



Radioreléové spoje v pásmu 80GHz v mobilní komunikaci

Ing. Martin Getmančuk

▶ Česká telekomunikační infrastruktura a.s. (CETIN)
martin.getmancuk@cetin.cz

Osnova

- Role vysoko kapacitních RR pro připojování základnových stanic.
- Instalovaná báze CETIN a integrace spojů do sítě.
- Pravidla pro návrh a instalace.
- Kvalitativní změny ve vývoji spojů v pásmu 80 GHz.

Technologické trendy a trh – střednědobé

Pokračující nárůst kapacity buněk (utilizace spektra)

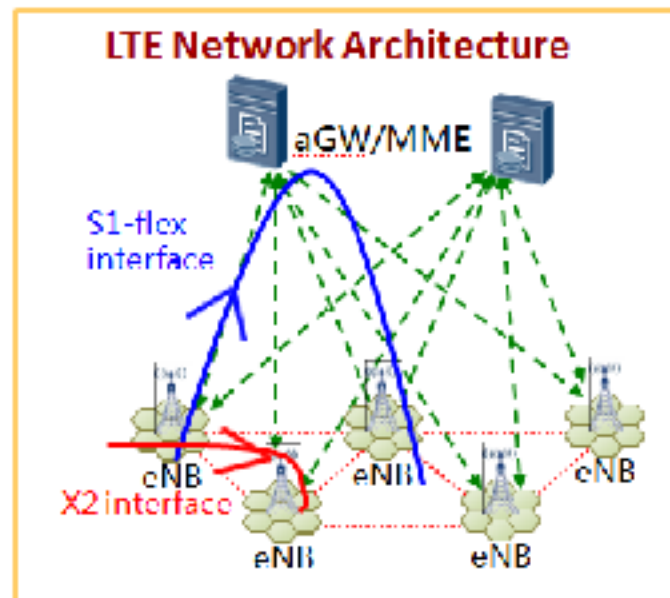
- Propustnost UL/DL až 226Mbit/s (20MHz, 4x4 MIMO)
- Více vrstev pro komunikaci > GSM, HSPA+, LTE 800, LTE 1800, LTE 2600
- Propustnost pro LTE-A až k 1Gbit/s a více s nástupem 5G

Nové topologie (4G, NetHet)

- Small cells vyžadují levné připojení, pro různé scénáře
- Zkracování vzdáleností

Nové architektury

- X2 i/f, nízká latence
- CPRI pro CRAN
- Synchronizace fáze, LTE-A
- L3 routing nutností



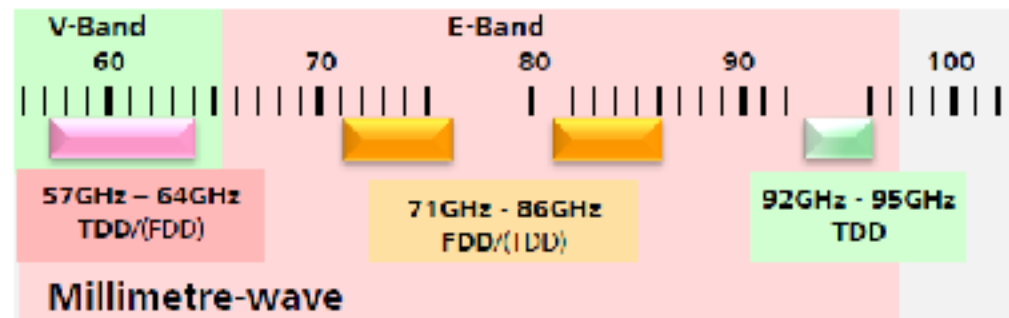
Vysoko kapacitní pásma nejen pro MBH, 57 GHz – 95 GHz

V ČR Provozování spojů v pásmu 80 GHz je na základě VO-R 23/09.2013-5

- 71,125-75,875 GHz / 81,125-85,875 GHz, kanály 250 MHz
- Volné pásmo s povinnou registrací spojů, vysoká koncentrace linek na km²
- Nedovoluje fragmentaci na 62,5MHz / 125 MHz

