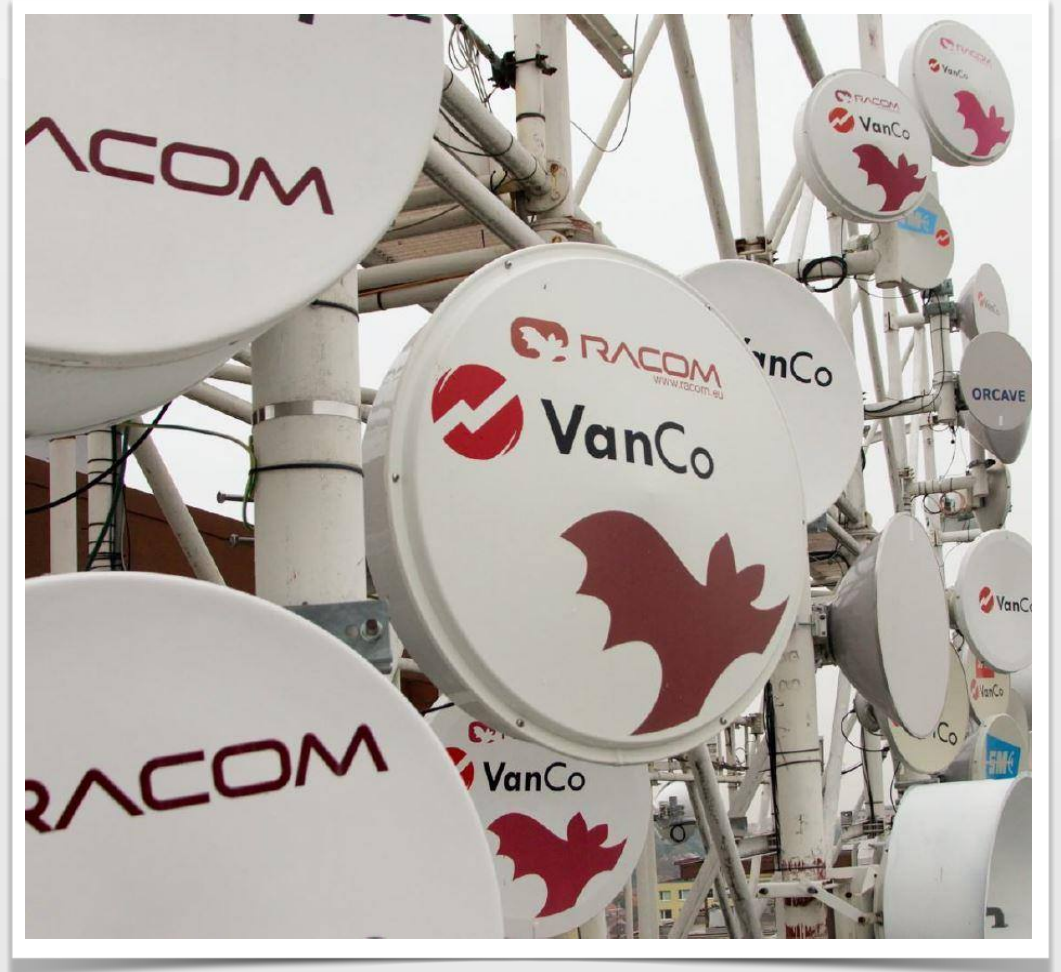


# Jak ve freebandech provozovat >50 PtP Gigabitových FDD linek z jedné lokality

# Náš společný cíl:

Maximalizovat počet vysokokapacitních FDD linek (0,5 až 1 Gb/s) v úzké úhlové výseči (zejm. pro segment SOHO a domácí uživatele)



---

# Proč freebandy?

---

- Až 1 Gbps FDD (moderní spoje)
- Instalace ihned, snadné změny ve frekv. a kanálovém plánování, ....
- Kvalita rádií stejná jako u licenčních spojů (vč. masek, ACM, ATPC)
- Kvalita antén může být stejná jako u licenčních spojů
- Cena spoje + licence

