



Telekomunikácie SR 2014 - 12. výročná konferencia IIR pre telekomunikačný priemysel

Bratislava, 28. – 29. január 2014



**LTE technológia – začiatky
siete 4. generácie**

Vladimír Murín

**Výskumný ústav spojov, n.o.
Banská Bystrica**

Obsah



- ⌘ Špecifiká technológie LTE
- ⌘ Súčasná situácia LTE na Slovensku a vo svete
- ⌘ Zariadenia vhodné pre technológiu LTE
- ⌘ Čo sa od tejto technológie očakáva do budúcnosti?

Špecifikácia technológie LTE



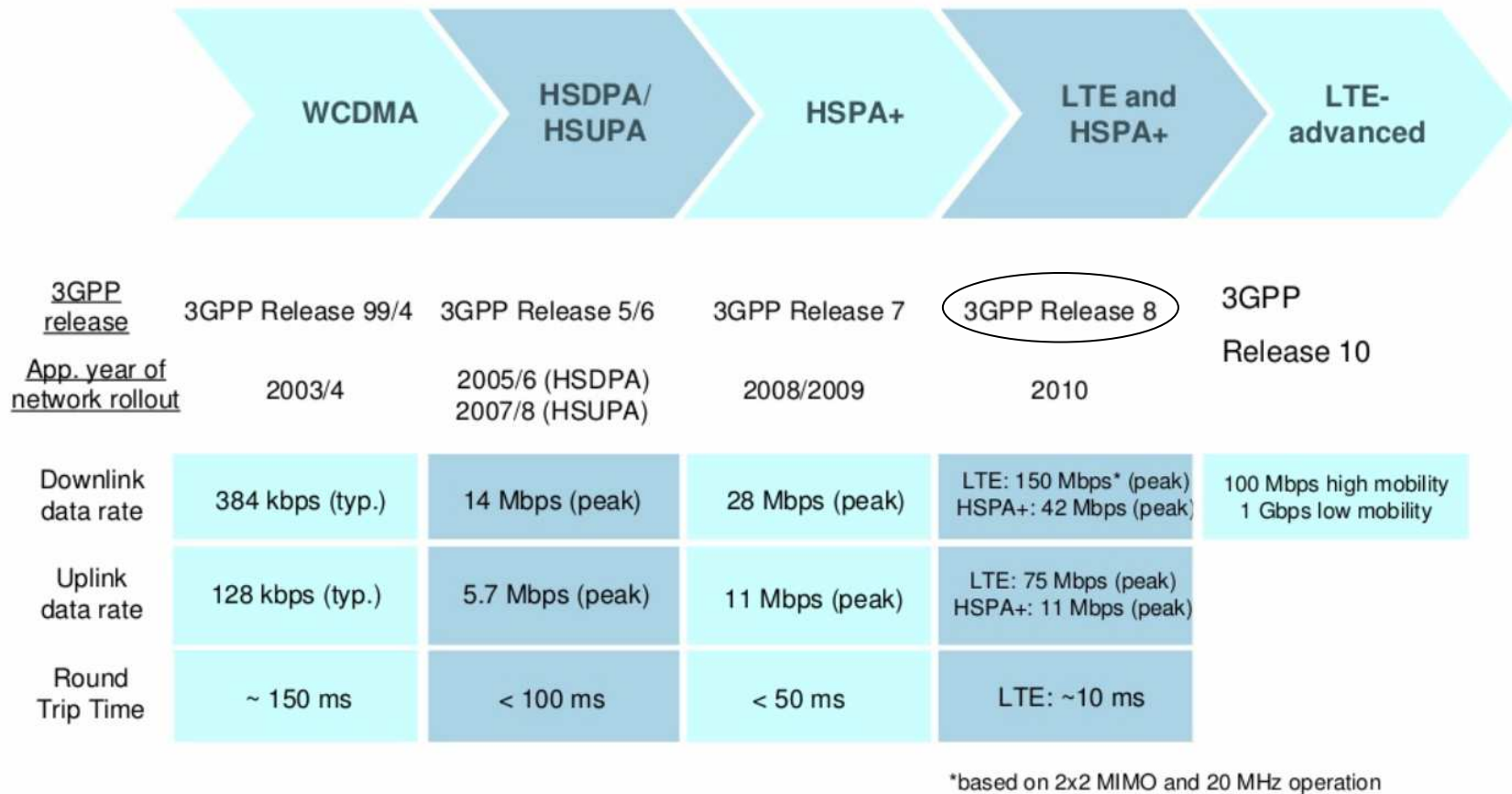
⌘ **Technológia LTE (Long term Evolution)** je pokračovaním vývoja mobilných technológií druhej a tretej generácie. LTE ešte nie je 4G, zvykne sa označovať **3,9G**.



⌘ Mobilnou technológiou **4G** je až **zdokonalená technológia LTE-A (Advanced LTE)**.

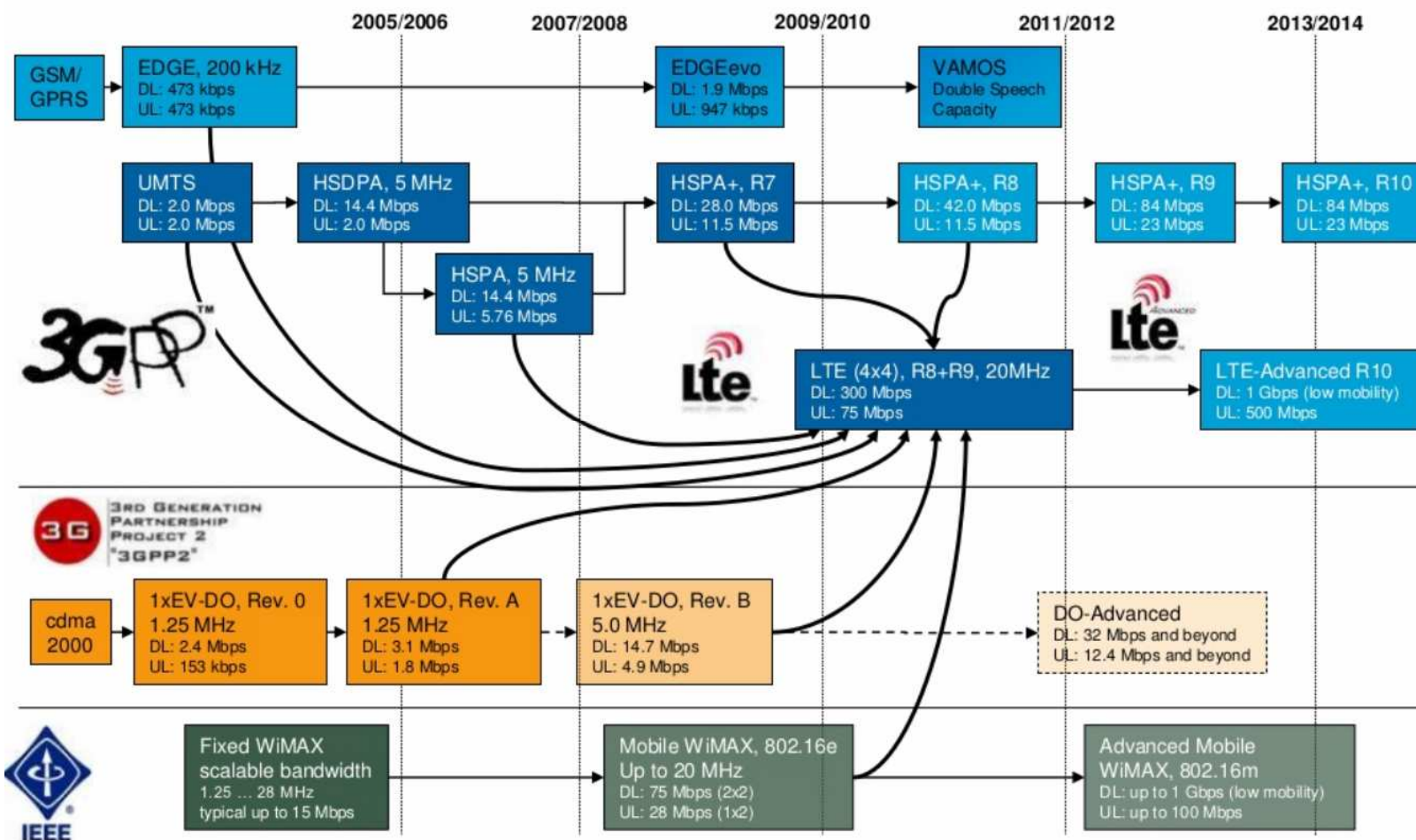
Zdroj: <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>

