

A man in the foreground is holding a white HTC smartphone, taking a photo of a woman in the background. The woman is smiling and looking towards the camera. They are outdoors, possibly at a social gathering, with other people and greenery visible in the blurred background. A large pink semi-transparent rectangle is overlaid on the bottom half of the image, containing the title and author information.

MODERNÍ RÁDIOVÉ PRVKY V SÍTÍCH PRO MOBILNÍ KOMUNIKACI

Karel Mikuláščík



LIFE IS FOR SHARING.

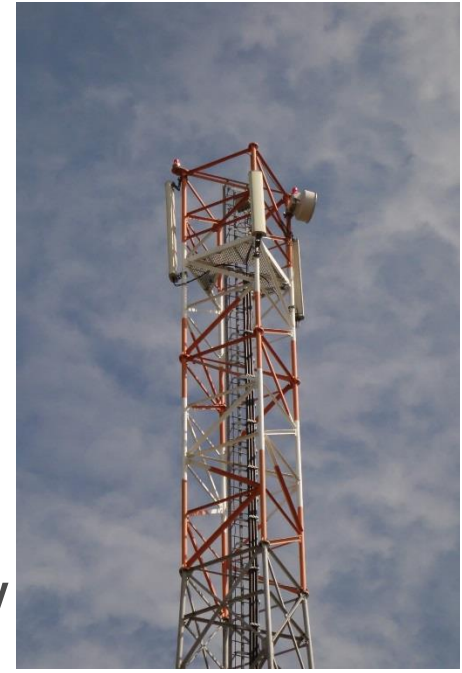
ÚVOD

- Mobilní sítě – možnost telefonovat a přistupovat k internetu, téměř odkudkoliv
- Rozvoj 3G a 4G sítí – 10 let => zvýšení uživatelských datových rychlostí > 100 x
- ČR mobilní operátoři – 3. generace technologie pro mobilní dig. komunikaci
- Aktuálně nasazovaná technologie pro mobilní sítě 2G, 3G a 4G
- Zobecnění principů aplikovaných na technologie aktuálně použité pro mobilní sítě v ČR

