MHz

FDD se používá

WCDMA

- ◉ Wideband Code Division Multiple Access
- ◉ Japonského původu
- ◉ Převzat jako UMTS FDD

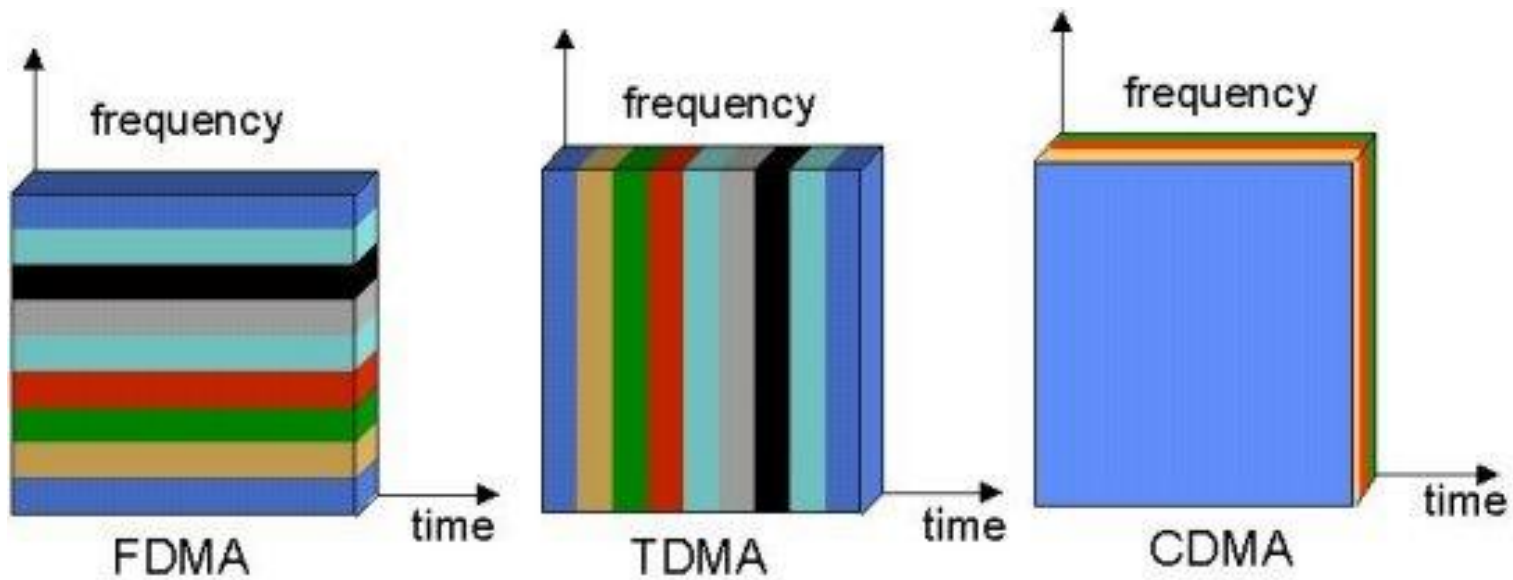
- ◉ GSM .. 200kHz šířka pásma na 1 kanál
- ◉ WCDMA .. 4,2 - 5,4MHz kanál

- ◉ Fast power control
 - Na uplinku i downlinku 1 500x za sekundu update vysílacího výkonu