Vývoj špecifikácií mobilných technológií v rámci projektu 3GPP



Zdroj: <http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte>

Porovnanie vývoja technológií LTE a WiMAX



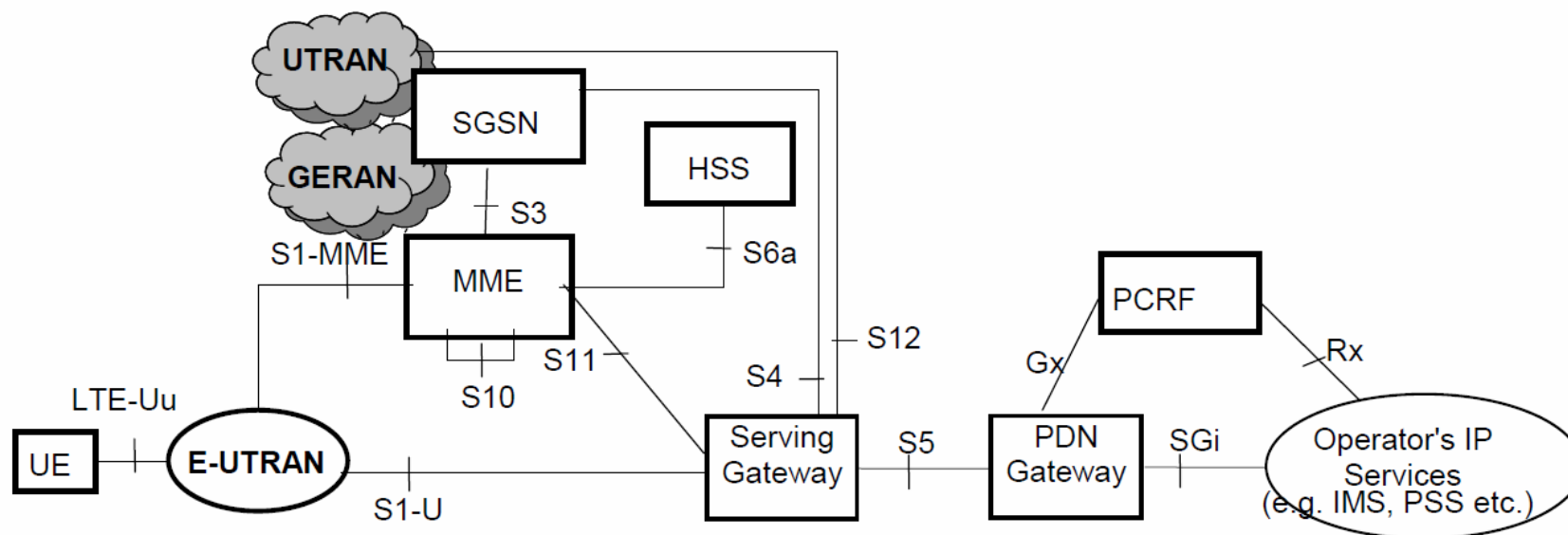
Zdroj: <http://www.slideshare.net/RohdeSchwarzNA/lte-eutran-rsanov2012combinedday>

Najnovšie technické špecifikácie ETSI

ETSI TS 123 401 V11.8.0 (2013-12)		 Latest document information
Reference:RTS/TSGS-0223401vb80	Source:3GPPSA	2153264 bytes (288 Pages)
Title: LTE;General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (3GPP TS 23.401 version 11.8.0 Release 11)		
ETSI TS 123 401 V10.10.0 (2013-04)		 Latest document information
Reference:RTS/TSGS-0223401vaa0	Source:3GPPSA	2235349 bytes (281 Pages)
Title: LTE;General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (3GPP TS 23.401 version 10.10.0 Release 10)		
ETSI TS 123 401 V9.15.0 (2013-04)		 Latest document information
Reference:RTS/TSGS-0223401v9f0	Source:3GPPSA	2108626 bytes (258 Pages)
Title: LTE;General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (3GPP TS 23.401 version 9.15.0 Release 9)		
ETSI TS 123 401 V8.18.0 (2013-04)		 Latest document information
Reference:RTS/TSGS-0223401v8l0	Source:3GPPSA	2006404 bytes (240 Pages)
Title: LTE;General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (3GPP TS 23.401 version 8.18.0 Release 8)		

Zdroj: <http://pda.etsi.org/pda/AQuery.asp>

Referenčná schéma siete LTE



GERAN - GSM EDGE Radio Access Network

HSS - Home Subscriber Server

IMS - IP Multimedia Subsystem

MME - Mobility Management Entity

PCRF - Policy and Charging Rule Function

PDN - Packed Data Network

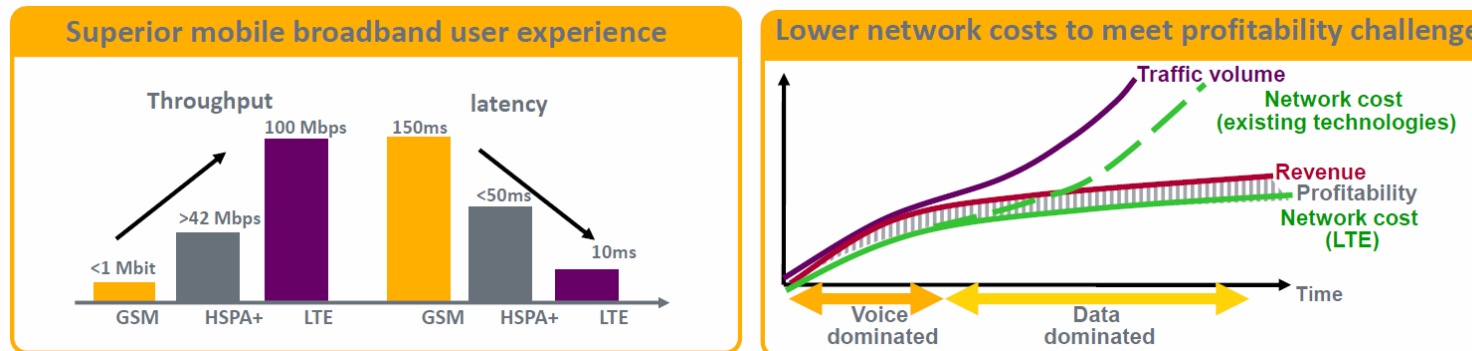
SGSN - Serving GPRS Support Node

UE - User Equipment

E-UTRAN - Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network

Zdroj: ETSI TS 123 401

Vlastnosti a očakávané prínosy technológie LTE



Zdroj: Ulrich Rehfuss, Nokia Siemens Networks, 2012

- ⌘ Vysoká prenosová rýchlosť (v závislosti od šírky kanála)
- ⌘ Nízke oneskorenie
- ⌘ Úspory nákladov na sieť
- ⌘ Efektívnejšie využitie frekvenčného spektra
- ⌘ Prevádzka v párovanom (FDD) a nepárovanom spektre (TDD)

Frekvenčné pásma určené pre LTE/LTE- A FDD

LTE/LTE-A Frequency Bands (FDD)

E-UTRA Operating Band	Uplink (UL) operating band BS receive UE transmit		Downlink (DL) operating band BS transmit UE receive		Duplex Mode
	$F_{UL, low}$	$F_{UL, high}$	$F_{DL, low}$	$F_{DL, high}$	
1	1920 MHz	1980 MHz	2110 MHz	2170 MHz	FDD
2	1850 MHz	1910 MHz	1930 MHz	1990 MHz	FDD
3	1710 MHz	1785 MHz	1805 MHz	1880 MHz	FDD
4	1710 MHz	1755 MHz	2110 MHz	2155 MHz	FDD
5	824 MHz	849 MHz	869 MHz	894 MHz	FDD
6	830 MHz	840 MHz	875 MHz	885 MHz	FDD
7	2500 MHz	2570 MHz	2620 MHz	2690 MHz	FDD
8	880 MHz	915 MHz	925 MHz	960 MHz	FDD
9	1749.9 MHz	1784.9 MHz	1844.9 MHz	1879.9 MHz	FDD
10	1710 MHz	1770 MHz	2110 MHz	2170 MHz	FDD
11	1427.9 MHz	1452.9 MHz	1475.9 MHz	1500.9 MHz	FDD
12	698 MHz	716 MHz	728 MHz	746 MHz	FDD
13	777 MHz	787 MHz	746 MHz	756 MHz	FDD
14	788 MHz	798 MHz	758 MHz	768 MHz	FDD
17	704 MHz	716 MHz	734 MHz	746 MHz	FDD
18	815 MHz	830 MHz	860 MHz	875 MHz	FDD
19	830 MHz	845 MHz	875 MHz	890 MHz	FDD
20	832 MHz	862 MHz	791 MHz	821 MHz	FDD
21	1447.9 MHz	1462.9 MHz	1495.9 MHz	1510.9 MHz	FDD
22	3410 MHz	3500 MHz	3510 MHz	3600 MHz	FDD

Frekvenčné pásma určené pre LTE/LTE- A TDD

LTE/LTE-A Frequency Bands (TDD)