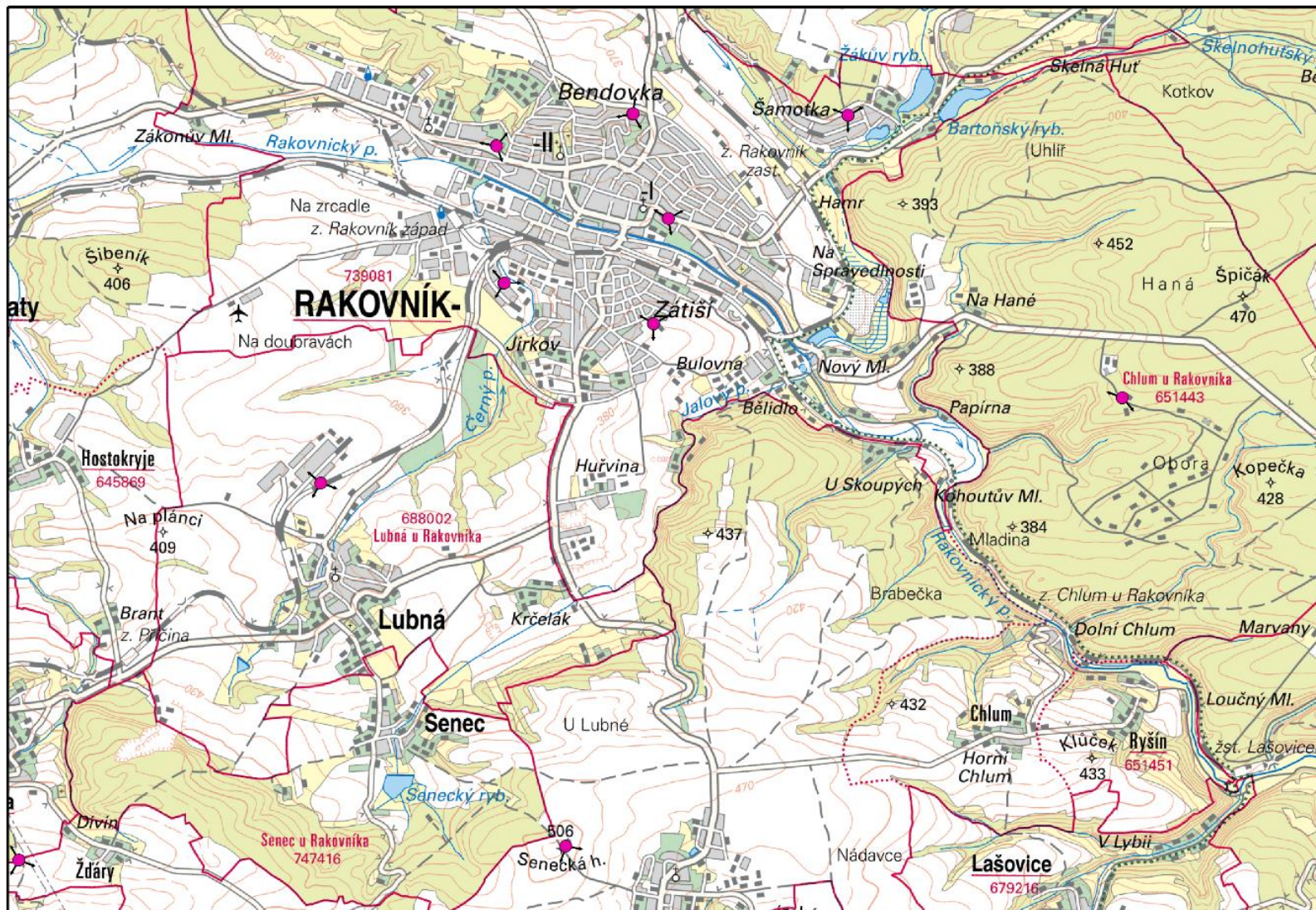


REÁLIE RÁDIOVÉ ČÁSTI MOBILNÍ SÍTĚ

- Základnová stanice (BTS) – základní stavební kámen mobilní sítě
- Každý mobilní operátor v ČR disponuje několika tisíci BTS
- Požadavky na pokrytí území/obyvatel, kapacitní požadavky => rozmístění a počet BTS
- BTS obsluhuje nejčastěji 3 buňky (sektory) – v daném systému tři nezávislé anténní systémy a vysílače (TRXy) – komunikace mobilních terminálů ve třech geograficky separovaných oblastech pod základnovou stanicí.
- TRX a anténu standardně propojují dvě anténní cesty – anténa má dva porty ($+45^\circ/-45^\circ$ vůči zemskému povrchu) – Rx diverzita 2G a 3G a MIMO 2x2 ve 4G



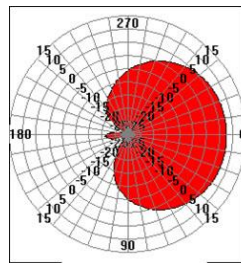
UKÁZKA ROZMÍSTĚNÍ BTS MOBILNÍ SÍTĚ



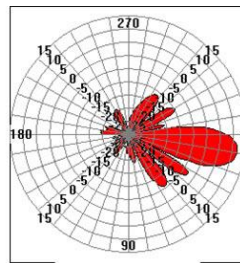
REÁLIE RÁDIOVÉ ČÁSTI MOBILNÍ SÍTĚ

- Městské základnové stanice – bývají vybavovány všemi dnes používanými systémy: GSM (2G), UMTS (3G) a LTE (4G), venkovské jen 2G a 4G
- Základní frekvenční pásma (GSM – 900 MHz, UMTS – 2100 MHz, LTE – 800 MHz) doplňují pásma 1800 a 2600 MHz. GSM rozšiřuje 1800 MHz, LTE vše
- Radiová část je na BTS reprezentovaná bloky BBU (Base Band Unit), radiovými jednotkami RRU (Radio Remote Unit) a anténami
- BBU – datová komunikace s jádrem mobilní sítě – optika, MW, ethernet; komunikace s radiovými jednotkami (IQ signály v základním pásmu) prostřednictvím CPRI rozhraní, dohled technologií BTS a nositel systémového času; v moderních instalacích obsluhuje všechny technologie – spec. karty