Stávající generace FDD spojů, běžně 64QAM@500MHz => 2,5 Gbit/s

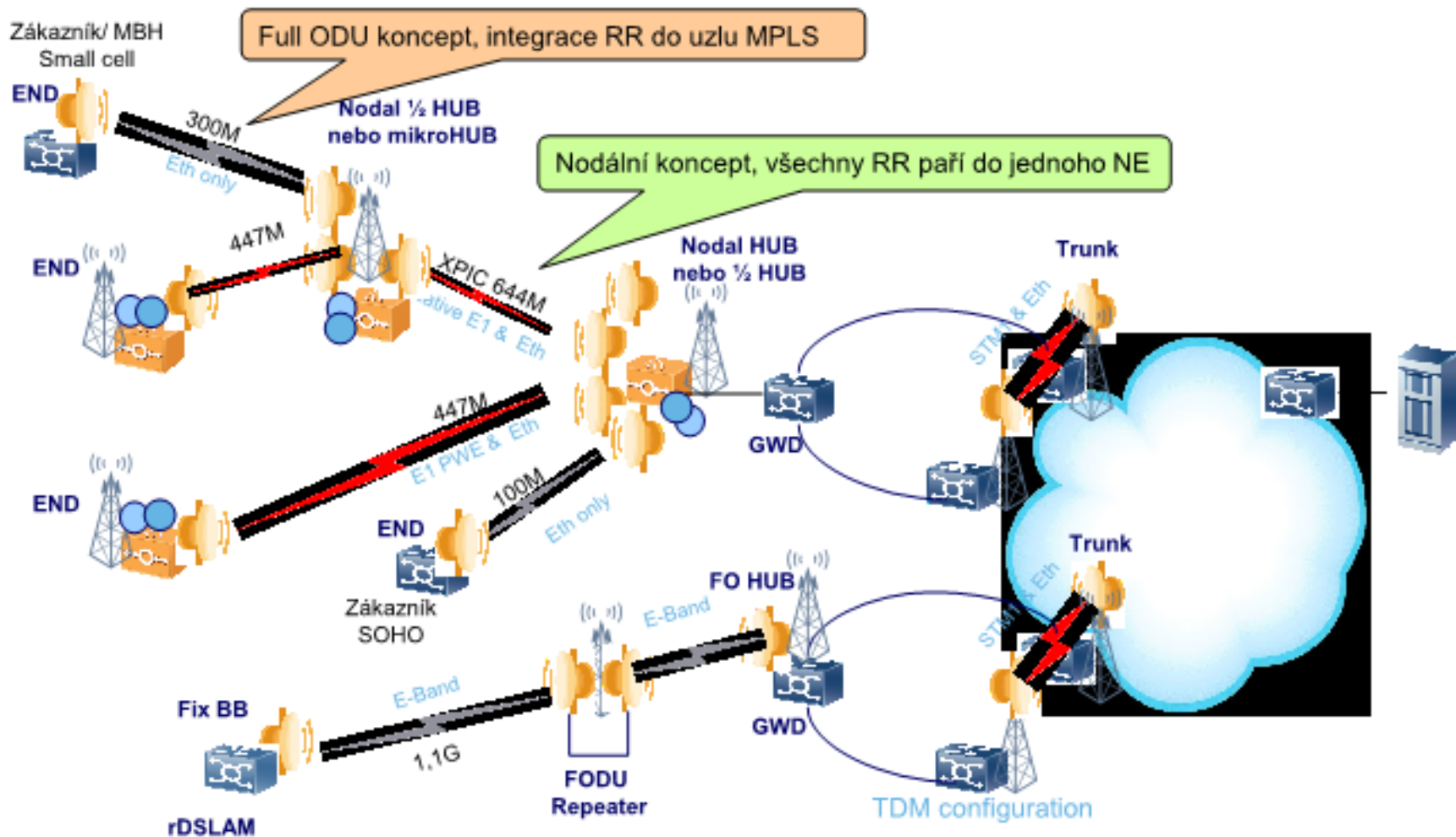
- Adaptivní modulace pracující současně s ATPC (Automatická regulace výkonu)
- Adaptivní změna šířky pásma (500MHz > 250MHz, 250MHz > 125MHz)
- Synchronizace fyzické vrstvy a podpora synchronizace fáze pro LTE-A
- Rozhraní n*GbE a 10GbE
- Transparentní přenos služeb
 - Provider Bridge
- Řízení kvality tříd služeb (QoS)
- Integrovaný spektrální analyzátor



- Dohledový systém s podporou dohledu služeb

- 2G/3G
- HSPA+/LTE

Kategorie uzlů v topologii, role E-Band 80 GHz

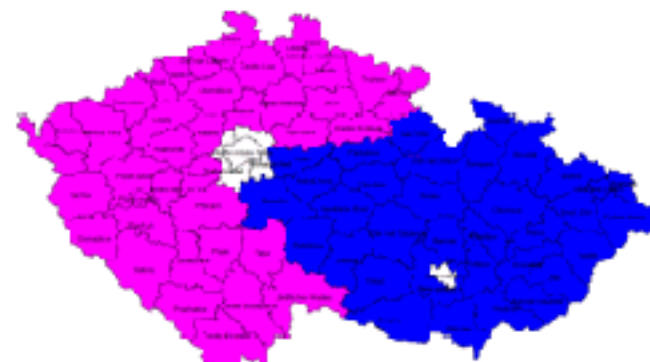


Počet RR skoků v kaskádě: 1,3 města; 1,8 ostatní.

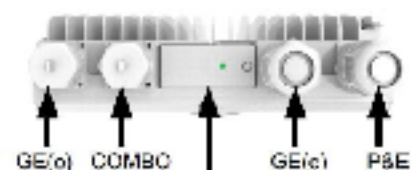
Instalace v síti CETIN

Huawei RTN380 R1/R2 (jen 6 spojů R1)

- 274 spojů, oblast O2, Praha a Brno,
- 142 plánováno do konce 2016



RTN380 R2:



Maintenance compartment

Maintenance compartment opened



USB flash drive



Wi-Fi module



Web LCT



RSSI meter



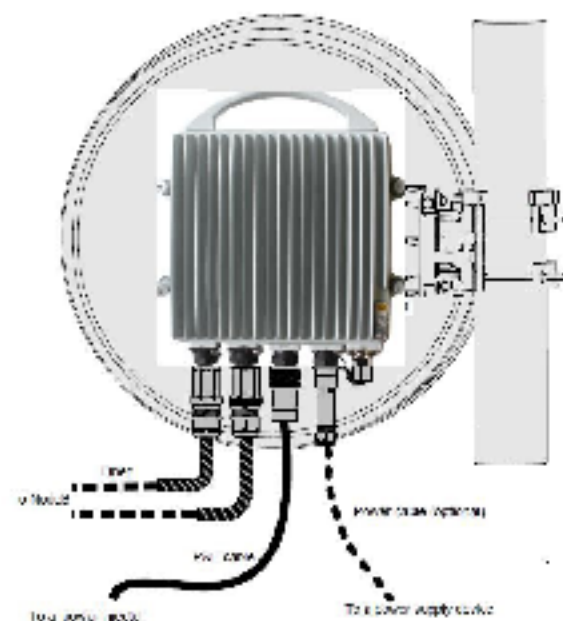
Front side



Rear side



Sdílení mobilních sítí O2 a T-Mobile



Kapacity RR relací, dostupnost

Výchozí plánovací pravidla CETIN pro E-band 64QAM@250MHz (1107 Mbit/s)***:

Anténa A	Anténa B	Délka spoje	TX výkon (dBm)	RX úroveň (dBm)	Margin (dB)	Dostupnost (%)
0,3 m	0,3 m	< 1,3 km	11	-40,7	19,2	99,98
0,3 m	0,6 m	< 1,7 km	11	-38,5	21,4	99,98
0,6 m	0,6 m	< 2,1 km	11	-35,3	24,6	99,98

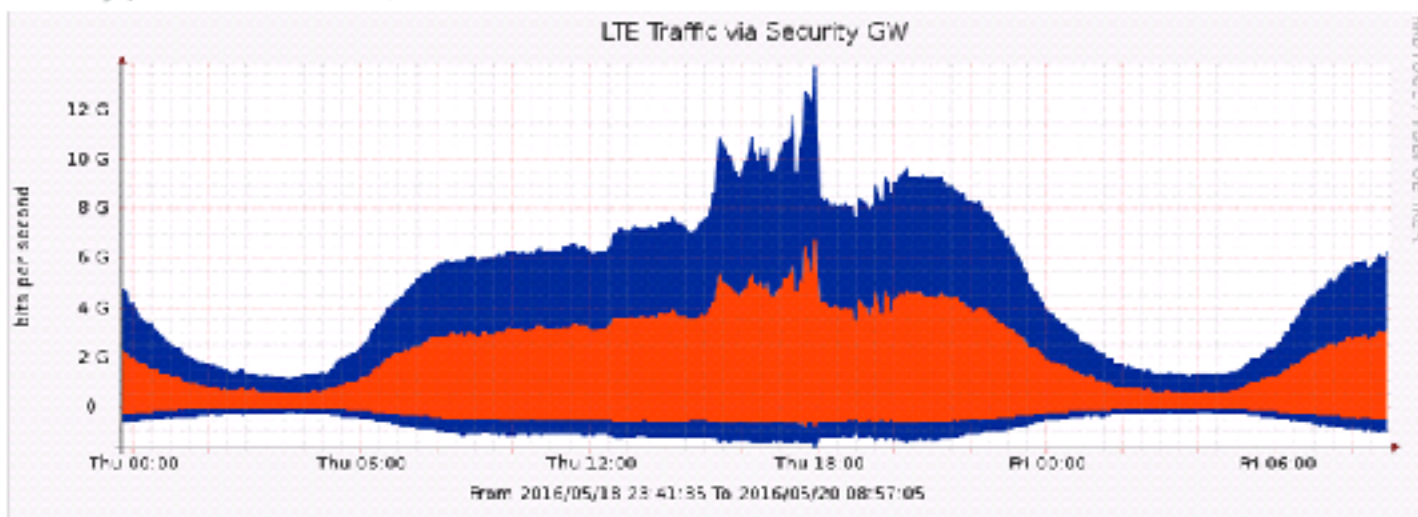
Kapacita (Mbit/s)	Počet RR relací
340	2
368	28
682	0
737	21
841	0
920	2
1024	4
1107	414
2224	1

Výchozí plánovací pravidla CETIN pro E-band 16QAM@250MHz (737 Mbit/s)***:

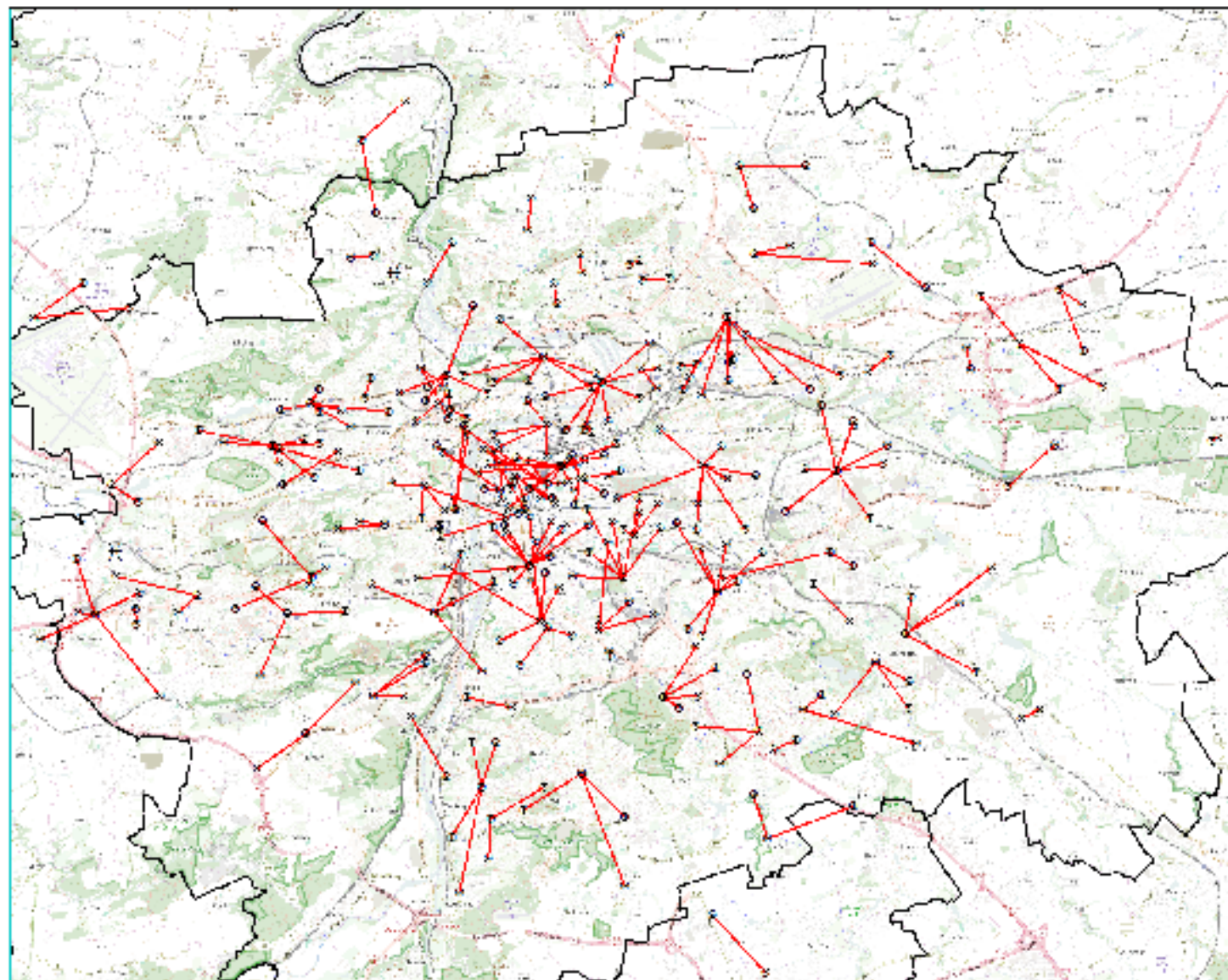
Anténa A	Anténa B	Délka spoje	Tx výkon (dBm)	Rx úroveň (dBm)	Margin (dB)	Dostupnost (%)
0,3 m	0,3 m	< 2,0 km	14 dBm	-42,2	23,8	99,98
0,3 m	0,6 m	< 2,5 km	14 dBm	-39,3	26,6	99,98
0,6 m	0,6 m	< 2,7 km	14 dBm	-35,6	30,4	99,98

***Započítány jsou veškeré rezervy jako výkyv a zkrut věže (0,6 – 5 dB, 0,3 – 3 dB), nepřesnost směřování, atd.

Celkový provoz DL/UL LTE, cca 2000 eNodeB:



Náhled nasazení MW RR 70/80 GHz v Praze a okolí (1. 9. 2016):

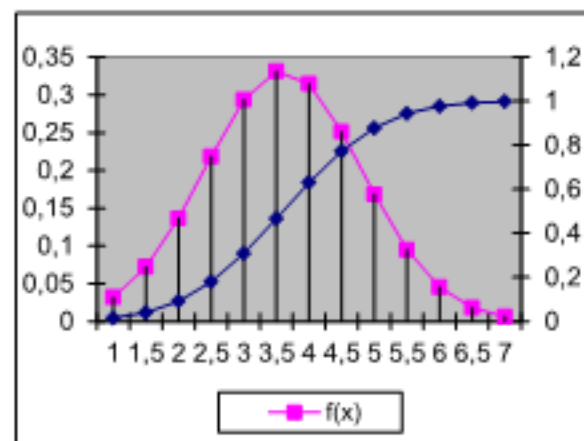


Kapacitní požadavky pro LTE, dopady na poslední míli

Konfigurace lokality BTS	Data L2@1522B
1x operátor, 2 vrstvy LTE (1, 2)	336 Mbit/s
Sdílená, 2x operátor, 2 vrstvy LTE (1, 2)	624 Mbit/s
1x operátor, 2 vrstvy LTE-A, 1 vrstva LTE TDD (1, 2, 4)	914 Mbit/s

1. Vrstva, pokrytí signálem	2G/3G HSPA+, LTE 800 10 MHz
2. Vrstva, kapacitní s CA	LTE 1800, 20 MHz 4x4 MIMO
3. Vrstva, kapacitní s CA	LTE 2600, 20 MHz 2x2 MIMO
4. Vrstva, WTTX	LTE 3500 TDD 4x20 MHz