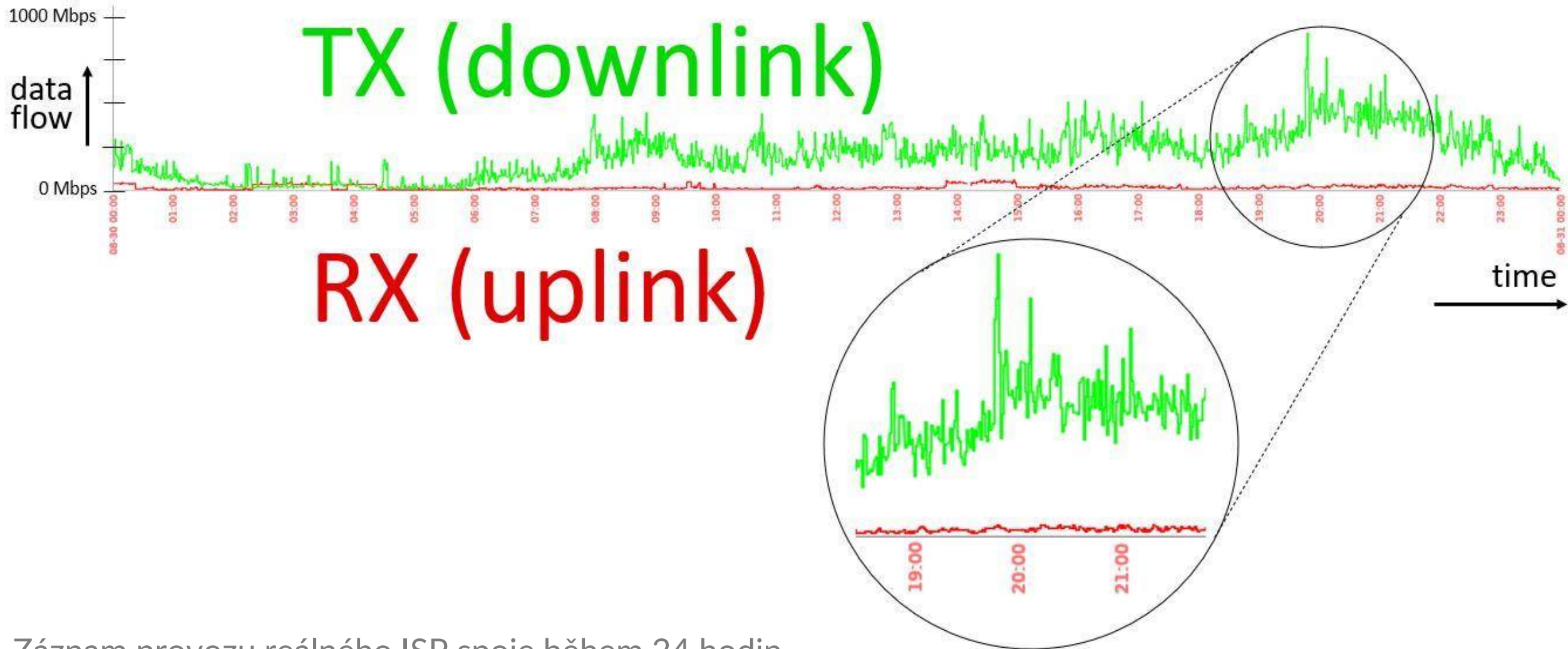
---

# Proč ne licence?

---

- Licenční plánování omezuje počet spojů v daném místě (garance nízké úrovně rušení)
- Čas na vyřízení licence (týdny)
- Nemalé měsíční poplatky za licenci na 0,5 až 1 Gbps linku
- Dražší jednotky
  
- **Kde licence ano:** Licenční spoj je i nadále ideálním řešením pro kritické úseky sítě (garantovaná vysoká dostupnost, delší vzdálenost, větší kapacita)

