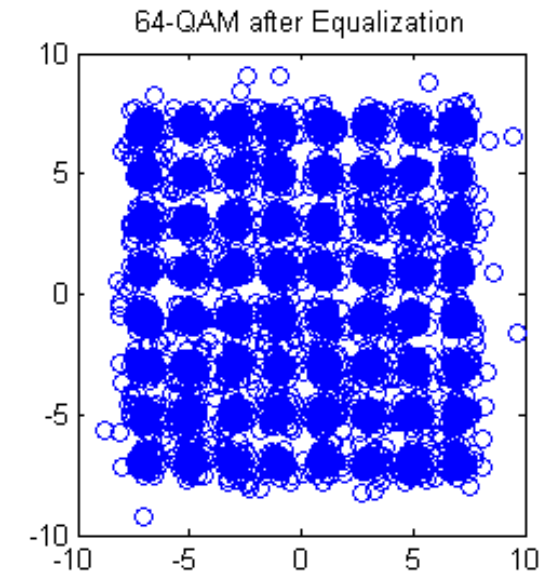
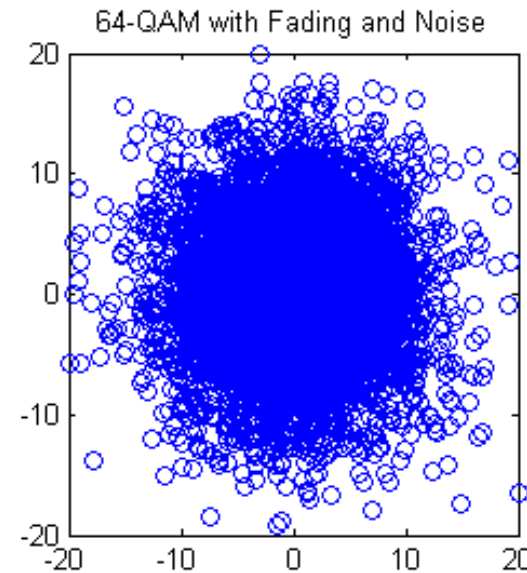
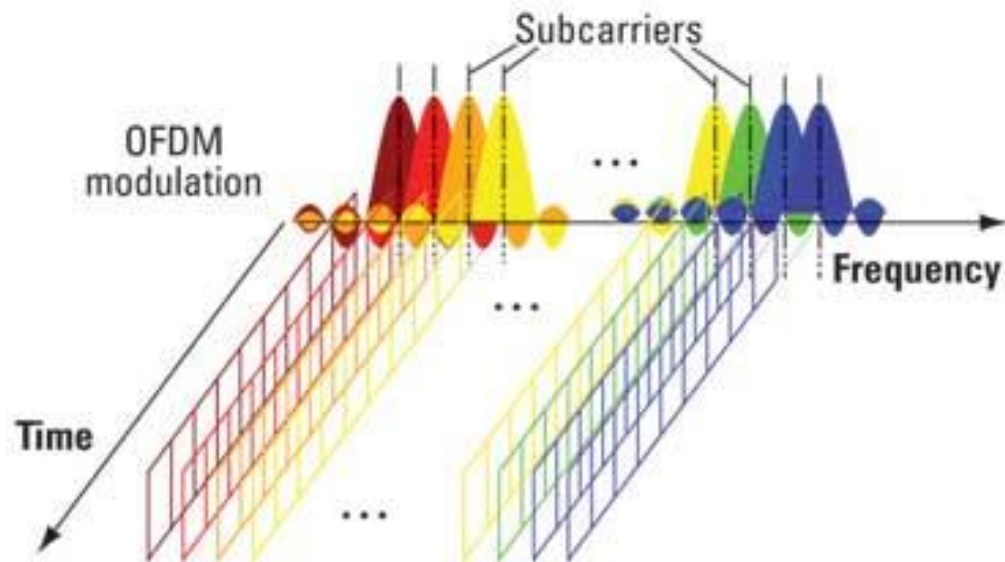


# Tak kam vlastně kráčí bezdrátové sítě ?

Martin Šigut, PODA a.s.