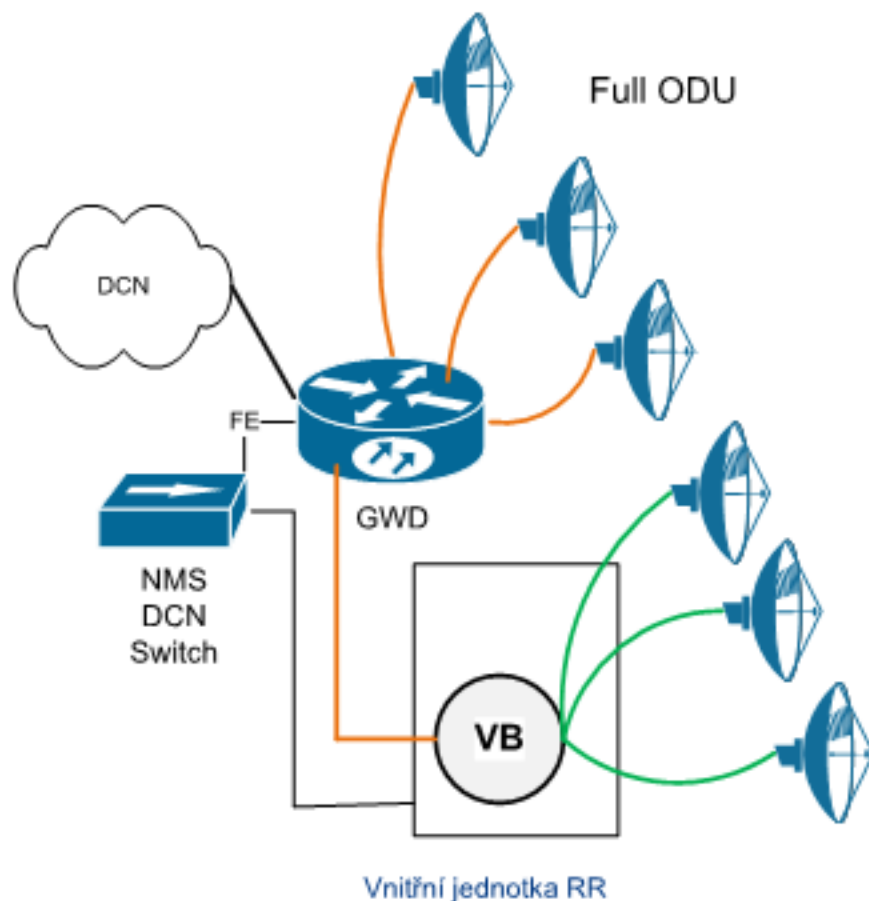
- Dimenzování na kapacitu spektra RAN > 85%
- 4x4 MIMO faktor = 1,7
- Distribuovaná agregace lokalit, výpočet kapacit dle multiplexního faktoru $c \cdot N \cdot (a + b^N)$ a aproximace funkcí $kapacita > a \cdot N + k \cdot \sqrt{b \cdot N}$,
 - k - agregační koeficient, N počet příspěvků
- Odbavení Single User Peek > 95%
- Provozní zatížení 0,6 Erl



Integrace Full ODU MW do IP/MPLS

Nodální uzel typu HUB / malý HUB

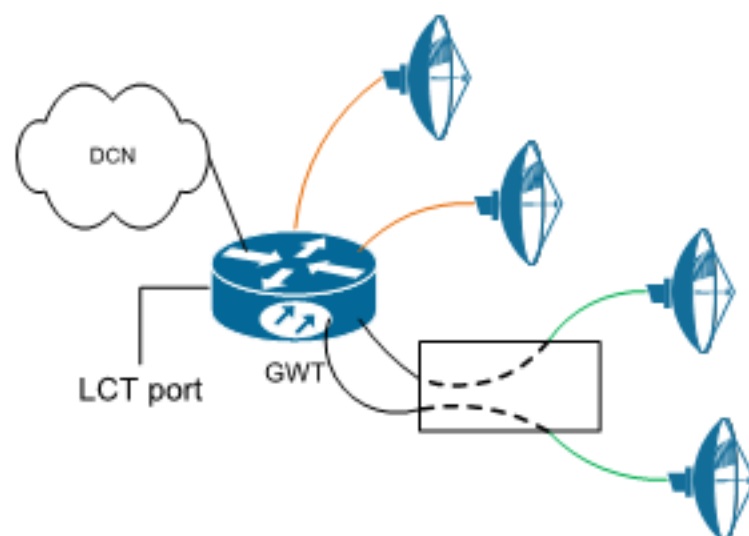
- Obsluhuje max. 10 MW RR směrů, přímo připojených FODU
- GWD obsluhuje max. 50 lokalit!
- Port GWD sdílí více směrů pro připojení Nodálních MW
- Připojení FODU optickým vláknem + napájení PoE-48V
- Dohled in-band v dedikované VLAN ID
- Dedikovaný port na GWD pro DCN přepínač (MGMT port nelze použít)



Integrace Full ODU MW do IP/MPLS

Nodální uzel typu mikro HUB

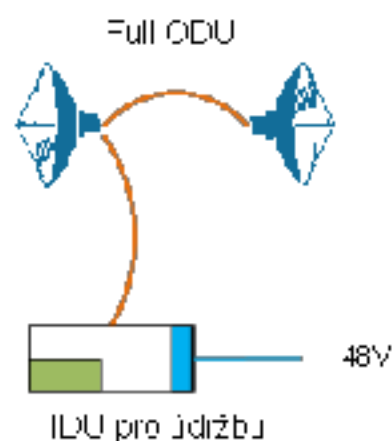
- Obsluhuje max. 4 MW RR směry (nutný port GWT na každý směr)
- Připojení FODU optickým vláknem + PoE -48V
- Dohled in-band v dedikované VLAN ID