E-UTRA Operating Band	Uplink (UL) operating band BS receive UE transmit		Downlink (DL) operating band BS transmit UE receive		Duplex Mode
	F_{UL_low} – F_{UL_high}		F_{DL_low} – F_{DL_high}		
33	1900 MHz	– 1920 MHz	1900 MHz	– 1920 MHz	TDD
34	2010 MHz	– 2025 MHz	2010 MHz	– 2025 MHz	TDD
35	1850 MHz	– 1910 MHz	1850 MHz	– 1910 MHz	TDD
36	1930 MHz	– 1990 MHz	1930 MHz	– 1990 MHz	TDD
37	1910 MHz	– 1930 MHz	1910 MHz	– 1930 MHz	TDD
38	2570 MHz	– 2620 MHz	2570 MHz	– 2620 MHz	TDD
39	1880 MHz	– 1920 MHz	1880 MHz	– 1920 MHz	TDD
40	2300 MHz	– 2400 MHz	2300 MHz	– 2400 MHz	TDD
41	3400 MHz – 3600MHz		3400 MHz – 3600MHz		TDD

Prvá komerčná prevádzka LTE

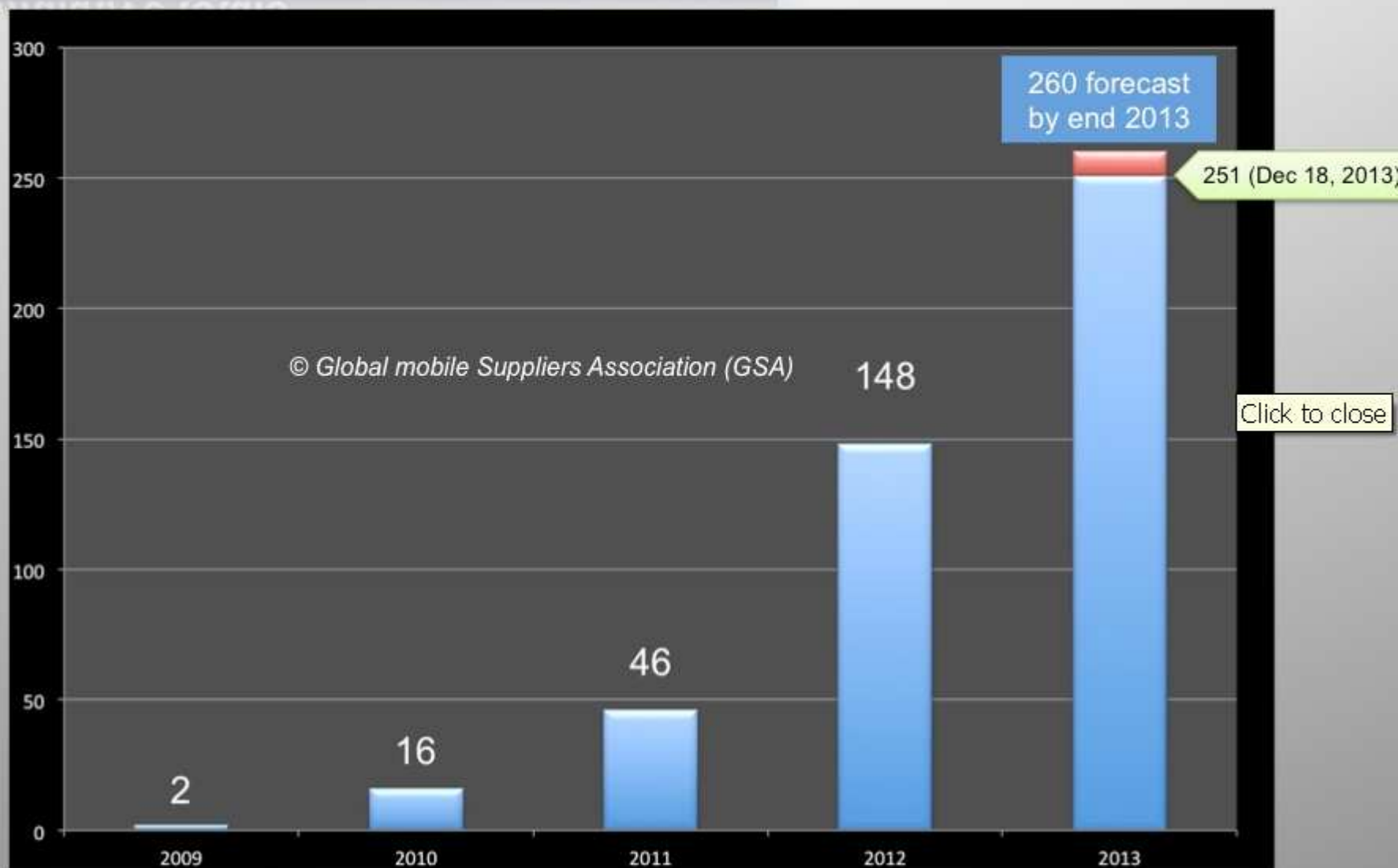


- ⌘ Komerčná prevádzka LTE po prvýkrát v Štokholme v decembri 2009.
- ⌘ Prvý prenos v pásme 800 MHz sa uskutočnil v roku 2011.
- ⌘ Pokrytie 93 % populácie Švédska v októbri 2012.
- ⌘ Operátori prisľúbili pokryť technológiou LTE 99 % populácie a 90 % územia (nie je to uvedené v licenčných podmienkach)