# Proč asymetrické kapacity?

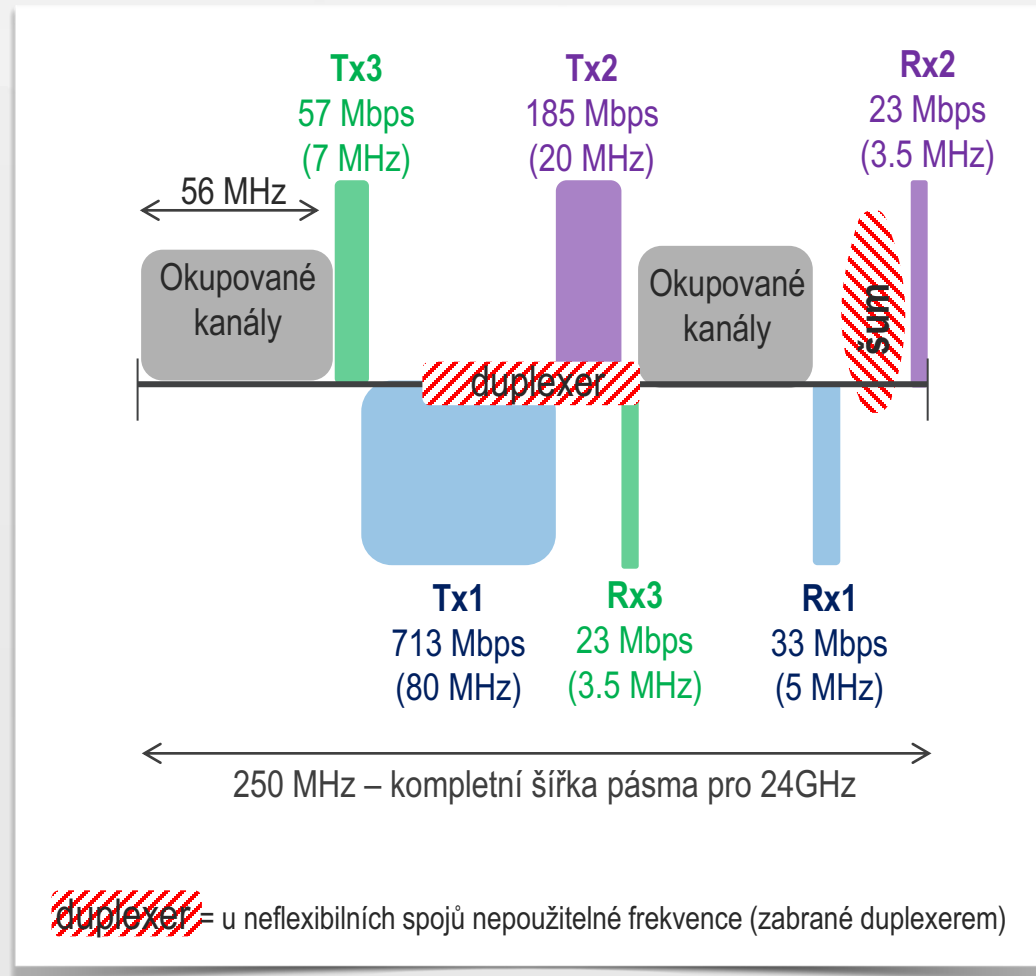


Záznam provozu reálného ISP spoje během 24 hodin

# Proč Asymetrie + Flexibilní umístění kanálů?

Asymetrie spolu s možností umístění kanálů kamkoliv umožňuje:

- 100% využití celého freeband pásma
- Optimální spektrální efektivitu každého kanálu
- Realizaci spoje i v podmínkách, kde ho systémy s duplexery neumožní



---

# Proč FDD?

---

- **Nízká a garantovaná latence** (stovky mikrosekund)
  - výrazně zlepšuje uživatelskou reakci prohlížečů a on-line aplikací
- **Nízký a garantovaný jitter** (jednotky mikrosekund)
  - garantované zpoždění, bezproblémové TCP spojení, ....
- **Není nutná časová synchronizace mezi jednotkami**
  - Není limit na maximální počet jednotek v místě
  - Není třeba hledat kompromis mezi časy uplinku a downlinku
- **Široká paleta kapacit a asymetrií** (u některých FDD výrobců je paleta větší než u TDD)
  - optimální kapacita uplinku i downlinku pro každý spoj