## Efektivita bezdrátového přenosu dosáhla velmi vysokého stupně



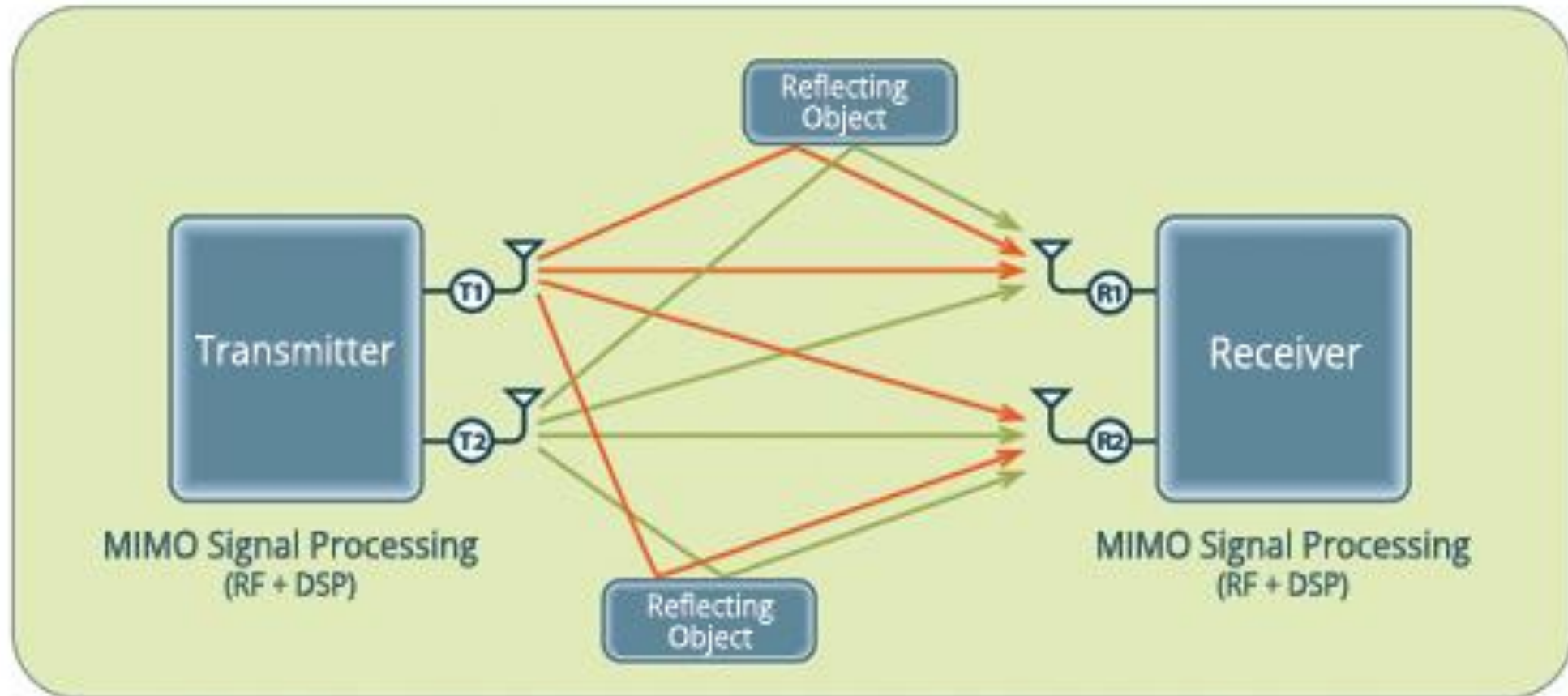
Shannon-Hartleyův teorém : 20 MHz, SINR 20 dB  $\rightarrow$  132 Mbps, SINR 30dB  $\rightarrow$  198 Mbps