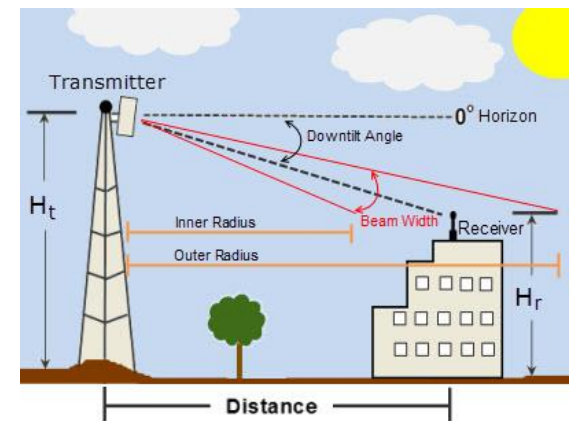
REÁLIE RÁDIOVÉ ČÁSTI MOBILNÍ SÍTĚ



Horizontal



Vertical



- Radiové jednotky RRU – kabelové vs. distribuované řešení – co nejblíže k anténám na anténní nosiče; zpracování signálu v základním pásmu (především převod D-A/A-D), (de)modulace, výkonové/nízkošumové zesílení a duplexování downlinkových a uplinkových signálů; každé pásmo – 1 x RRU; kabelové řešení – radiové jednotky společně v kabinetu – tech. místnost/outd.
- Anténní systémy => pokrytí signálem, ideálně separátní pro systémy/pásma; v horizontální rovině šířka svazku 65° (případně 90°), ve vertikální rovině pak $5 - 10^\circ$ pro pokles vyzařované energie na polovinu (3 dB); anténní parametry: zisk, azimut hlavního směru vyzařování v horiz. rovině a náklon prostředku svazku ve vert. rovině - tilt – mechanický a variabilní elektrický 0 až $6 - 15^\circ$ dle typu antény; kompromis – více pásmové (až 6) anténní systémy