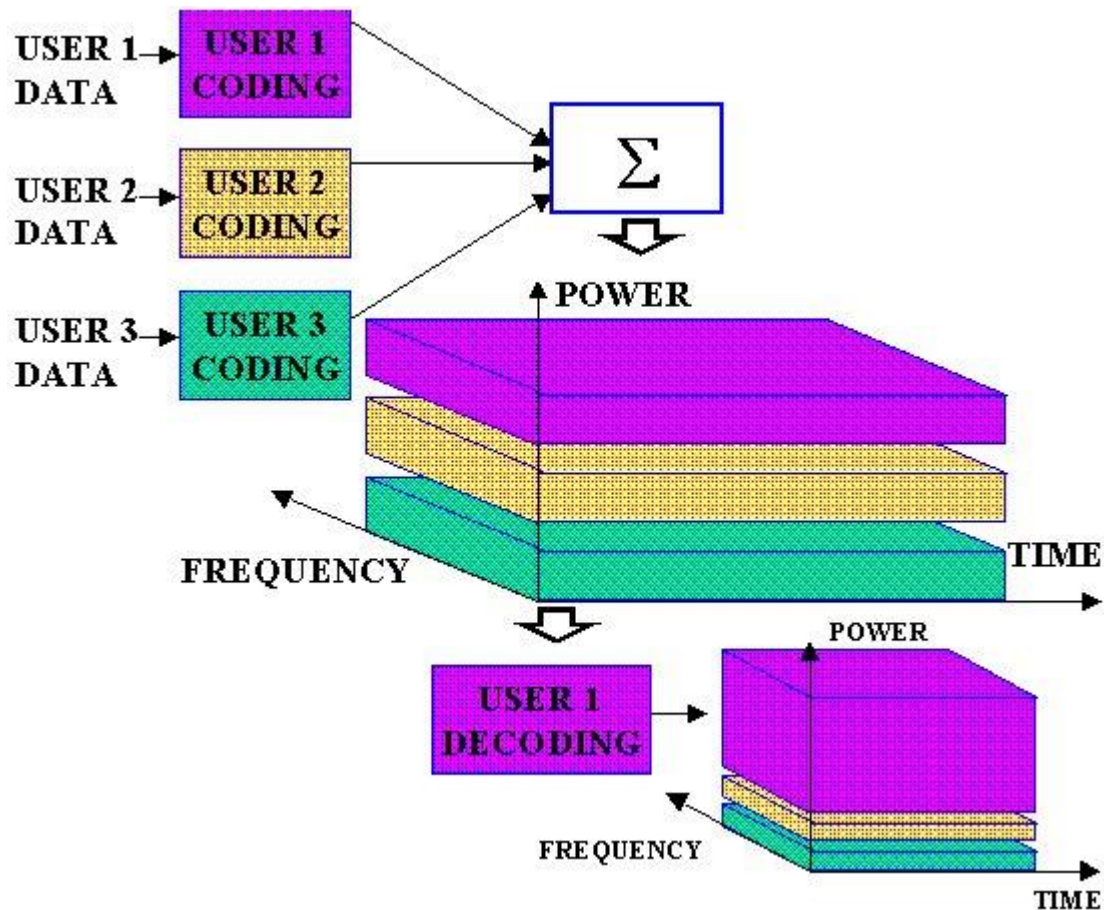
POZNÁMKY

- ◉ DS-CDMA (Direct Sequence Code Division Multiple Access) - DSSS
- ◉ Všichni uživatelé používají totéž spektrum a mohou komunikovat simultánně
- ◉ Oproti TDMA není potřebná precizní synchronizace
- ◉ Mobilní terminál přijíma data a snaží se rozpoznat, zda jsou pro něj
- ◉ http://www.umtsworld.com/technology/cd_mabasics.htm

PRINCIP



PRINCIP



Obr viz: <http://www.umtsworld.com/technology/cdmabasics.htm>

WCDMA

- ◉ 5MHz kanál (25 GSM kanálů)
- ◉ Provider může dát více 5MHz kanálů na stejnou buňku
- ◉ 5MHz kanál je sdílen více uživateli pomocí CDMA
- ◉ Max. chip rate 3.84 Mchips/sec
- ◉ Soft handoff (může mluvit s více BTS)
- ◉ Znovupoužití frekvence: 1
- ◉ QPSK modulace