## Zvyšování počtu streamů : 2 x 2 MIMO

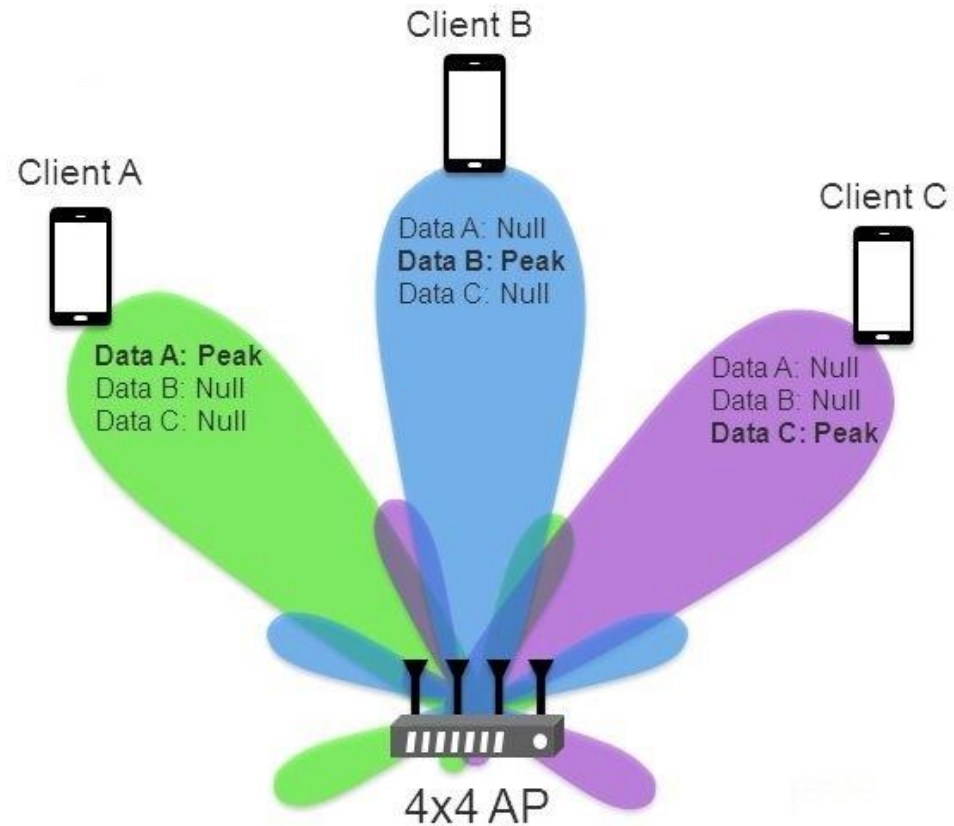
MIMO POLARISATION DIVERSITY