Uzel typu REPEATER

- Regenerace bez vydělení signálu
- Připojení FODU optickým vláknem + PoE -48V DC

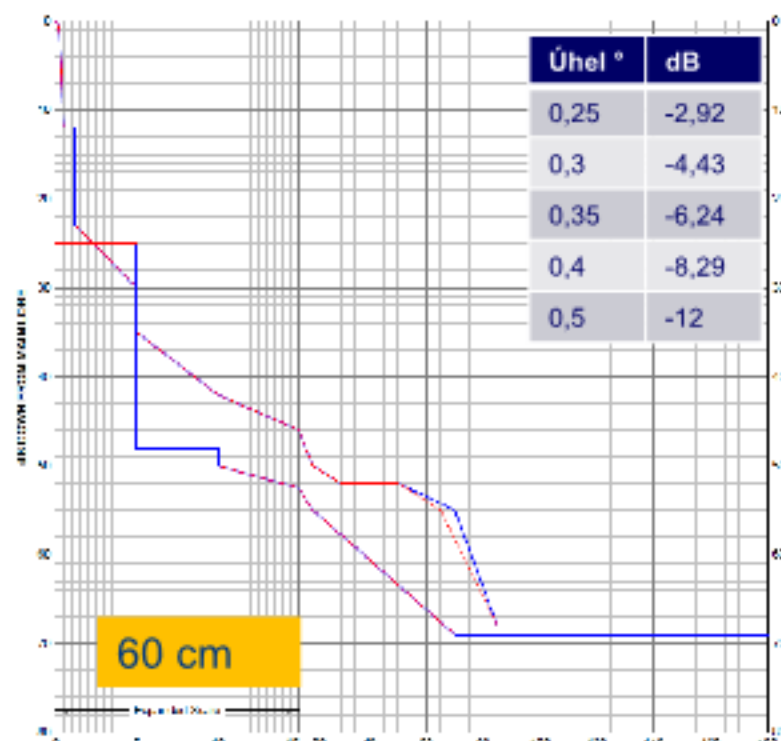
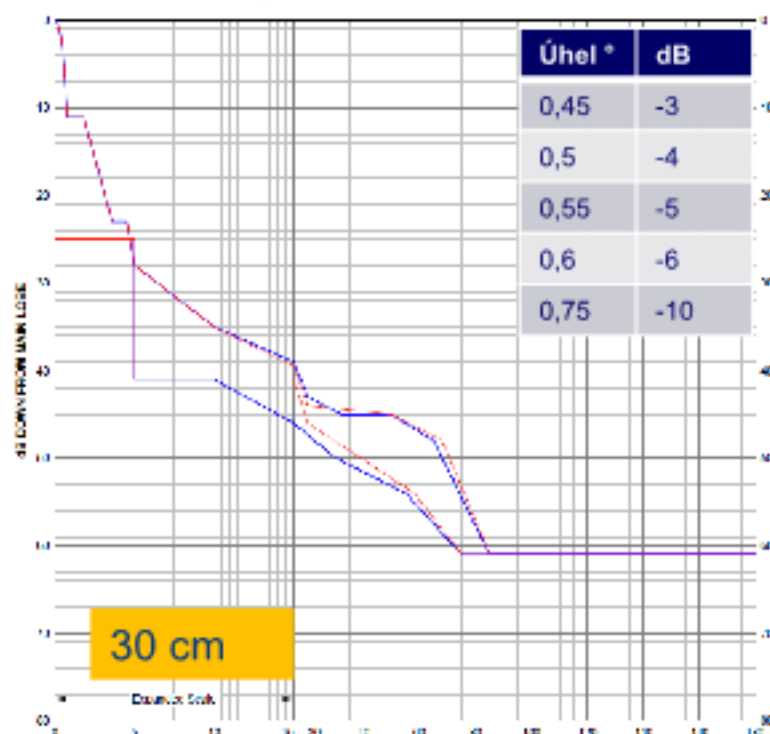
Port LCT na vnitřní jednotce PoE



Hlavní vlivy omezující dosah

Štěrbínová anténa 64x64	39-40 dBi	vyzařovací úhel 1° (CETIN nevyužívá)
Parabolická 30cm	43,5 dB zisk	vyzařovací úhel 0,9° (3 dB)
Parabolická 60cm	50,5 dB zisk	vyzařovací úhel 0,5° (3 dB)
Pro porovnání =>	180 cm anténa na 13 GHz	dosahuje podobně vyzařovací úhel 0,9°