Commercial LTE network launches - cumulative totals

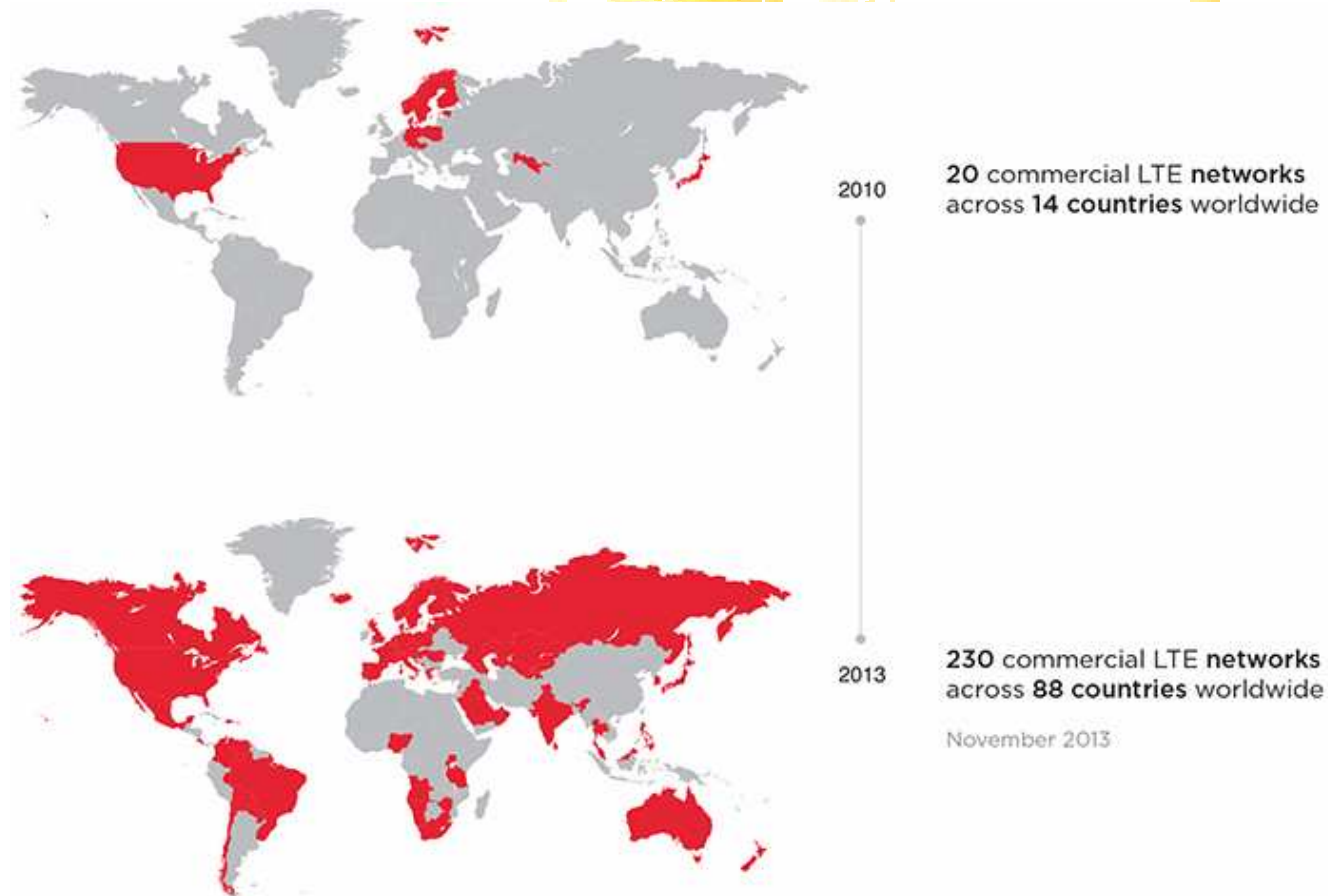


www.gsacom.com



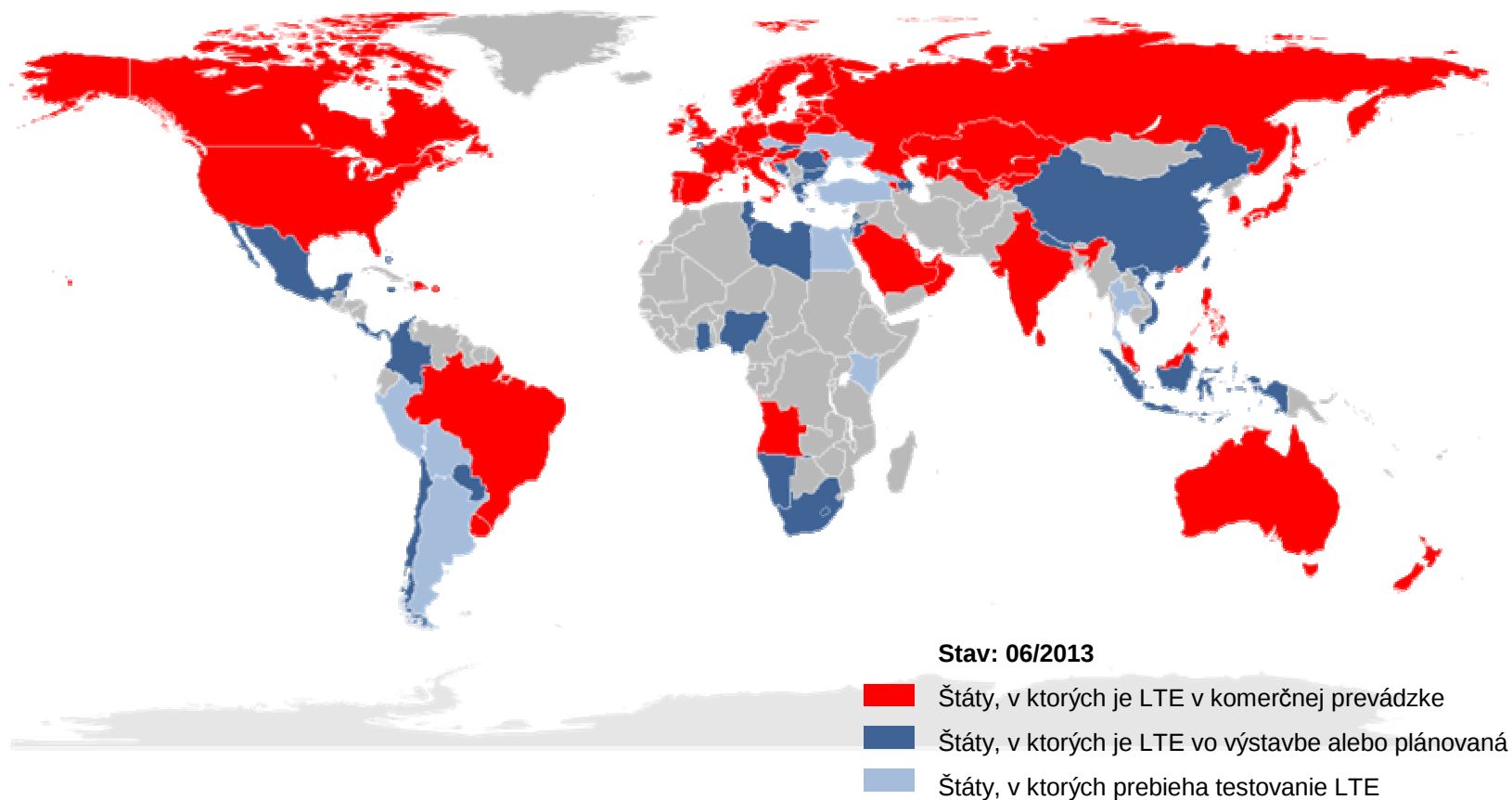
Source of data: Interim Evolution to LTE report – December 18, 2013
GSA - Global mobile Suppliers Association www.gsacom.com