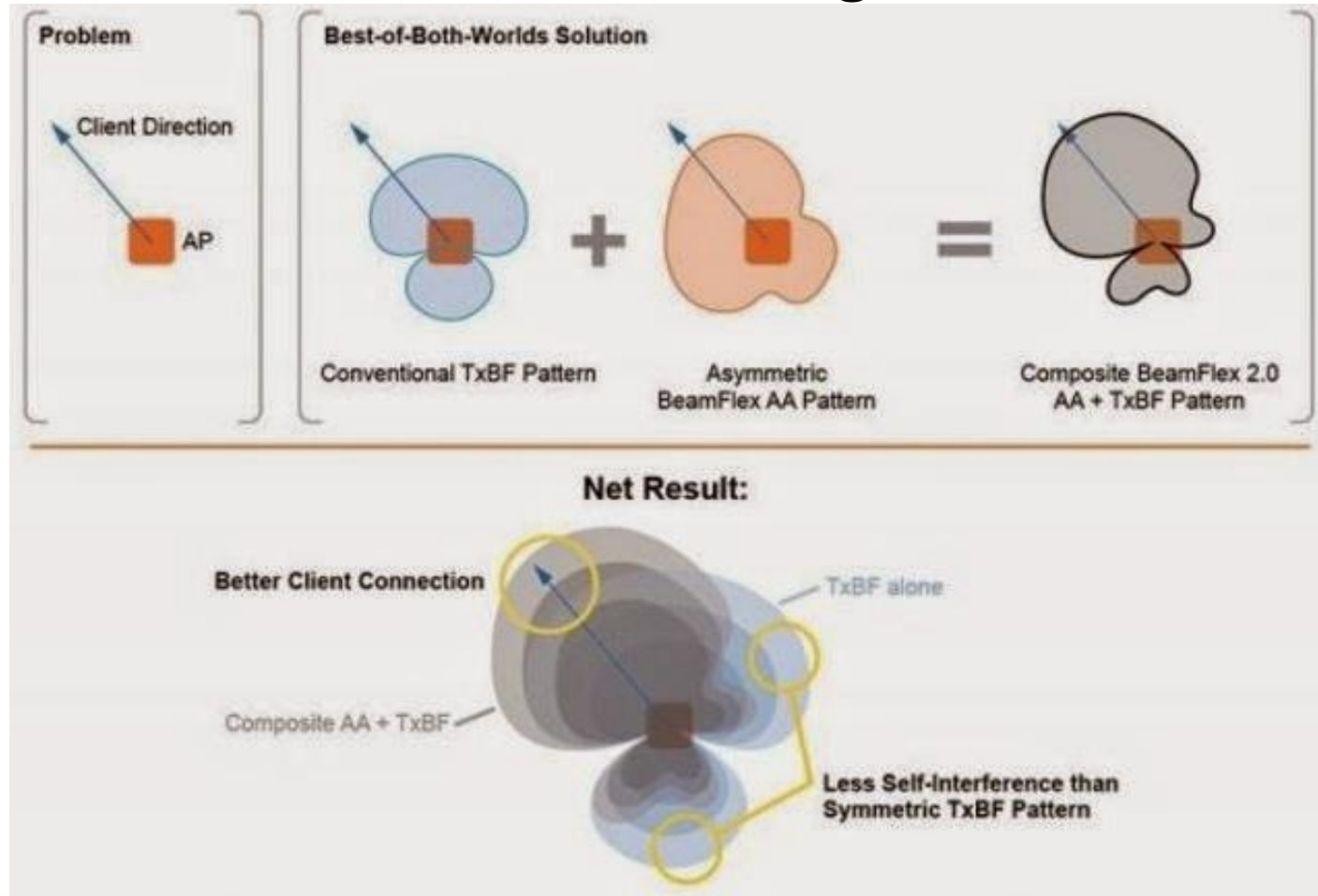
## Zvyšování počtu streamů : SU-MIMO (4 x 4 a více)