ANTÉNNÍ SYSTÉMY 2G, 3G A 4G A RRU



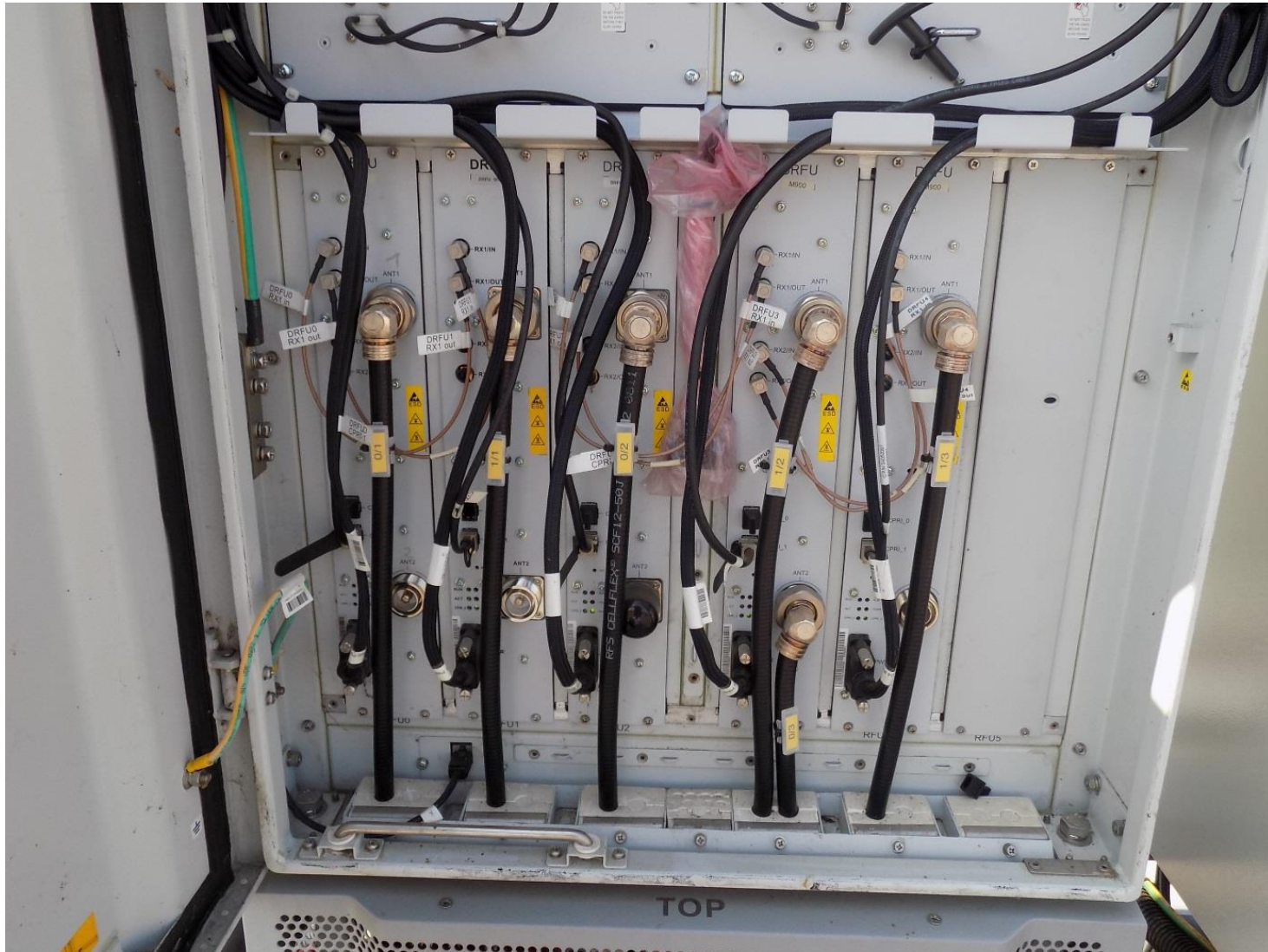
GENERAČNÍ VÝVOJ HARDWARE PRO RADIOVOU ČÁST MOBILNÍ SÍTĚ

- 1. generace – skládání řady modulů do kabinetu (TRX, combinery, duplexery, předzesilovače – dle konkrétního zadání pro danou lokalitu. 1xGSM kanál = 1x TRX modul; další kanál = nový modul, přepojení, změna combiningu, kalibrace výkonů, atd., často také instalace celého nového kabinetu; kabinet – tech. místnost, kontejner, outdoor řešení, např. komín – napaječe i 80 m – kabely velkých průřezů, v uplinkové cestě se instalují předzesilovače TMA
- 2. generace – 2G i 3G – integruje TRXy, combining, duplexování a zesílení do jednoho kompaktního modulu. Pro GSM obsluhuje modul 2 kanály. Přidání kanálu = přidání nového modulu k původnímu, změna combiningu obou modulů bez dalších zásahů do kabinetu; objevuje se distribuované řešení; radiové jednotky určené pro konkrétní systém, autonomní funkce 2G a 3G

RADIOVÉ JEDNOTKY PRO GSM V KABINETU 1.GENERACE



RADIOVÉ JEDNOTKY PRO GSM V KABINETU 2.GENERACE



GENERAČNÍ VÝVOJ HARDWARE PRO RADIOVOU ČÁST MOBILNÍ SÍTĚ

- 3. generace – uplatňuje se s výstavbou LTE,
- Maximum RRU u antén, připravené pozice pro RRU, optické rozvaděče, napájení
- Radiové jednotky disponují univerzální i bloky signálových procesorů, které mohou v daném frekvenčním pásmu generovat signály různých systémů (2G, 3G i 4G), které následně zesílí výkonové prvky v obou anténních cestách
- RRU pro 900 MHz může vysílat GSM i LTE nebo GSM pro dva operátory
- RRU pro 2100 MHz může vysílat 2xUMTS pro dva operátory + LTE
- RRU pro GSM – variabilní počet kmitočtů (např. 1-8), odpadá nutnost použití combinerů (výkonové ztráty), změna počtu kmitočtů => vzdálená konfigurace
- Nové pásmo = přivést anténu, RRU, kartu do BBU, propojit optiky