---

# Proč ne TDD?

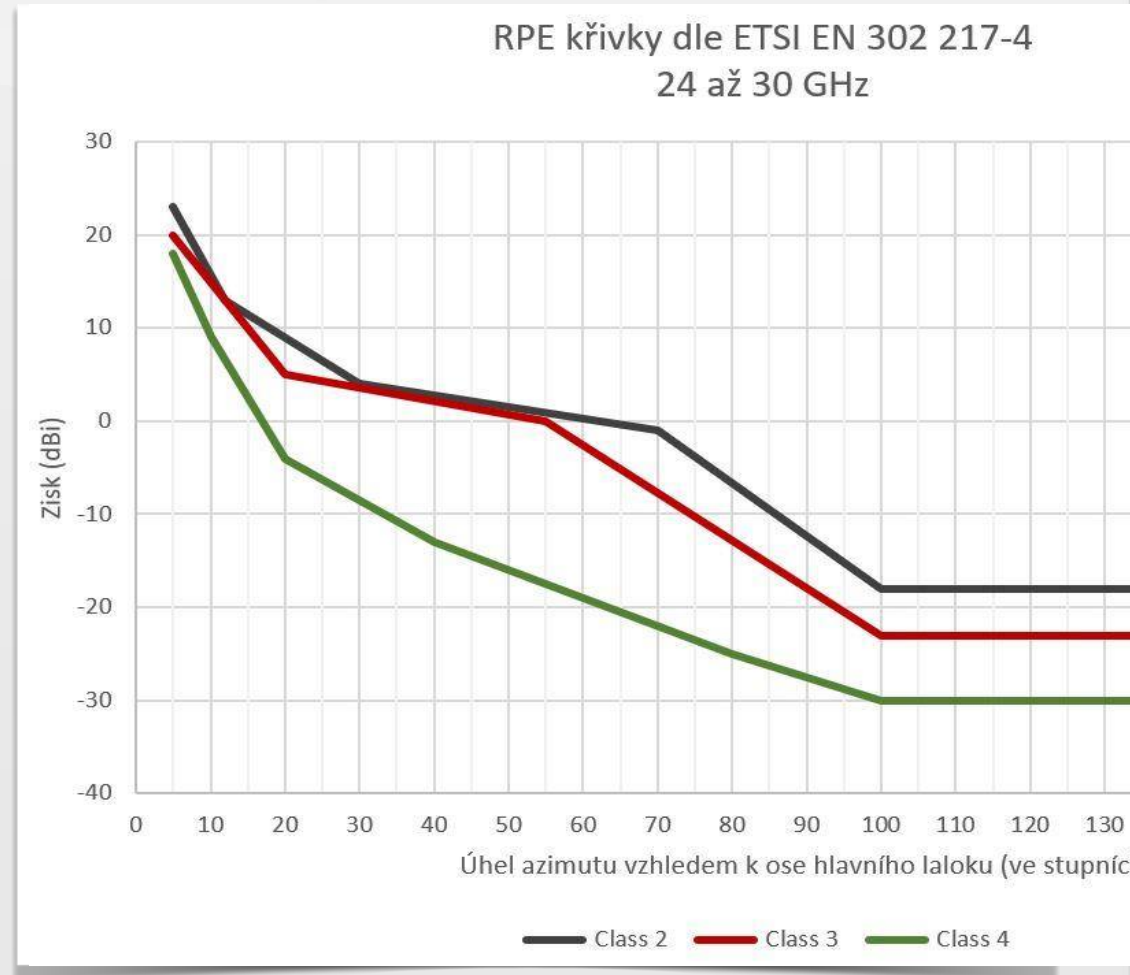
---

- **Latence** (jednotky milisekund versus stovky mikrosekund)
  - výrazně zhoršuje uživatelskou reakci prohlížečů a on-line aplikací
- **Jitter** (milisekundy versus mikrosekundy)
  - problémy v TCP komunikaci (time-outy, zbytečné znovuposílání paketů, ....)
- Často antény s bočními laloky (malé nebo „ořizené“ kvůli ceně)
- Často ne dost kvalitní frekv. filtrace (průsaky do sousedních kanálů)
- Problémy při kolokaci TDD a FDD na tomtéž místě
- ....



# Proč kvalitní antény?

- Odstíní jiné spoje a rušení
  - ⇒ kvalitnější příjem
  - ⇒ stačí menší vysílací výkony
  - ⇒ větší odolnost proti rušení
- Neruší ostatní
- Umožní menší úhly mezi spoji
  - => více spojů z jednoho místa