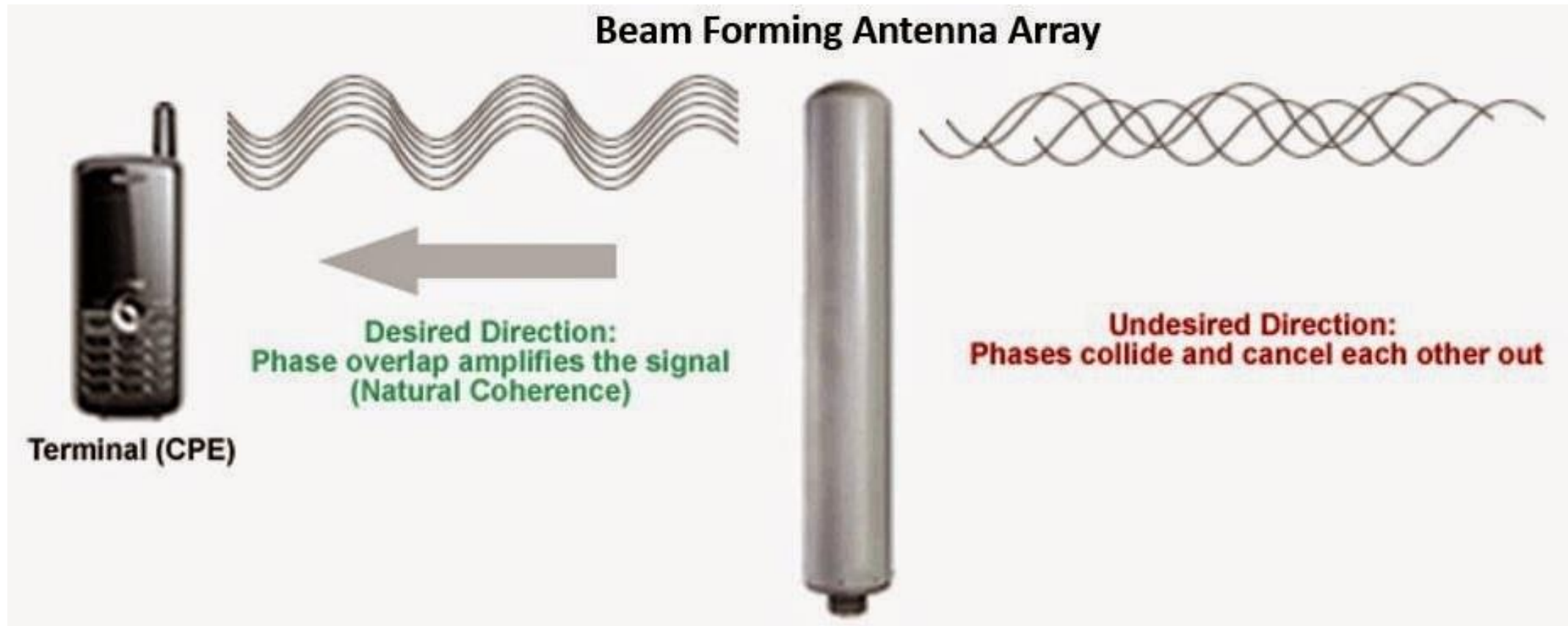
## Zvyšování počtu streamů : MU-MIMO (4 x 4 a více)