Siete LTE v komerčnej prevádzke, 2010 a 2013



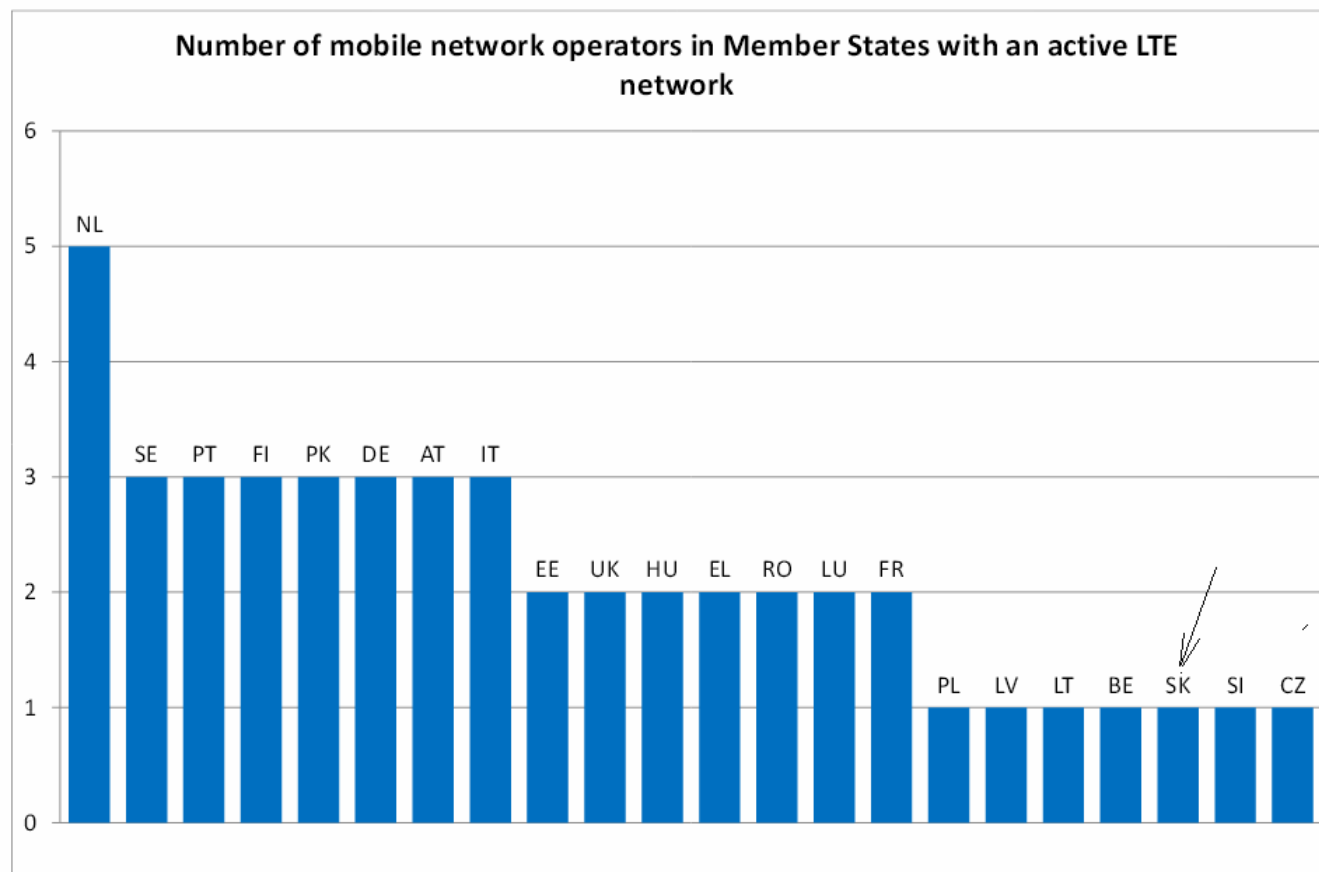
Zdroj: GSMA Intelligence

Siete LTE v komerčnej prevádzke a pripravované



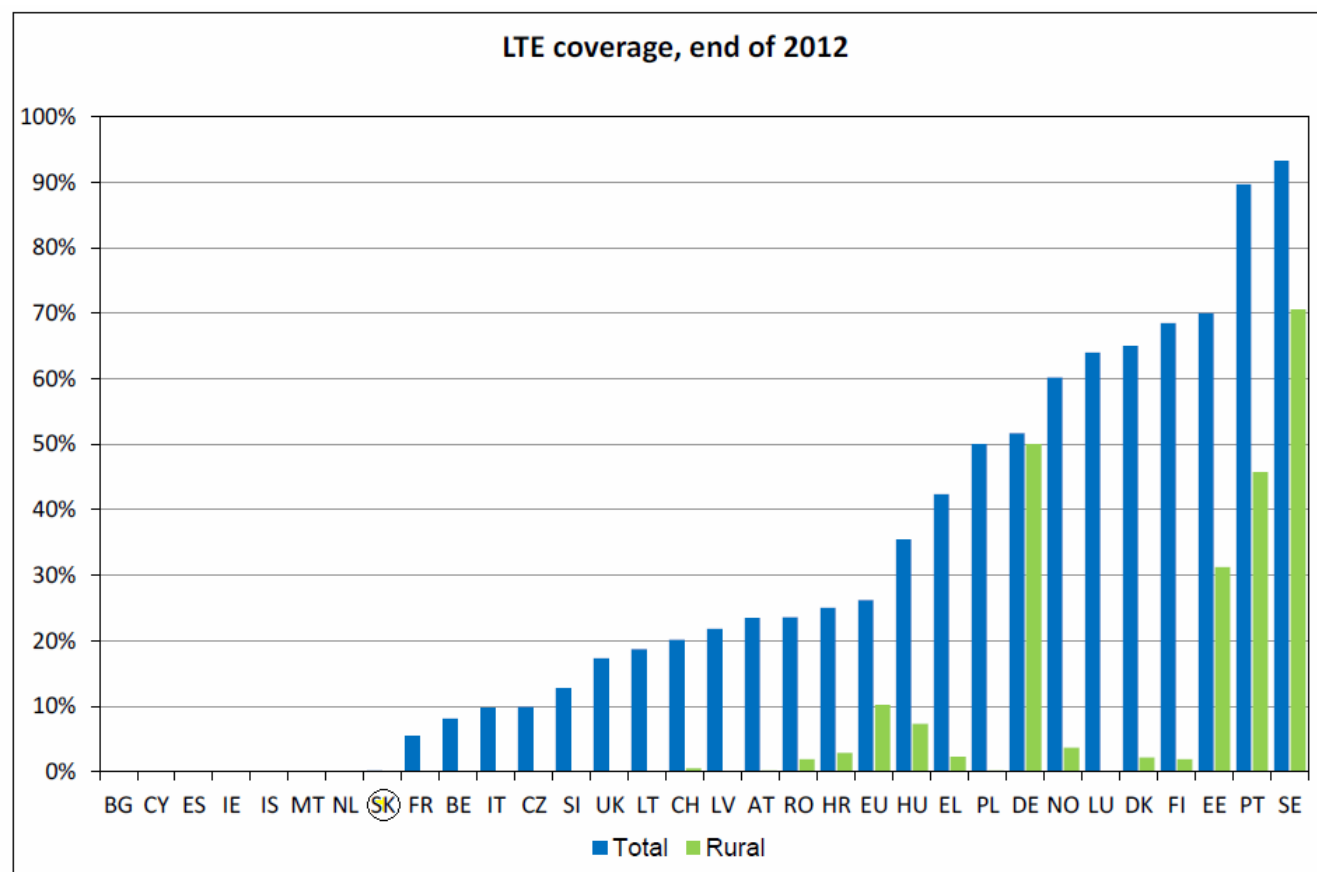
Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/File:3GPP_Long_Term_Evolution_Country_Map.svg

Počet prevádzkovateľov mobilných sietí LTE v krajinách EÚ, december 2012



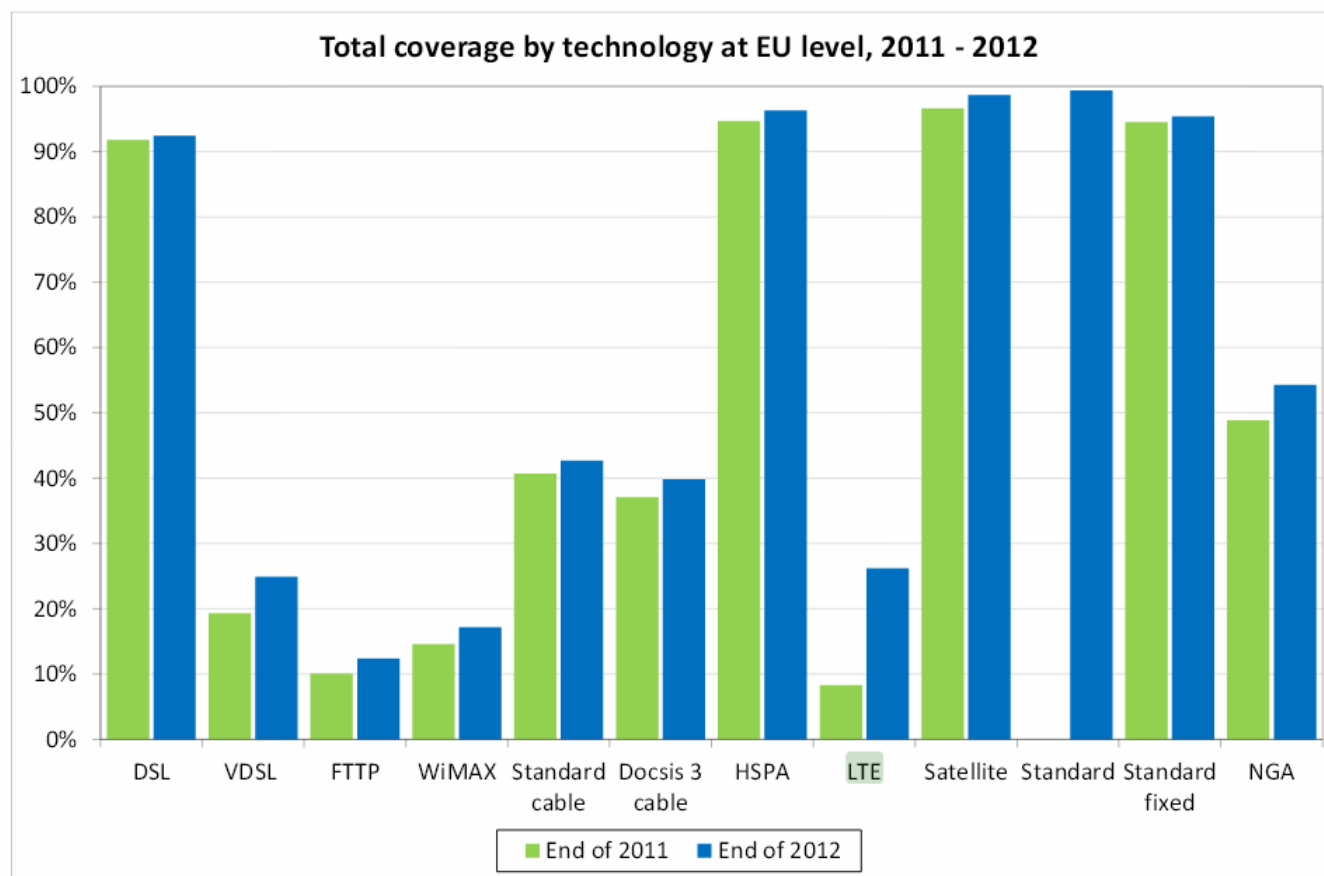
Source: EC services based on GSMA data

Pokrytie populácie technológiou LTE v krajinách EÚ, december 2012



Source: Point Topic

Pokrytie populácie EÚ širokopásmovým prístupom podľa technológií, 2011-2012



Prvé komerčné siete s využitím technológie LTE-A



- ⌘ 26. júna 2013 ohlásil juhokórejský SK Telecom sprístupnenie služieb prostredníctvom technológie LTE-A súčasne s uvedením do predaja koncového zariadenia Samsung Galaxy S4 umožňujúceho využitie LTE-A. Na konci júla 2013 SK Telecom mal 300 000 účastníkov LTE-A v Južnej Kórei.

Zdroj: IDATE LTE White Paper

- ⌘ Prvý dátový prenos s využitím technológie LTE-A sa uskutočnil v austrálskej provincii Queensland 31. júla 2013. Prenos realizoval austrálsky telekomunikačný operátor Telstra vo svojej sieti na frekvenciách 1800 MHz a 900 MHz. Dodávateľom technologického riešenia je spoločnosť Ericsson.

Zdroj: <http://www.ericsson.com/news/1722258>

Komerčná prevádzka LTE na Slovensku

⌘ Telefonica Slovakia – spustila ako prvá na Slovensku komerčnú prevádzku technológie LTE v auguste 2012.

- ☒ Signál pokrýva oblasť Bernolákovo, Ivanka pri Dunaji a Zálesie, kde žije asi 12 tisíc obyvateľov.
- ☒ LTE pracuje vo frekvenčnom pásme 1 800 MHz a využíva celú šírku pásma 2x15 MHz. Použitá je konfigurácia antén 2x2 MIMO.
- ☒ Maximálna ponúkaná rýchlosť je 100 Mbit/s download a 25 Mbit/s upload.
- ☒ Balík 100 GB dát sa ponúka za 15 eur.

Zdroj: <http://www.o2.sk/pre-vas/internet/lte>



ZTE USB modem MF821D

LTE USB modem, ktorý
je ideálny pre váš notebook

➤ [Viac informácií](#)



Huawei WiFi router B593

LTE WiFi Router,
s ktorým pripojíte celú
vašu domácnosť

➤ [Viac informácií](#)

Komerčná prevádzka LTE na Slovensku

⌘ Slovak Telekom – spustil komerčnú prevádzku technológie LTE v novembri 2013.