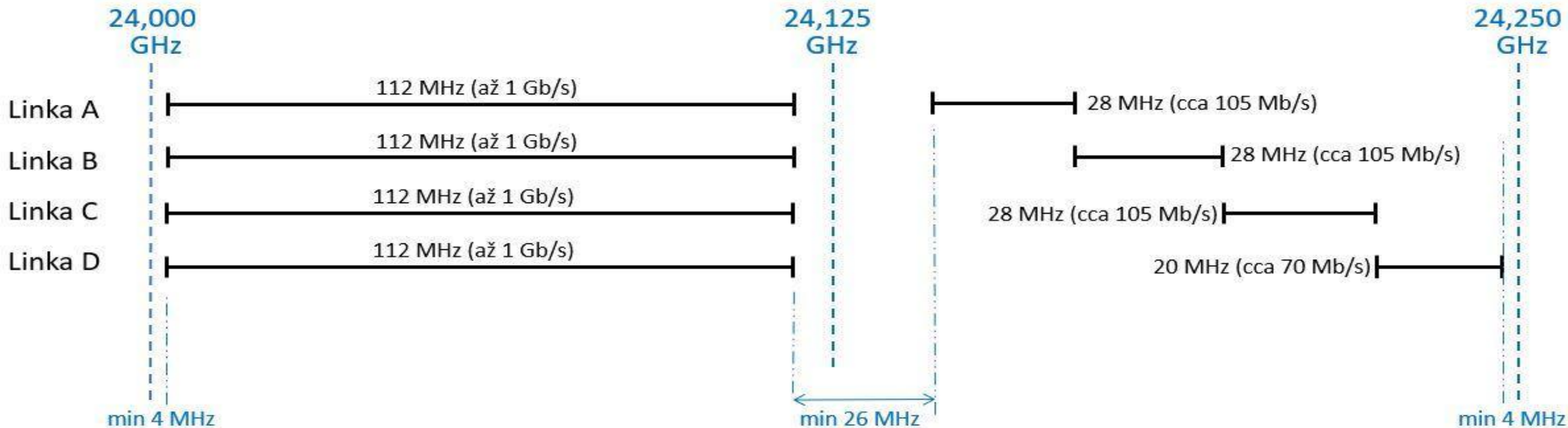


# Opakování frekvencí pro široké downlinky

Jednoduchá situace - N x 1Gb/s downlinky, každému stačí 70-100 Mb/s uplinky

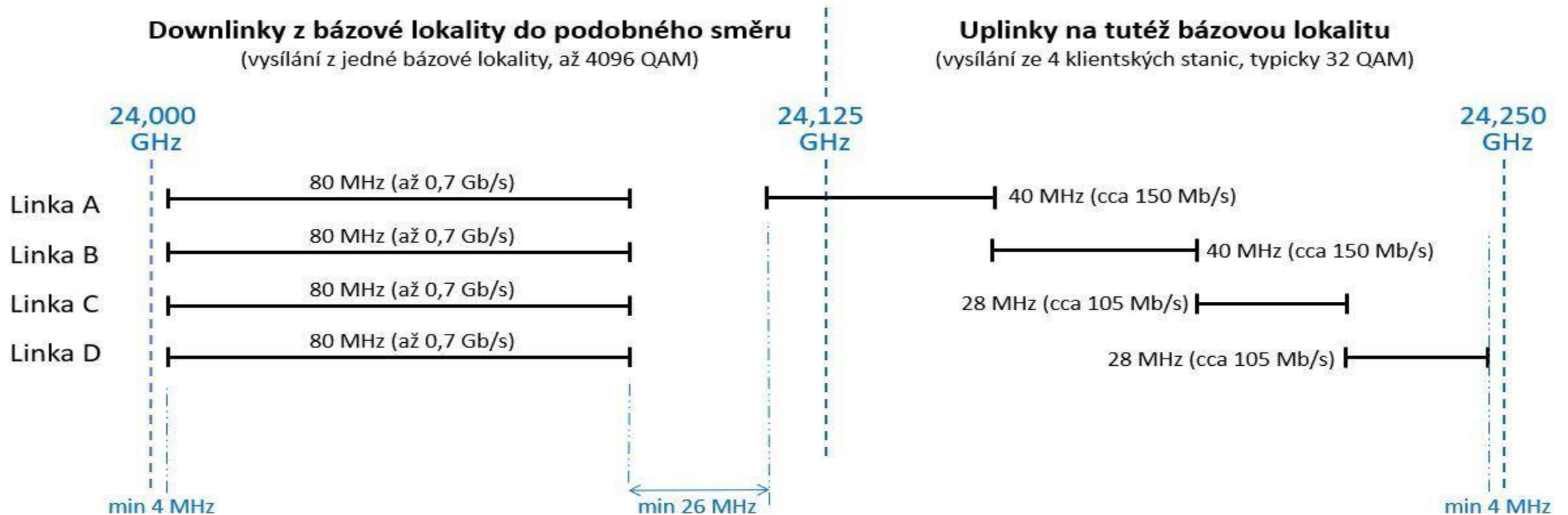
**Downlinky z bázové lokality do podobného směru**  
(vysílání z jedné bázové lokality, až 4096 QAM)

**Uplinky na tutěž bázovou lokalitu**  
(vysílání ze 4 klientských stanic, typicky 32 QAM)



# Opakování frekvencí pro široké downlinky

Náročnější situace – nutné lepší uplinky 100-150 Mb/s => na downlinky zbyde ~710 Mb/s

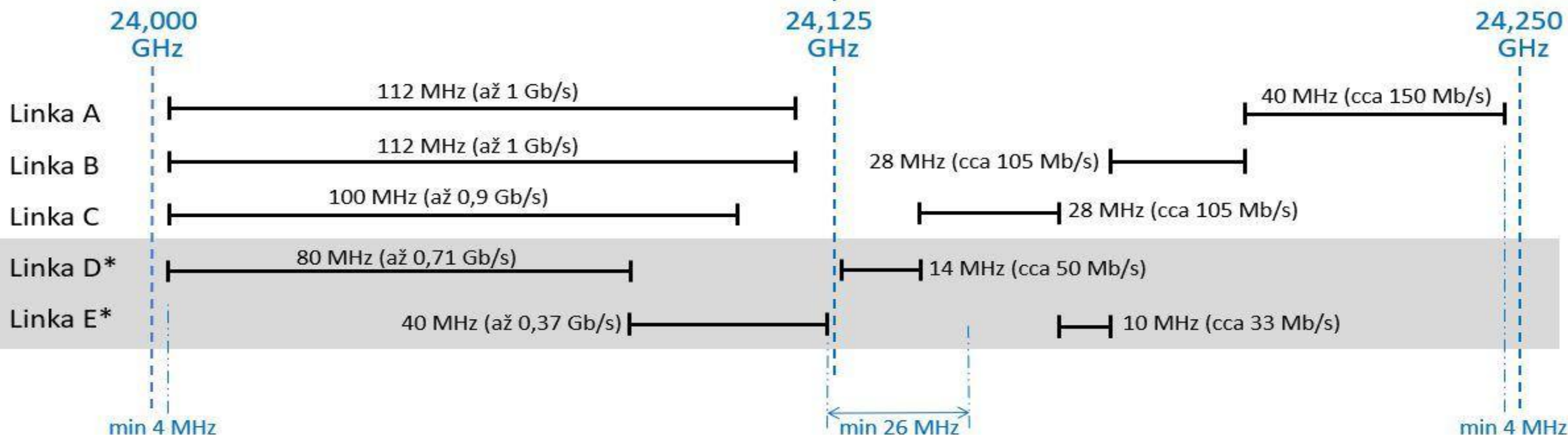


# Opakování frekvencí pro široké downlinky

Reálná situace - mix různých požadavků, moc blízké směry některých linek, ....