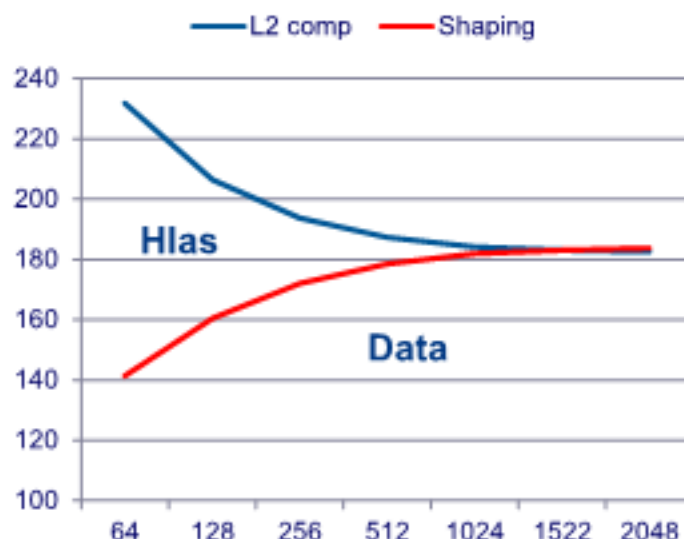
Andrew antény specifikace:



Parametry RR pro služby Carrier Ethernet.

Ekvivalentní k optickému připojení

- downtime < 30 min, MTTR=12h
- PER < 0,01%, BER < 10⁻¹²
- IFDV (99%) < 5 ms
- RTD < 160 us
- Transparentnost L2CP



Služby se nesmí navzájem ovlivňovat či blokovat, vyšší priorita než LTE

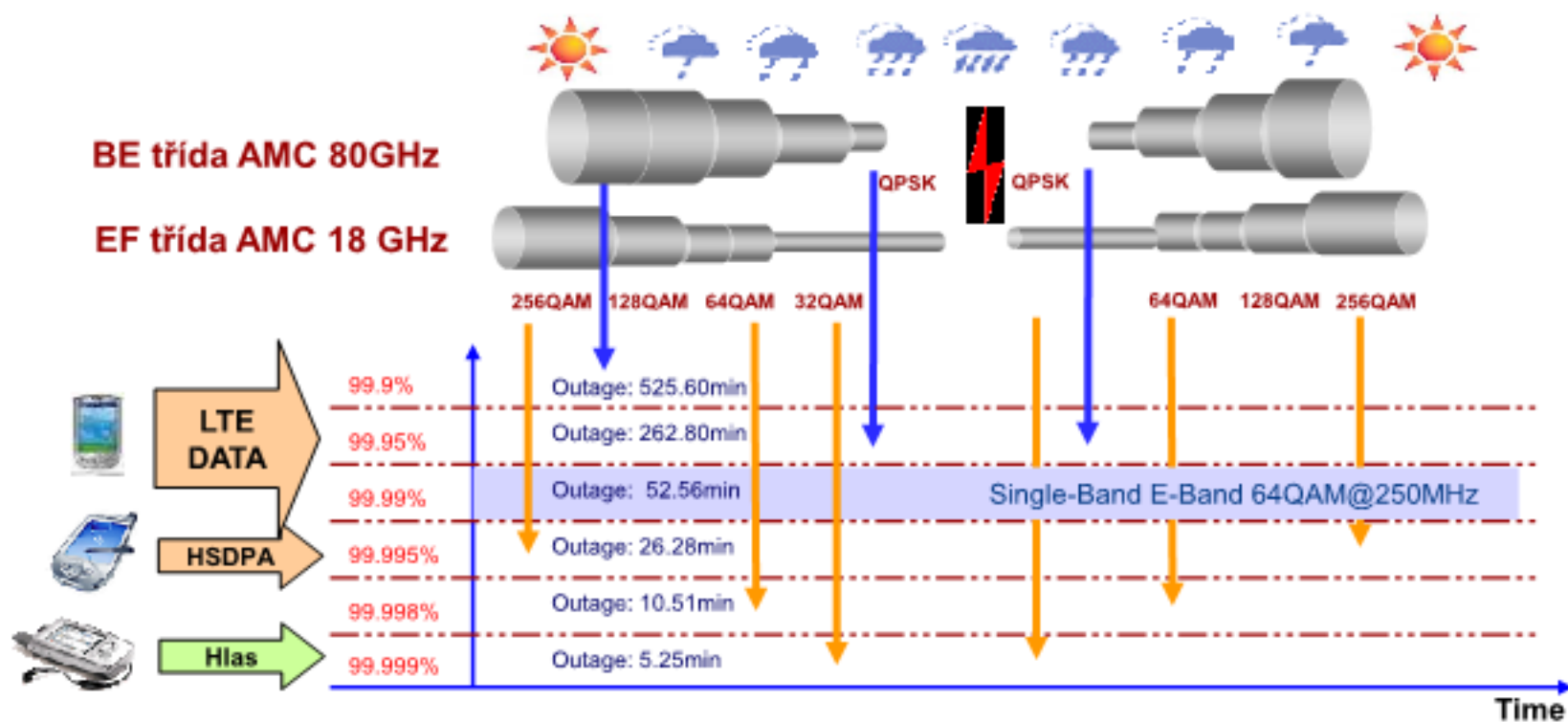
- Agregace v rámci garantovaných parametrů
- Adaptivní modulace nesmí ovlivňovat služby

Není důležitá přenosová kapacita, ale schopnost ji efektivně využít.