# Beamforming

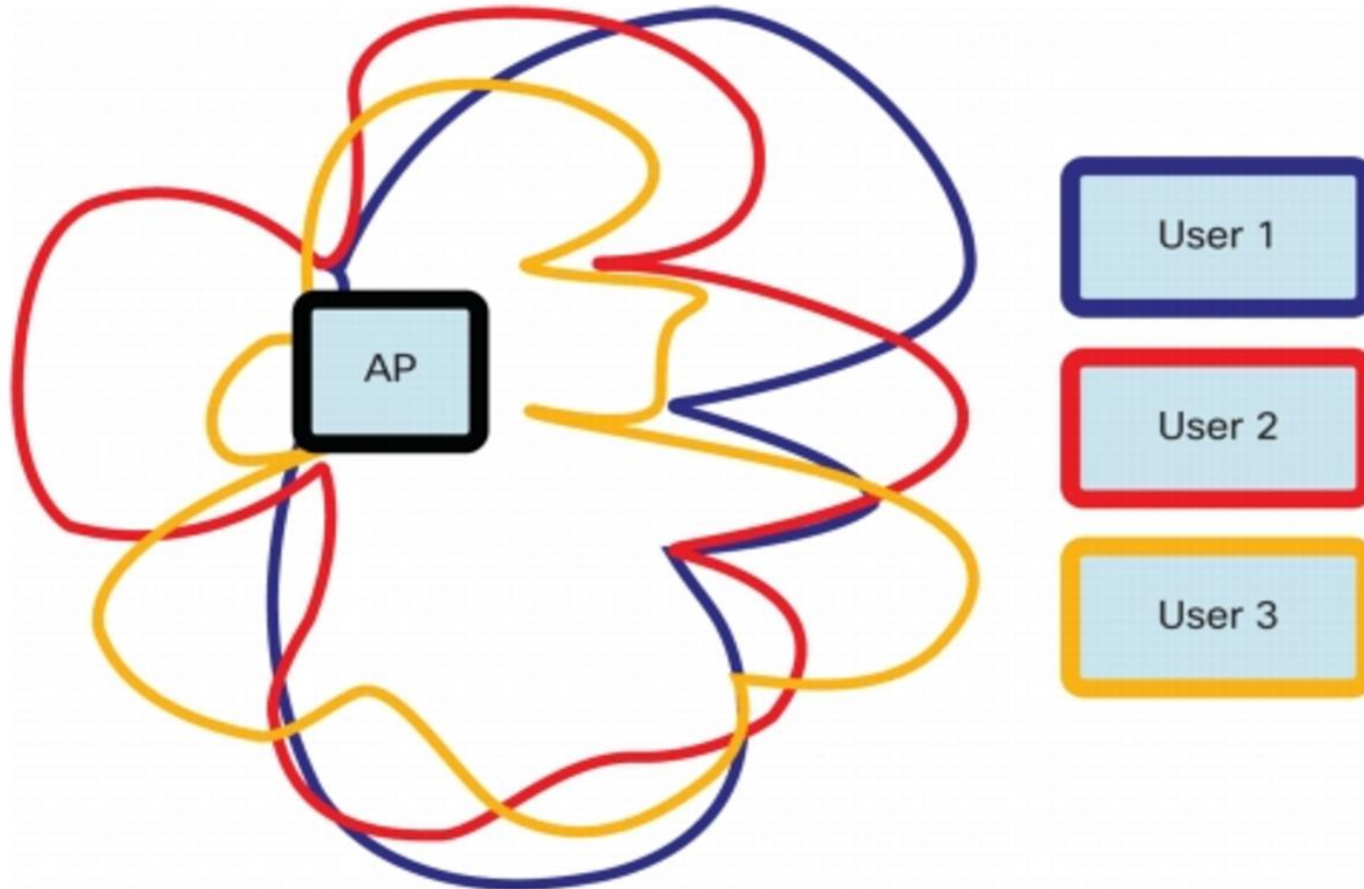


# Beamforming