**Downlinky z bázové lokality do podobného směru**  
(vysílání z jedné bázové lokality, až 4096 QAM)

**Uplinky na tutéž bázovou lokalitu**  
(vysílání z 5 klientských stanic, typicky 32 QAM)



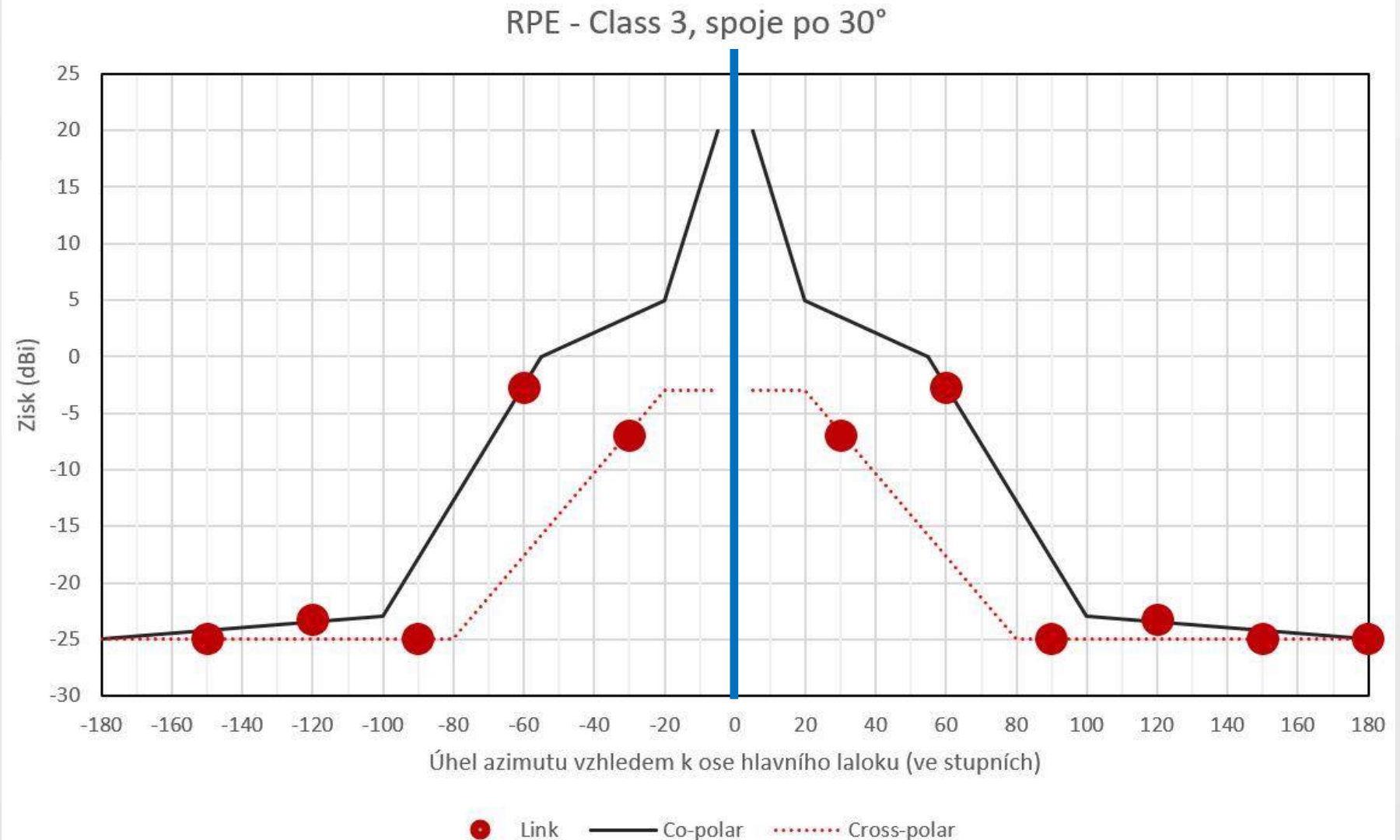
\* Linky D a E míří do totožného azimutu