Nová generace spojů pro pásmo 80 GHz

Dual-Band rádiové spoje, kombinace pásem

- 18 GHz – 38 GHz = DR183H, 5*E1 TDM, data 170Mbit/s, dostupnost 99,995%
- FDD 70/80 GHz > DR1G1E, data 1Gbit/s, dostupnost 99,9%, dosah až 7km



Nová generace spojů pro pásmo 80 GHz

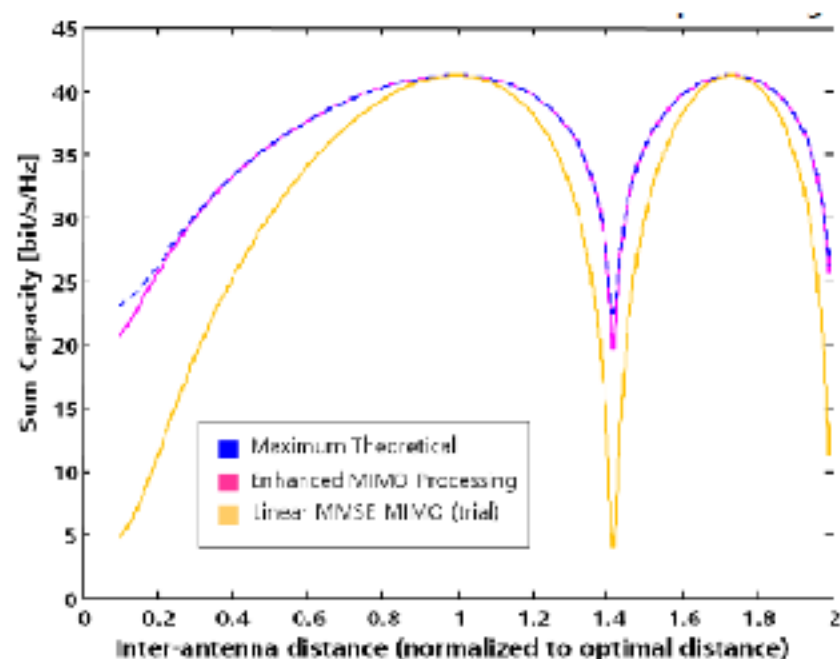
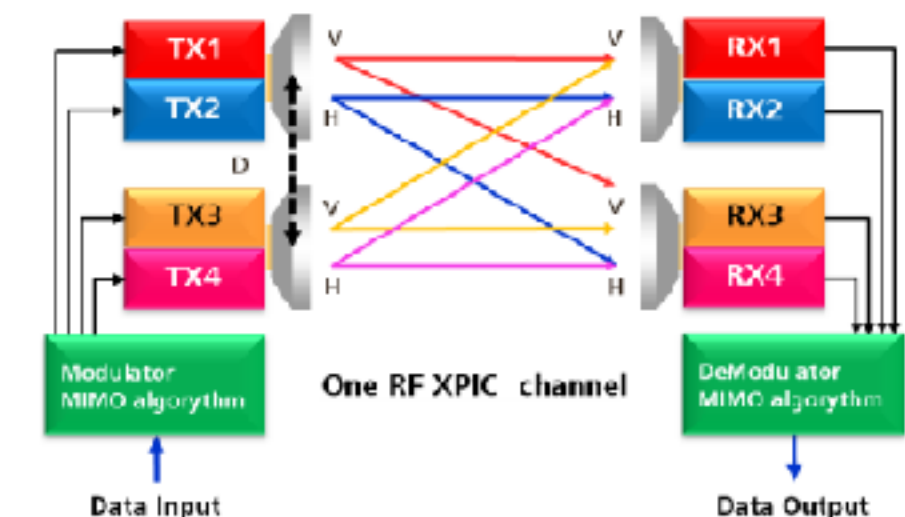
3. generace FDD spojů, podpora 256QAM@2000MHz = 10 Gbit/s

- Nutná integrace 10G rozhraní a rozhraní 2,5G
- CPRI s latencí do 70us
- XPIC, LoS MIMO (20/40 Gbit/s),
- Směrování vyzařování (Beam forming)
- Fragmentace 2x 250MHz na kanály 62,5MHz / 125MHz

Huawei RTN380H, zahájení testů do konce roku 2016

2x2 MIMO@XPIC v pásmu 80 GHz

- Garance kapacity až **4Gbit/s** v pásmech do 30GHz a **40Gbit/s** v pásmu 80GHz pro síť 5G
- Vyšší spektrální efektivita, oddělení cest na polarizacích
- Prostorového umístění antén nutné řešit s redukcí vzdálenosti algoritmy ($D/D_0 < 0,5$), kde D_0 je optimální vzdálenost



Naděje budoucnosti - evoluce k SDN

Postupné zavádění Software Defined Network redefinuje MBH s dopadem na MW, projekt www.openMicrowave.com

- Služby sítě se stávají abstraktní a programovatelné
- Pozitivní dopad na OPEX a CAPEX (multivendor architektura)
- Pasivní režim (pouze monitoring, reporting)
- Aktivní režim, později (konfigurace)

Definice informačního modelu, zahájení červen 2015

1st MW PoC, Madrid

2nd MW PoC, Munich

říjen 2015

duben 2016

Informační model:

Analogové charakteristiky mikrovlnného rozhraní

Struktura fyzických zdrojů

Alokace logických zdrojů

Nezahrnuje.: TDM, Synchronizaci, DCN, User Management ...

~ 300 konfiguračních atributů, status, alarm and performance



Děkuji za pozornost.