HISTORIE: T-MOBILE INTERNET 4G

- ⦿ 3G UMTS TDD
- ⦿ Na 1900MHz - Praha
- ⦿ Na 872MHz - zbytek ČR
- ⦿ Jen datová síť

už je historie

pokus o datovou síť nekompatibilní s telefony, bylo třeba speciální datové modemy

Od prosince 2008 změna:

„T-Mobile zprovozní klasickou 3G síť FDD, jakou podporují telefony a provozuje O2“
Praha - částečně, léto 2010 další města

O2, T-MOBILE, VODAFONE

- ◉ Klasická UMTS FDD síť
- ◉ Pokrytí - větší města
 - viz mapy pokrytí operátorů

UMTS není celoplošné pokrytí,
„ostrůvky“

dále datové modemy

CDMA 1x EV-DO

UMTS RYCHLOSTI

144 kbps - mimo město

384 kbps - město, mírný pohyb

2 Mbps - město, neměnná poloha

10 Mbps - HSDPA (REL5)

...

HSDPA, HSUPA

- High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA)
 - Až cca 21Mbps, HSPA+42 až 42Mbps
- High-Speed Uplink Packet Access (HSUPA)
 - Až cca 6Mbps

Přenosové rychlosti - orientačně, liší se dle kategorií, verzí

HANDOVER

⊙ Soft

- Mobilní stanice komunikuje s více NodeB současně
- Nedojde k přerušení spojení

⊙ Hard

- Mobilní stanice komunikuje jen s jednou BTS
- Krátké přerušení při změně kanálu

DUAL CARRIER

- ◉ <http://zajic.v.pytli.cz/2012/10/08/pravda-o-vodafone-hspa-42-dual-carrier/>
- ◉ dvě nosné frekvence
- ◉ 1 až 21Mbps, 2 až 42Mbps
- ◉ v běžných podmínkách cca 30Mbps

- ◉ 5 MHz pro UMTS (jedna nosná) a 5 MHz pro GSM (25 kanálů)

TECHNOLOGICKÁ NEUTRALITYA 900 MHZ

- frekvence tzv. **technologicky neutrální**, je na nich tedy možné provozovat **jakoukoli technologii (GSM, UMTS, LTE)**, pokud tato nezpůsobuje rušení ostatních provozovaných technologií.

LTE (LTE ADVANCED: 4G)

- ⊙ <http://zajic.v.pytli.cz/2012/06/18/lte-na-1800-mhz-ma-pro-operatory-smysl/>
- ⊙ LTE
 - čistě IP síť, paketová
- ⊙ GSM a UMTS síť
 - přenos hlasu - přepínání okruhů mezi telefonem a jádrem sítě o vyhrazené kapacitě odpovídající kodeku
 - kanál aktivní po celou dobu hovoru