# Minimální úhel mezi linkami - výpočet

Rušení do mé  
antény ve  
vzdáleném  
místě

=

součet  
výkonů od  
všech antén v  
kruhu 360°



# Minimální úhel mezi linkami - výsledky

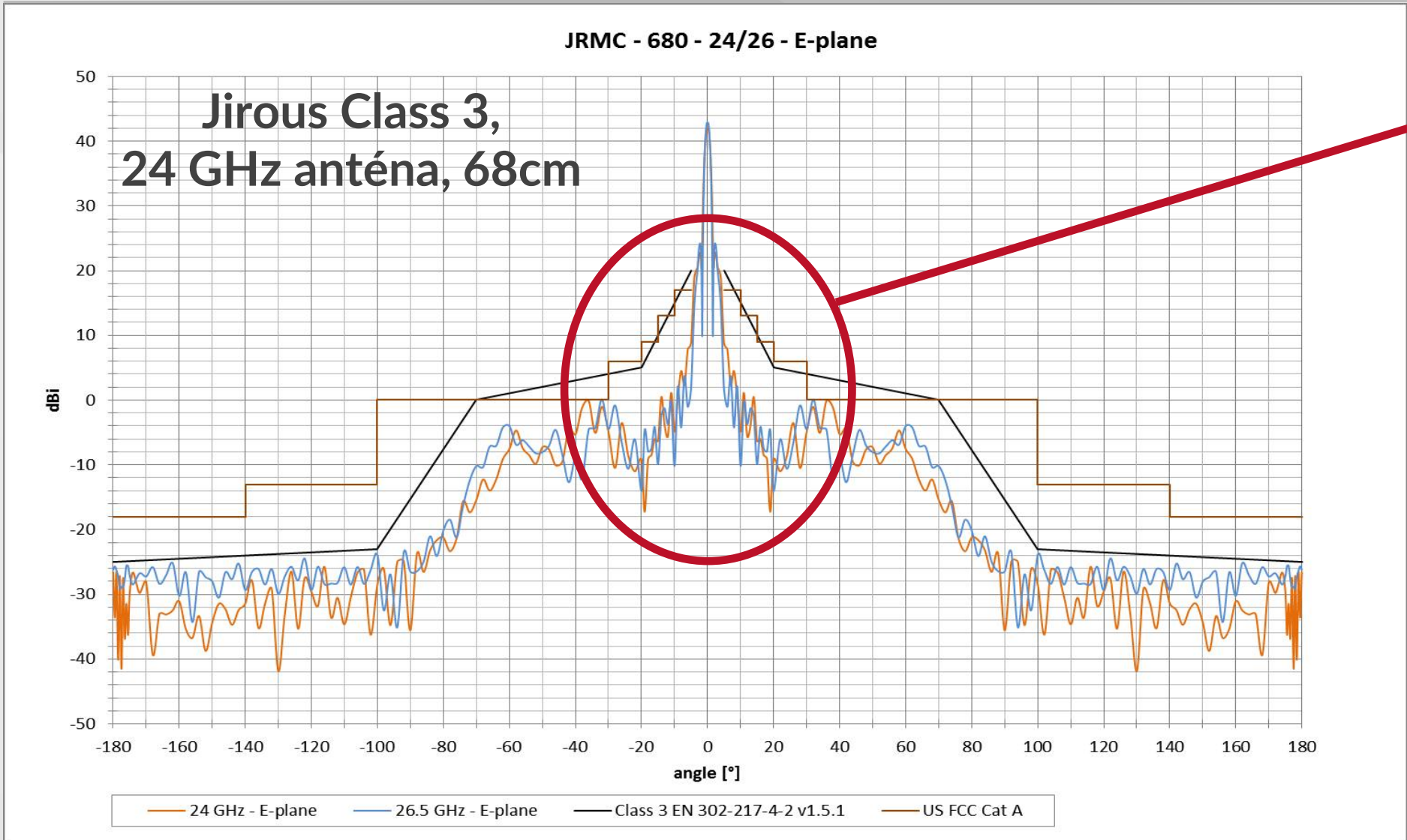
## Class 3 antény po $20^\circ$ = 18 antén/lokalita (dle RPE)

<b>Velikost antény [cm]</b>	<b>40</b>	<b>68</b>	<b>90</b>	<b>120</b>
Zisk antény	37,4	42	44	46
Rušící signál	6,4	6,4	6,4	6,4
<b>Maximální modulace</b>	<b>256</b>	<b>1024</b>	<b>1024</b>	<b>2048</b>

## Class 4 antény po $15^\circ$ = 24 antén/lokalita (dle RPE)

<b>Velikost antény [cm]</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>
Zisk antény	37,4	42	44	46
Rušící signál	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3
<b>Maximální modulace</b>	<b>2048</b>	<b>4096</b>	<b>4096</b>	<b>4096</b>