- ☑ Signál je aktuálne dostupný v 31 miestach a okolitých obciach. Pokrýva približne 23,7% populácie. Dostupnosť služby možno overiť on-line.
- ☑ LTE pracuje v pásme 1800 MHz. Maximálna teoretická rýchlosť je 73 Mb/s pre sťahovanie dát a 23 Mb/s pre ich odosielanie.
- ☑ Podporuje momentálne 22 rôznych mobilných telefónov a zariadení.

Zdroj: <http://www.telekom.sk/osobne/internet/mobilny-internet/4g-lte-internet/>

Podporované mobilné telefóny



20

Podporované zariadenia k Mobilnému internetu



2

Výsledky výberového konania na vydanie individuálnych povolení na používanie frekvencií z frekvenčných pásiem 800 MHz, 1800 MHz a 2600 MHz

⌘ Aukcie sa zúčastnili: Orange Slovensko, Slovak Telekom, SWAN a Telefónica Slovakia.

☒ Orange Slovensko získal 2 x 10 MHz v pásme 800 MHz, 2 x 4,8 MHz v pásme 1800 MHz a 2 x 30 MHz v pásme 2600 MHz.

☒ Slovak Telekom získal 2 x 10 MHz v pásme 800 MHz, 2 x 40 MHz v pásme 2600 MHz FDD a 50 MHz v pásme 2600 MHz TDD.

☒ SWAN získal 2 x 15 MHz v pásme 1800 MHz.

☒ Telefónica Slovakia získala 2 x 10 MHz v pásme 800 MHz, a 2 x 0,6 MHz v pásme 1800 MHz.

⌘ Vydražené boli všetky ponúkané frekvenčné bloky. Súčet jednorazových úhrad za pridelené frekvencie, ktoré zaplatia držitelia povolení je 163,9 mil. eur.

⌘ Platnosť povolení pre pásma 800 MHz a 2600 MHz je do 31. 12. 2028. Platnosť povolení pre pásmo 1800 MHz je do 7. 9. 2026.

<http://www.teleoff.gov.sk/index.php?ID=8221>; <http://www.teleoff.gov.sk/index.php?ID=8241>

Rozvojové kritériá pre úspešných účastníkov výberového konania

⌘ Vo frekvenčnom pásme 800 MHz zabezpečiť pokrytie:

- ☒ Minimálne 25% obyvateľstva Slovenskej republiky (SR) najneskôr do 31. 12. 2015,
- ☒ Minimálne 50% obyvateľstva SR najneskôr do 31. 12. 2017,
- ☒ Minimálne 70% obyvateľstva SR najneskôr do 31. 12. 2018.

⌘ Vo frekvenčnom pásme 1 800 MHz zabezpečiť pokrytie:

- ☒ 25% obyvateľstva SR najneskôr do 31. 12. 2015,
- ☒ 50% obyvateľstva SR najneskôr do 31. 12. 2018.

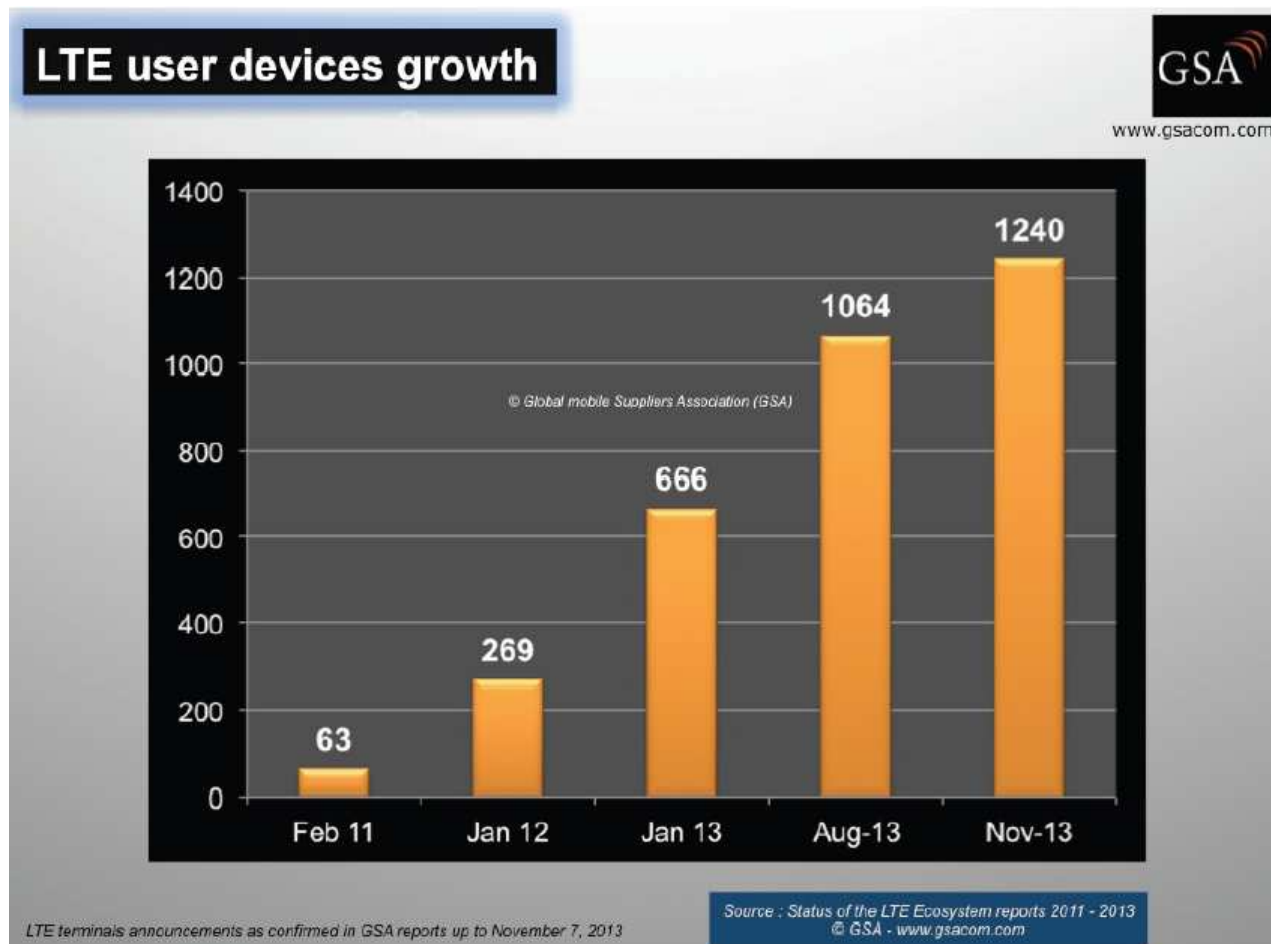
⌘ Vo frekvenčnom pásme 2 600 MHz zabezpečiť pokrytie:

- ☒ 10% obyvateľstva SR najneskôr do 31. 12. 2015,
- ☒ 25% obyvateľstva SR najneskôr do 31. 12. 2018.