LTE

- ⊙ stahování 172.8 Mbps
- ⊙ odesílání 57.6 Mbps
- ⊙ např. severské země

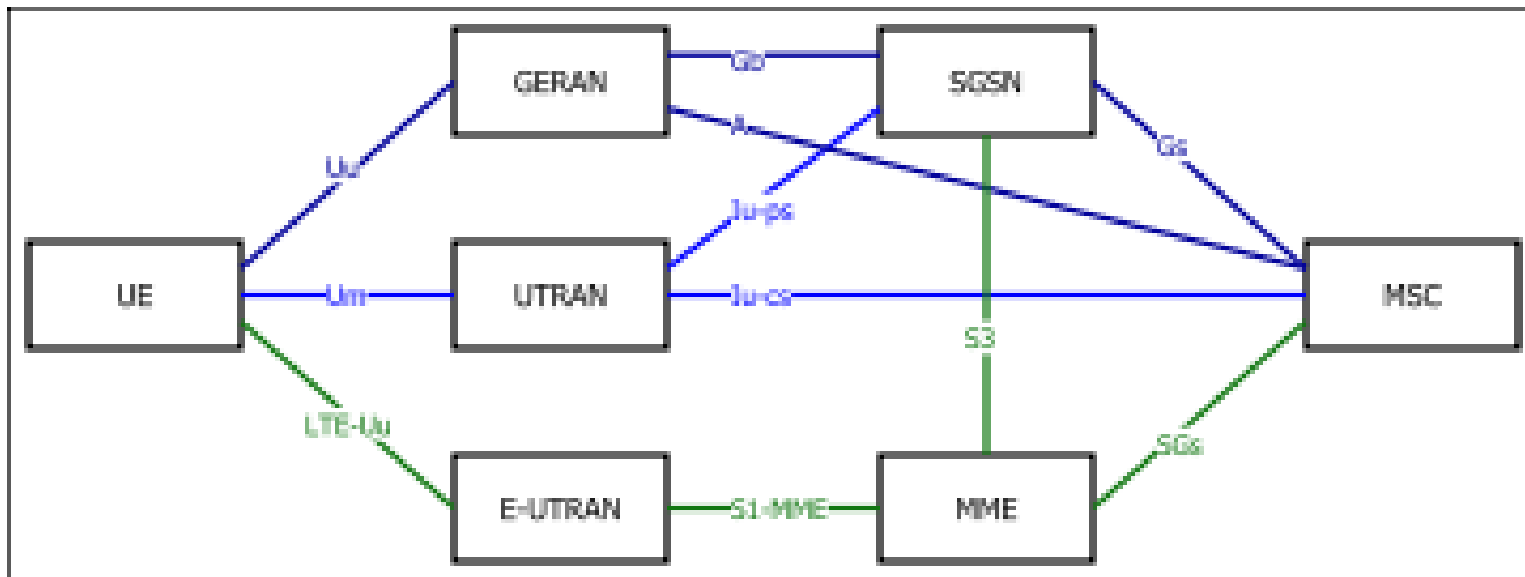
- ⊙ 12.6.2012 Telefonica - Jesenice u Prahy

LTE

- ◉ flexibilita spektra
 - 1.4, 3, 5, 10, 15, 20 MHz kanály
- ◉ W-CDMA potřebovala 5MHz
- ◉ podpora alespoň 200 aktivních klientů v každé 5MHz buňce
- ◉ přepínání paketů
- ◉ jak vyřešit hlas
 - různé strategie, např. VOLTE (Voice over LTE)
 - HD Voice kodek
- ◉ frekvence
 - 800, 900, 1800, 2600 MHz v Evropě

LTE

- ⊙ E-UTRA .. RAN (radio access network) používaná v LTE
- ⊙ GSM, UMTS, LTE



WIFI

- ⊙ 802.11a - frekvence 5GHz
 - Do 54 Mbps
- ⊙ 802.11b - 2.4GHz
 - 1, 2, 5.5, 11 Mbps
- ⊙ 802.11g - 2.4GHz
 - 1,2,6,9,12,18,24,36,48,54 Mbps
- ⊙ 802.11n - 2.4(5)GHz
 - 72.2Mbps při 20MHz bandwidth
 - 150Mbps při 40MHz bandwidth