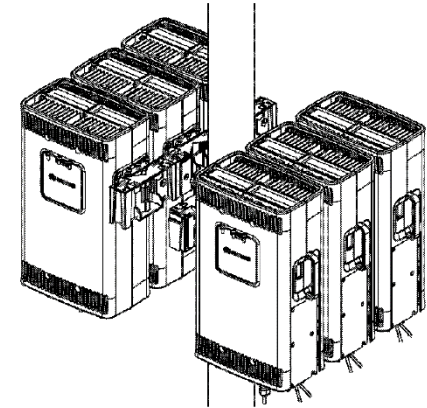


FIG. 18

RADIOVÉ JEDNOTKY PRO GSM V KABINETU 3.GENERACE



SOUČASNOST A BLÍZKÁ BUDOUCNOST MOBILNÍCH SÍTÍ

- Současný stav - vedle sebe jsou provozovány systémy GSM, UMTS a LTE <= rozšíření terminálů s různou podporou těchto systémů, různé pokrytí
- GSM – dosud největší pokrytí, základní systém pro konzervativní uživatele (využívající pouze hlasové služby)
- UMTS – mezi zákazníky největší počet terminálů pro datové služby
- LTE – terminály se teprve dostávají mezi zákazníky (obměna zařízení)
- Cyklus obměny datových terminálů násobně rychlejší než u čistě hlasových
- Očekává se přepnutí UMTS -> LTE, GSM – konec v nedohlednu