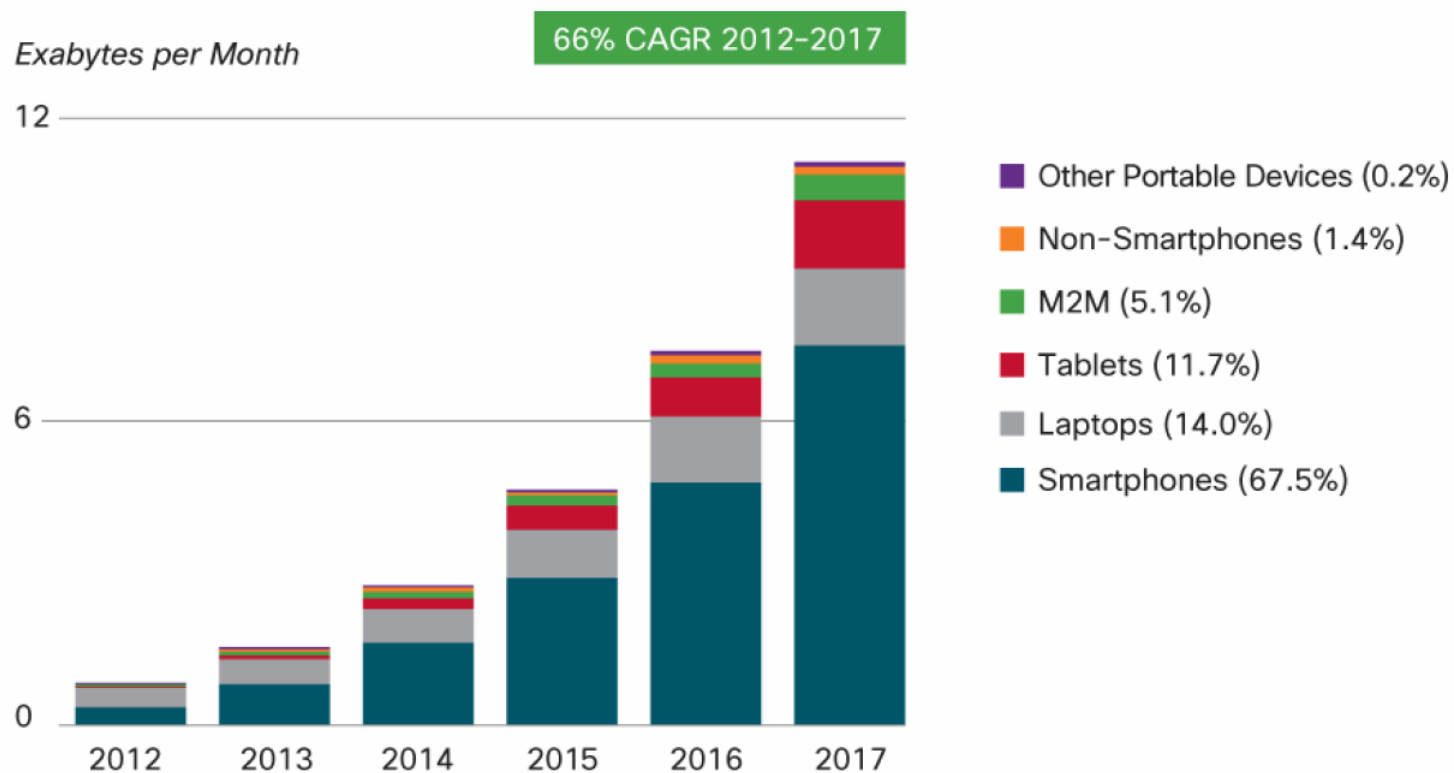
Minimálna prenosová rýchlosť

- ⌘ Minimálna prenosová rýchlosť pre koncového užívateľa služby (bez agregácie) záväzná pre splnenie rozvojových kritérií je prenosová rýchlosť pri vonkajšom príjme (outdoor):
 - ☒ Vo frekvenčnom pásme 800 MHz: 2 Mbit/s pre downlink a 256 kbit/s pre uplink,
 - ☒ Vo frekvenčnom pásme 1800 MHz:
 - ☒ 12.2 kbit/s v prípade technológie GSM pre hlasové telefonické služby,
 - ☒ 2 Mbit/s pre downlink a 256 kbit/s pre uplink v prípade ostatných technológií,
 - ☒ Vo frekvenčnom pásme 2600 MHz: 2 Mbit/s pre downlink a 256 kbit/s pre uplink.
- ⌘ Úrad vypracuje metodiku na vyhodnocovanie splnenia rozvojových kritérií. Konkrétne znenie metodiky bude verejne konzultované a bude pripravované v spolupráci s úspešnými účastníkmi výberového konania.

Nárast typov koncových zariadení LTE, 02/2011-11/2013



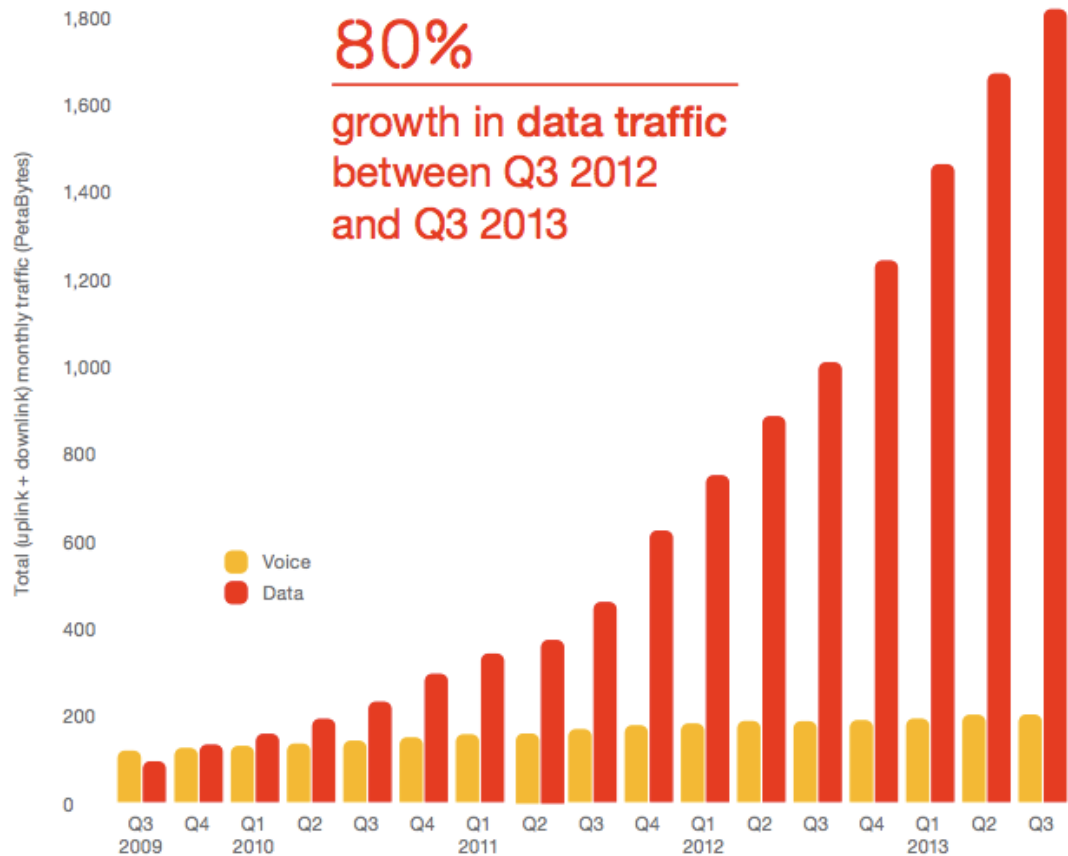
Očakávaný nárast mobilnej prevádzky do roku 2017



Figures in legend refer to traffic share in 2017.

Source: Cisco VNI Mobile Forecast, 2013

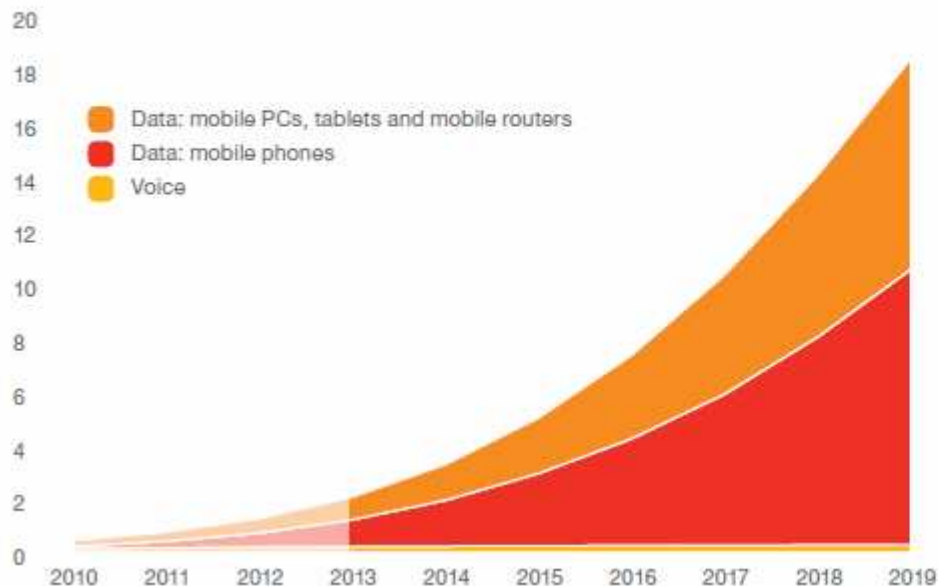
Vývoj dátovej a hlasovej prevádzky v mobilnej sieti v období 2009 - 2013



Zdroj: ERICSSON MOBILITY REPORT NOVEMBER 2013

Prognóza vývoja dátovej a hlasovej prevádzky v mobilnej sieti do roku 2019

Global mobile traffic (monthly ExaBytes)