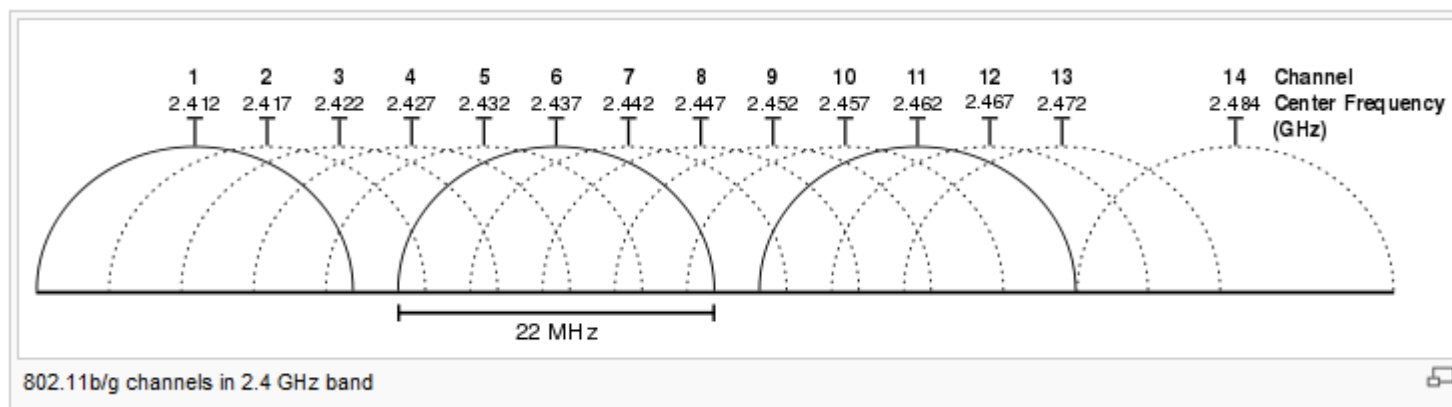
WIFI - 802.11B

⦿ 14 kanálů

- Dle různých států,
- USA, Kanada 11 kanálů (1-11)
- Evropa 13 kanálů (1-13), výjimky..

⦿ Pozor na překrývání kanálů

- 3 které se nepřekrývají - 1, 6, 11



WIFI

⊙ piggybacking

- Přístup k bezdrátovému síťovému připojení bez souhlasu jeho vlastníka

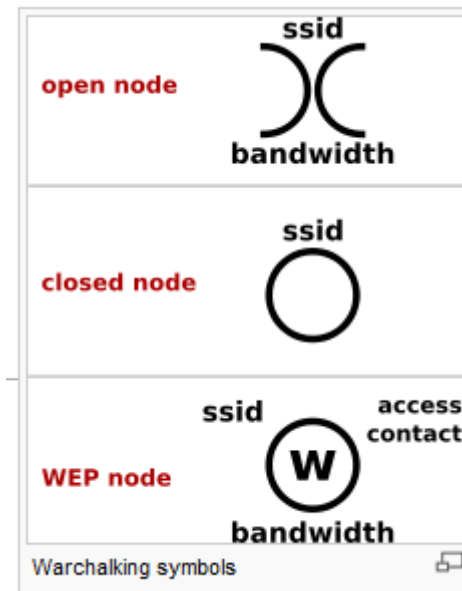
⊙ Wardriving

- Vyhledávání wifi sítí z pohybujícího se vozidla
- Na rozdíl od piggybackingu zde není využití přístupu k síti, jen mapování příst. Bodů
- Pasivní (program Kismet) - jen poslouchá
- Aktivní (prog. NetStumbler) - aktivně posílá probe messages



WIFI - BEZPEČNOST

- Značkování sítí (grafiti) - warchalking



WIFI

⦿ Hotspot

- Místo, které nabízí internetový přístup

⦿ SSID

- Identifikátor sítě
- Může být viditelný nebo skrytý
- AP může vysílat více SSID

ZABEZPEČENÍ WIFI

⊙ MAC filter

- Seznam povolených MAC adres zařízení (ale u notebooku lze snadno změnit..)

⊙ WEP(Wired Equivalent Privacy)

- Statické klíče, symetrická šifra
- Pomocí programů lze snadno získat

⊙ WPA

- Využívá WEP klíče, které jsou dynamicky měněny
- Speciální program suplikant
- Autentikace - PSK (pre-shared key) nebo RADIUS ověřovací server

ZABEZPEČENÍ WIFI

- WPA2
 - Kvalitnější šifrování AES
 - Vyžaduje vyšší výpočetní výkon
- Šifrovat i na aplikační úrovni
- Režim bezpečnosti
 - Nastavení firewallu
 - doma, work, public