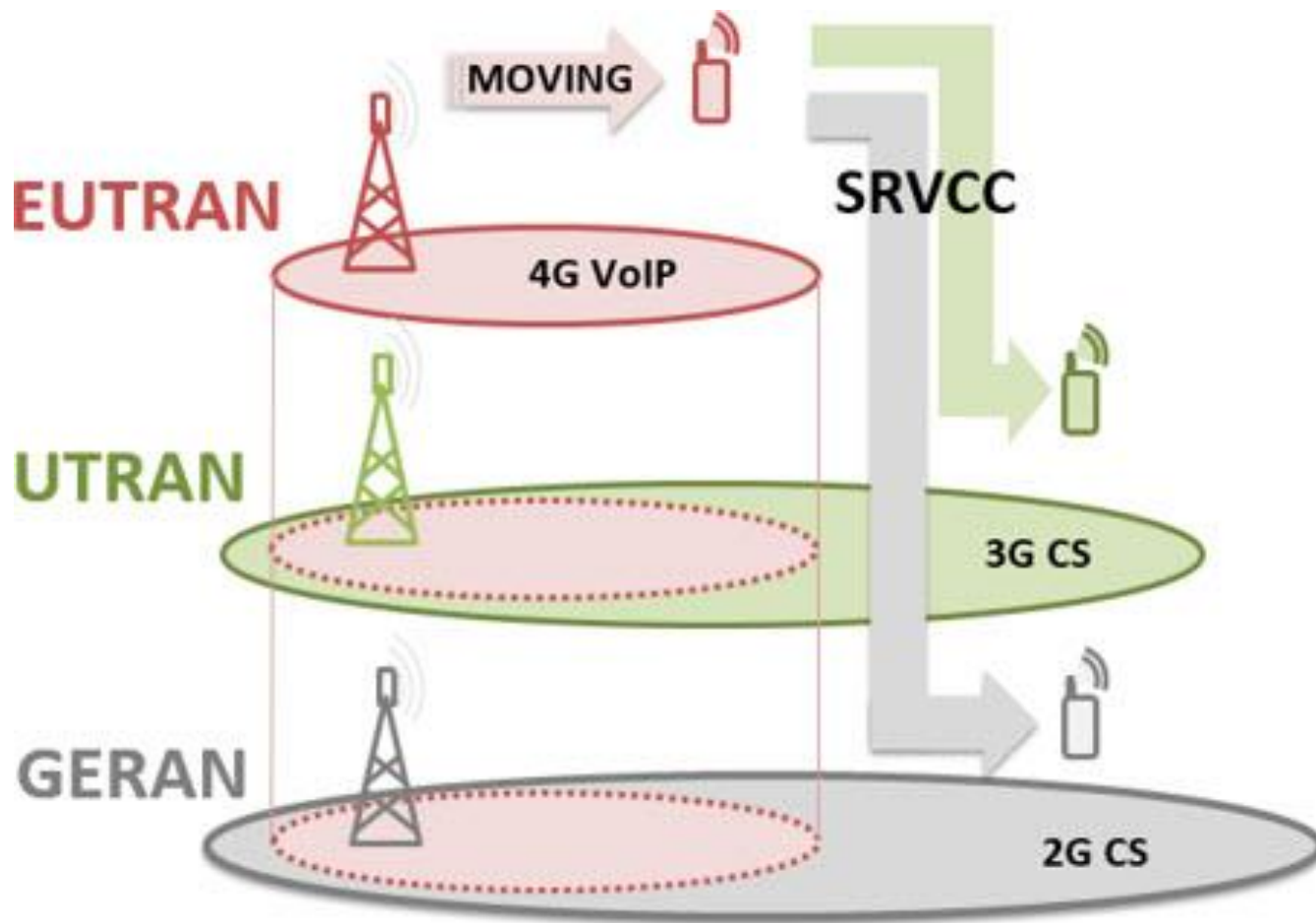
SOUČASNOST A BLÍZKÁ BUDOUCNOST MOBILNÍCH SÍTÍ

- Aktuálně – mohutná výstavba LTE technologie v pásmu 800 MHz
- Pásmo 800 MHz – dosud nejnižší - vhodné pro budování celostátního pokrytí
- Odklad dražby kmitočtů i nové technologie => ostrovy LTE 900/1800/2100 MHz – kmitočty již držené operátory, budoucí slučování datových toků/pásmo
- Větší podíl LTE terminálů/rostoucí poptávka po mobilních datech => spouštění dalších pásem pro LTE => uspokojení kapacitních požadavků
- Zavádí se též hovory prostřednictvím LTE sítě – VoLTE a Wi-Fi sítí – VoWifi, zatím pouze pro omezený počet nejnovějších terminálů