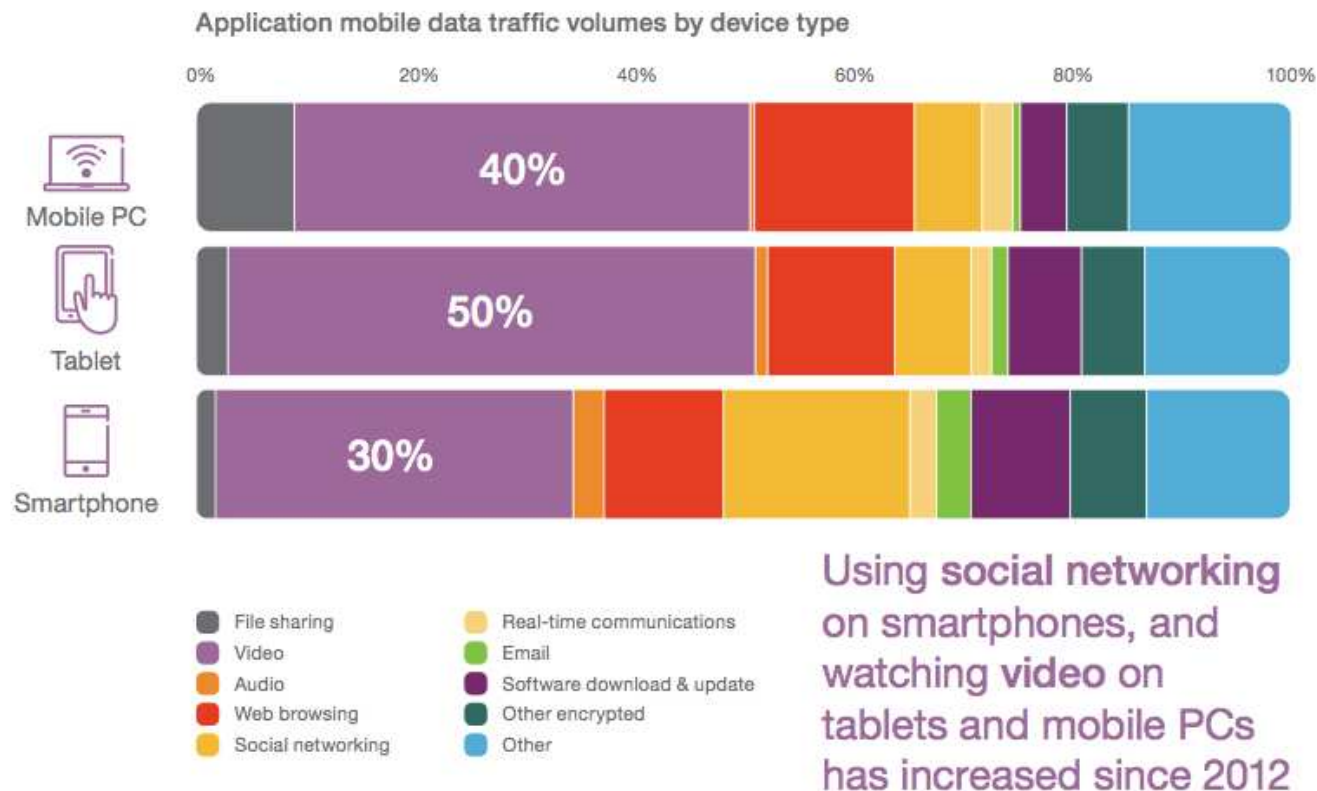
10X

growth in mobile data traffic between 2013 and 2019

In 2013, mobile traffic generated by mobile phones exceed that generated by mobile PCs, tablets and routers

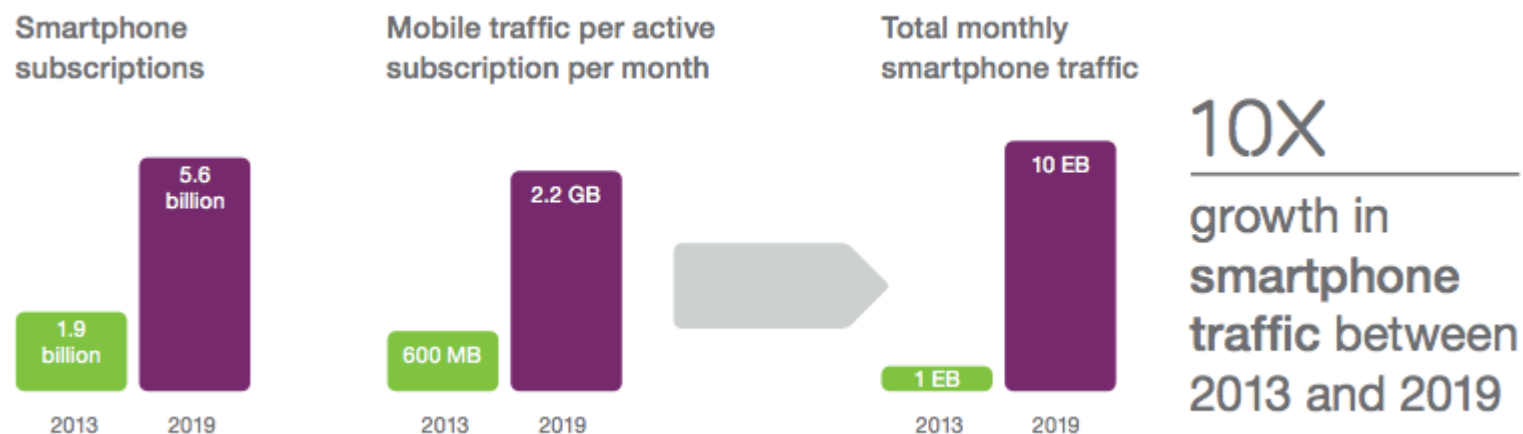
Zdroj: ERICSSON MOBILITY REPORT NOVEMBER 2013

Zloženie prevádzky mobilných koncových zariadení



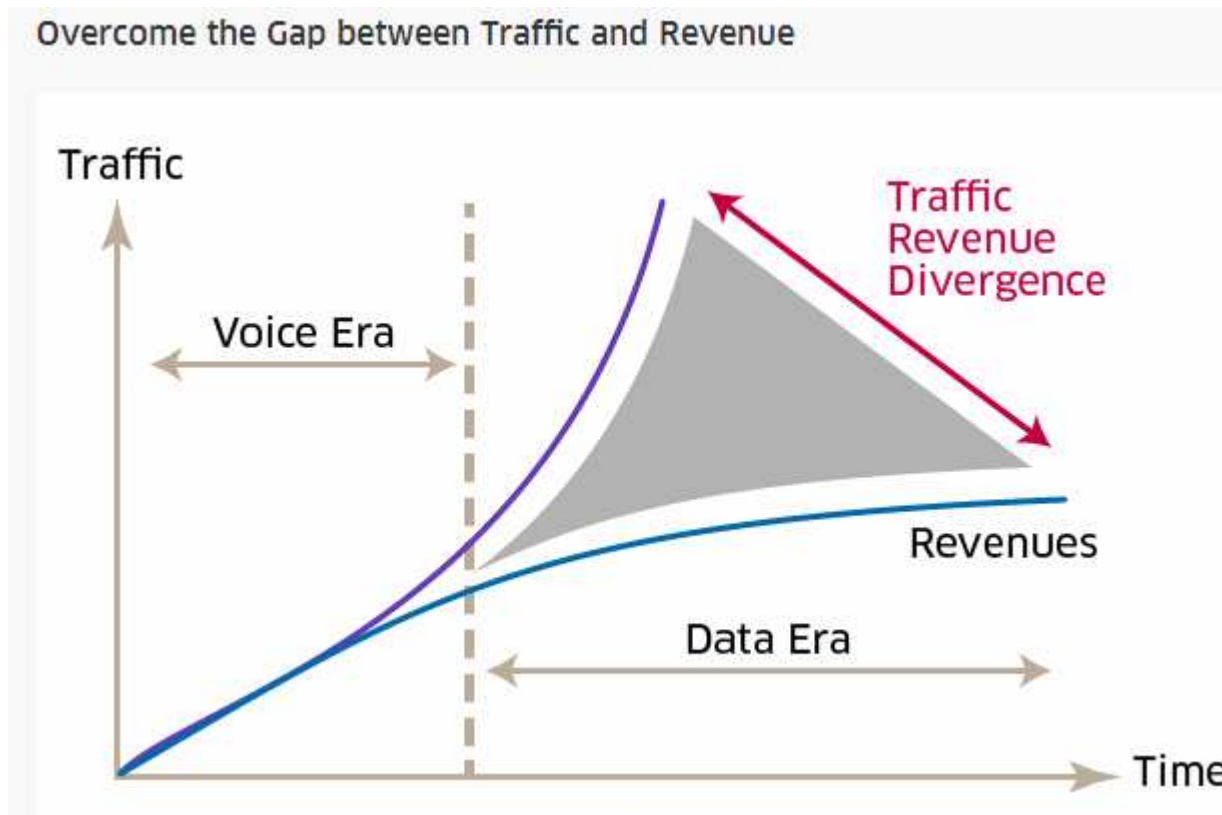
Zdroj: ERICSSON MOBILITY REPORT NOVEMBER 2013

Prognóza vývoja počtu „smartfónov“ a mobilnej prevádzky do roku 2019



Zdroj: ERICSSON MOBILITY REPORT NOVEMBER 2013

Vzt'ah prevádzky a výnosov v mobilnej sieti



Otvorené otázky



- ⌘ Riešenie kapacitných problémov mobilných sietí
- ⌘ Spoplatnenie dátových služieb
- ⌘ Prenos hlasu v sieťach LTE (VoLTE)
- ⌘ Možný vznik elektromagnetickej interferencie medzi systémami LTE a pozemskej digitálnej televízie DVB-T
- ⌘ Nové požiadavky na frekvenčné spektrum

A thick, horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, spanning across the upper middle of the slide.

Ďakujem za pozornosť!

vladimir.murin@vus.sk

<http://www.vus.sk>