# Minimální úhel mezi linkami - realita

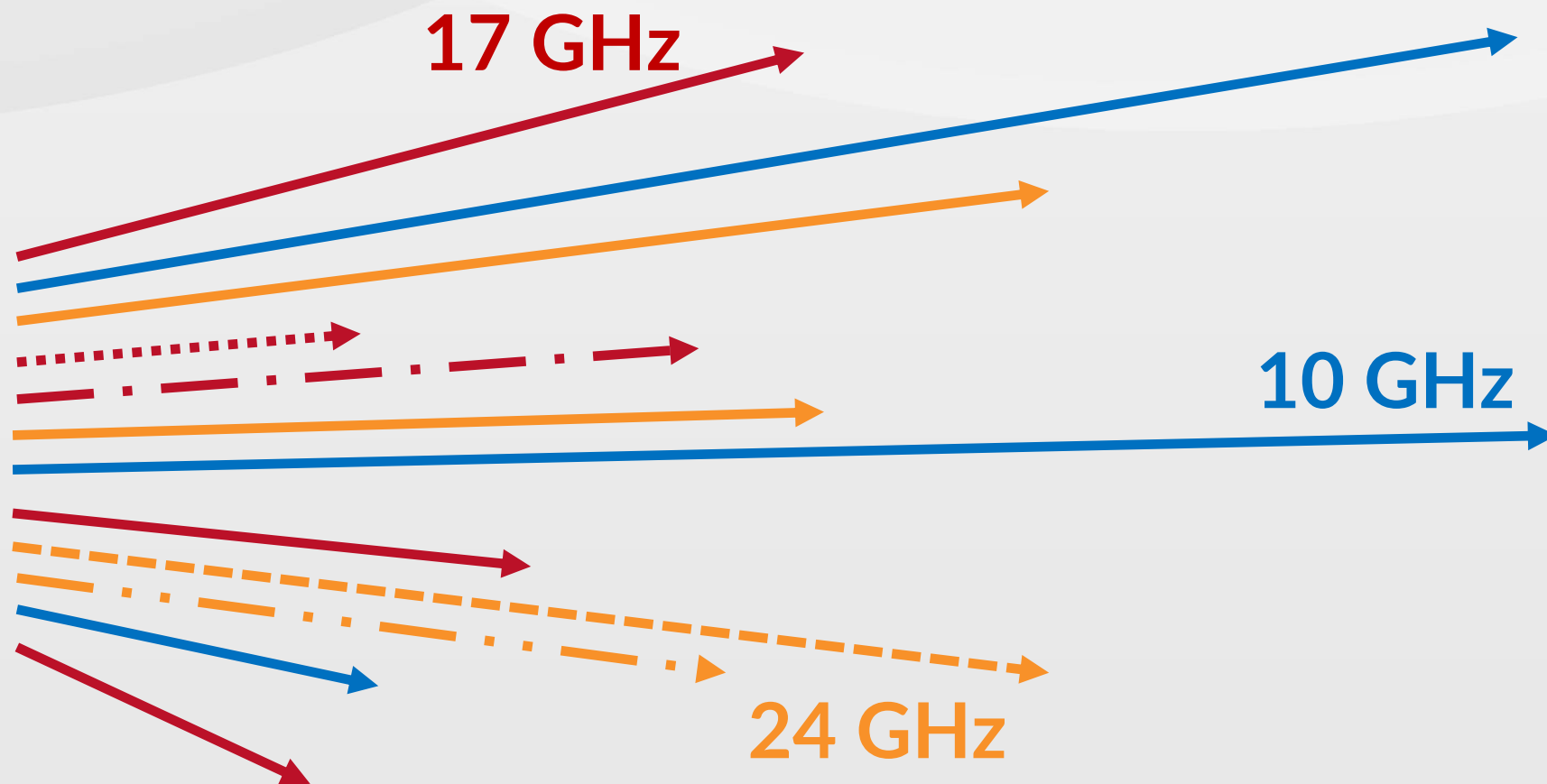
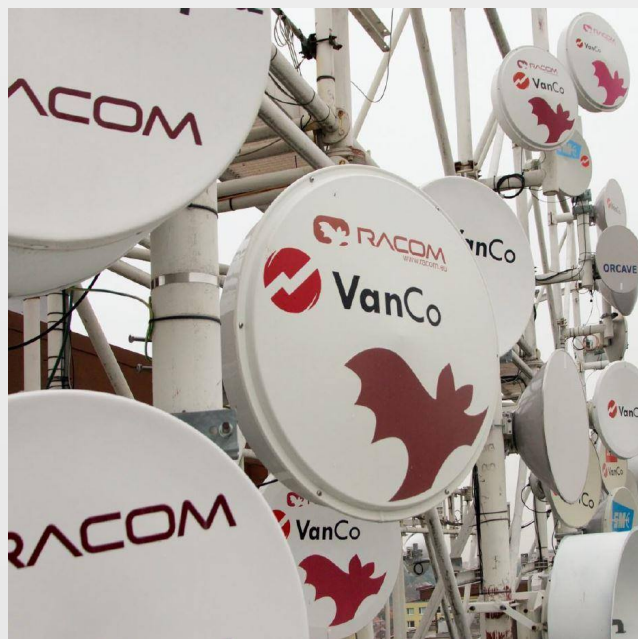


V nejkritičtější oblasti (blízké úhly) je vyzařování antény mnohem nižší než předepisuje RPE

= >

úhly mezi anténami lze značně zmenšit

# Více pásem umožní zhuštění 0,5-1 Gb/s pokrytí





# Co vám tohle umožní?



- Směřovat FDD spoje v každém z pásem 10, 17 a 24 GHz po 15-36 úhlových stupních (dle antén)
- V sektoru 90° obsloužit FDD spoji s Class3 anténami až 13 koncových bodů s kapacitami 0,5-1Gb/s downlink a 50-100 Mb/s uplink
- Snadné zkombinování asymetrických linek se symetrickými (na úkor počtu asymetr. spojů ve směru symetrické linky)

# Díky za pozornost!

Q&A a pokračování diskuse:

- během večera se mnou nebo s lidmi z VanCo
- dále pak na [www.racom.eu](http://www.racom.eu)