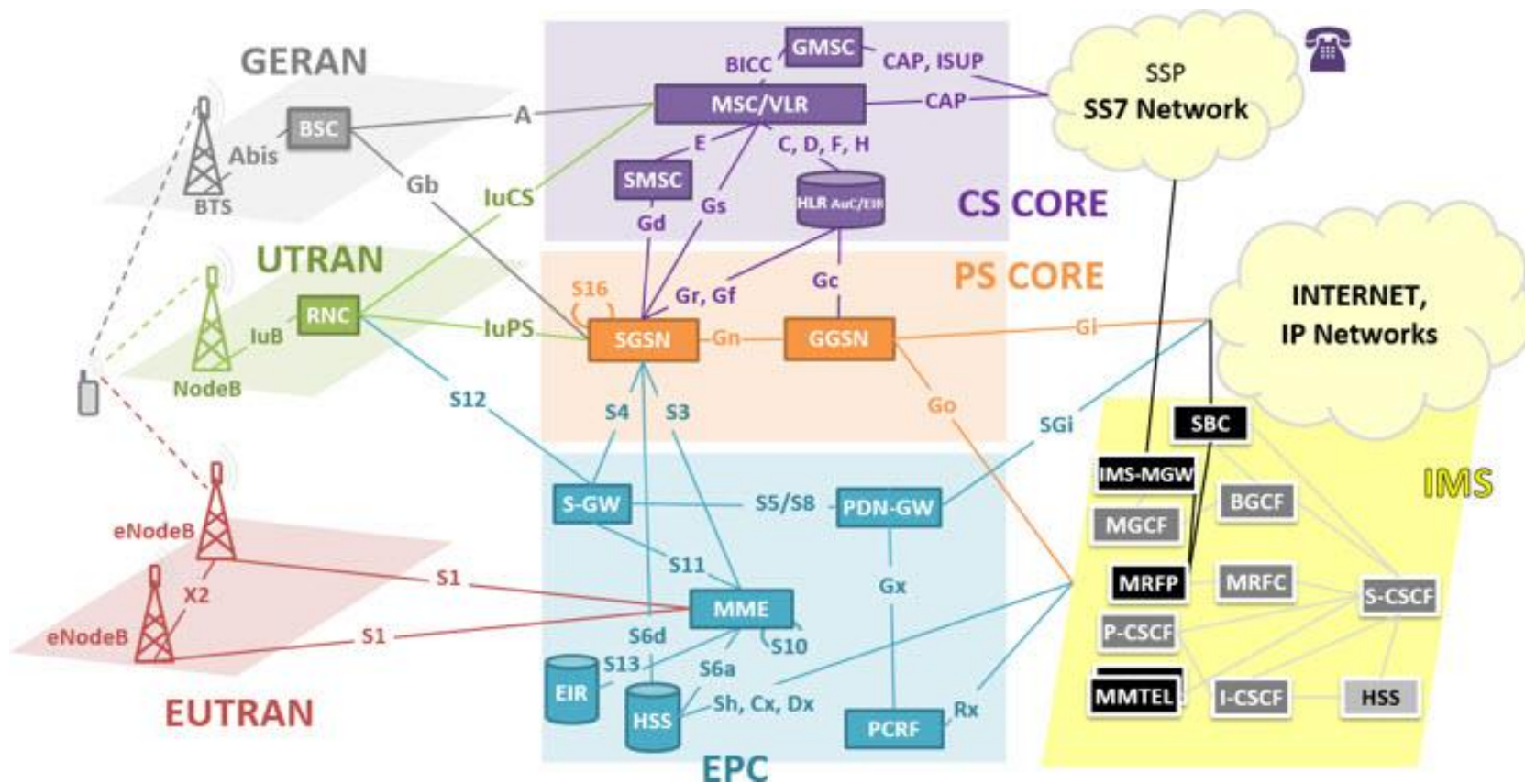
INTEROPERABILITA MEZI SYSTÉMY PRO MOBILNÍ KOMUNIKACI

- Požadavky na současné poskytování hlasových a datových služeb, nehomogenost pokrytí různými systémy i kapacitní důvody => nutnost určovat terminálům systém/pásmo, s ohledem na řešené úlohy i jejich lokaci
- Hlasové služby – důležité pokrytí, 3G horší (kmitočty), LTE původně jen datové
- Datové služby – priorita LTE, 3G; při hovoru opouští LTE => 3G, 2G
- Opuštění oblasti se signálem jednoho systému – hladký přechod (3G => 2G)
- VoLTE hovory – terminál stále v LTE; Wi-Fi hovory – přechod do VoLTE
- Mobilní sítě – disponují mechanismy řízení terminálů mezi systémy, frekven. pásmy => nepřerušené hovory s dostatečnou kvalitou, dostatečné datové rychlosti i optimální využití v místě dostupných radiových prostředků mobilní sítě

UKÁZKA SMĚROVÁNÍ VOLTE HOVORU DO 3G/2G SÍTĚ PŘI ZTRÁTĚ SIGNÁLU 4G SÍTĚ



HLASOVÁ KOMUNIKACE NAPŘÍČ SYSTÉMY 2G, 3G A 4G



ZÁVĚR

- Moderní technologie – efektivnější využití frekvenčních pásem, šetří energetické zdroje i prostor nutný k jejich provozu
- Dříve náročně zásahy do hardware v místě BTS nahrazují konfigurační zásahy „na dálku“, např. spuštění nového systému v již instalovaném pásmu
- Z jedné radiové jednotky – signály více systémů i více mobilních operátorů
- Jeden modul RRU pro jedno pásmo
- Změna anténních parametrů na dálku
- Všechny systémy na BTS obsluhuje jedině BBU
- Mobilní síť – plní požadavky zákazníků i optimálně využívá radiové zdroje