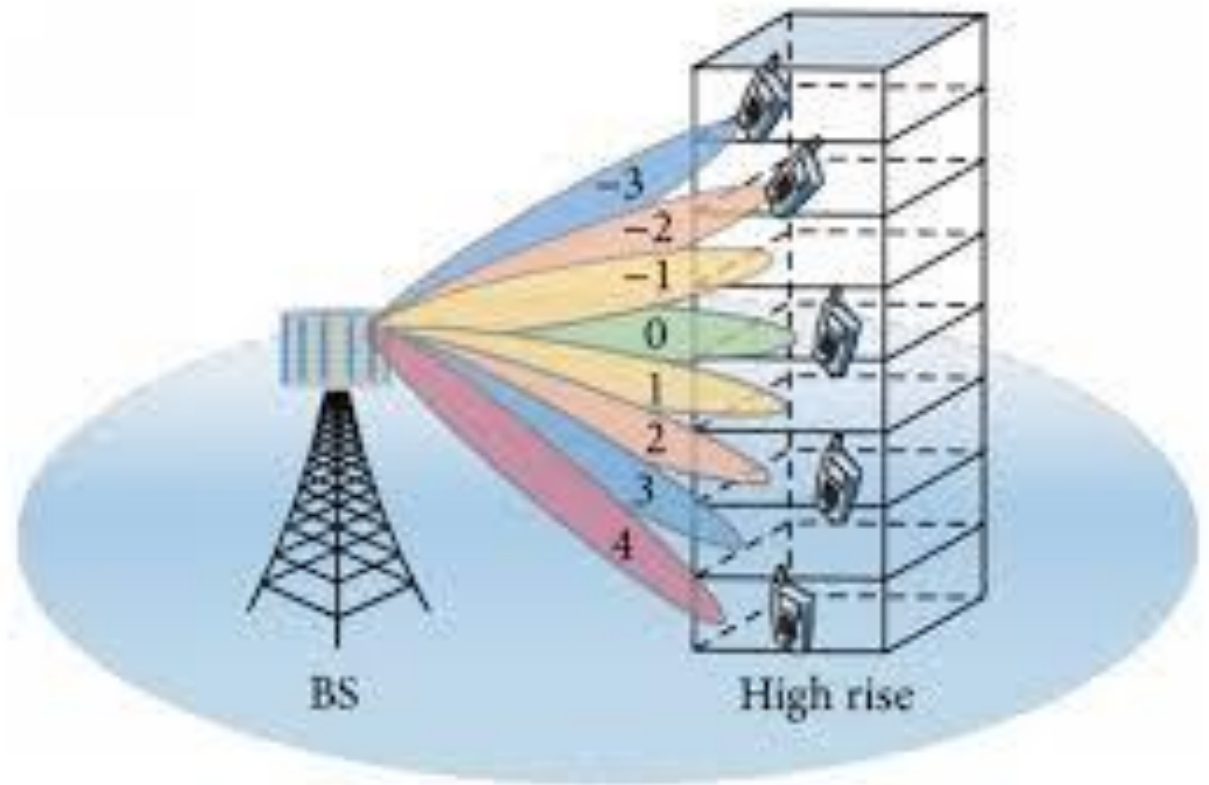
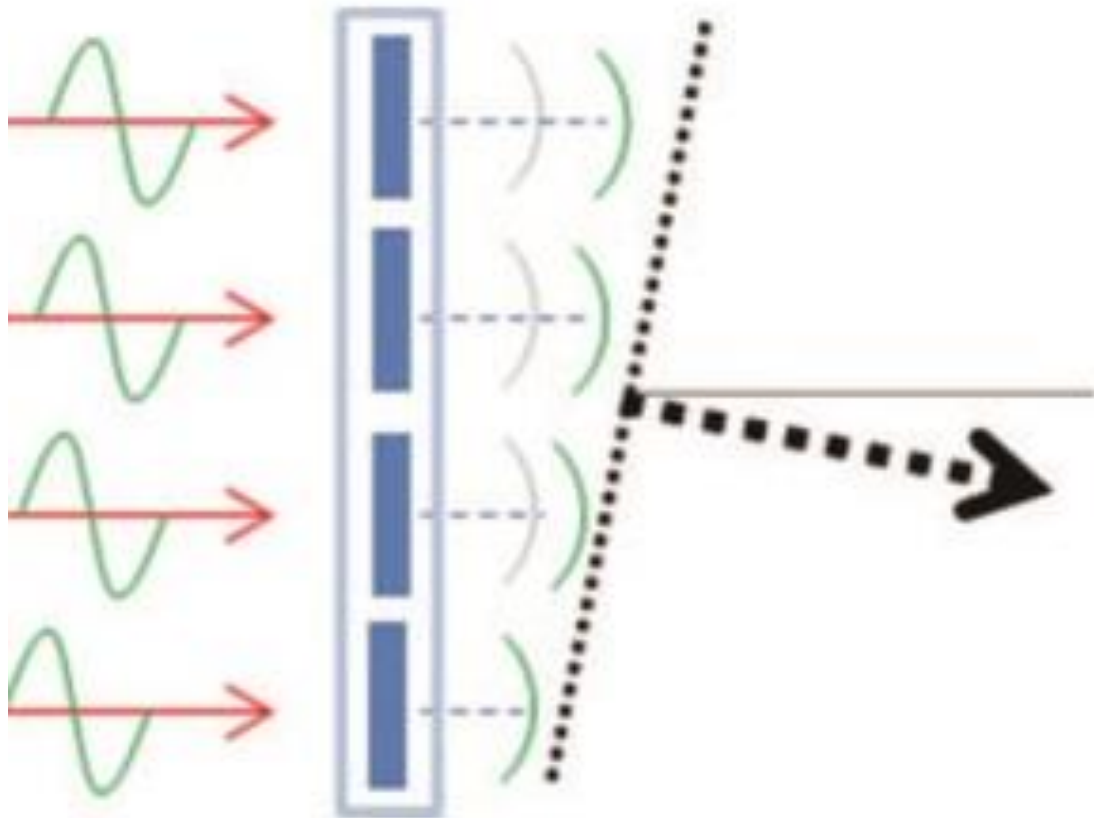


## Beamforming

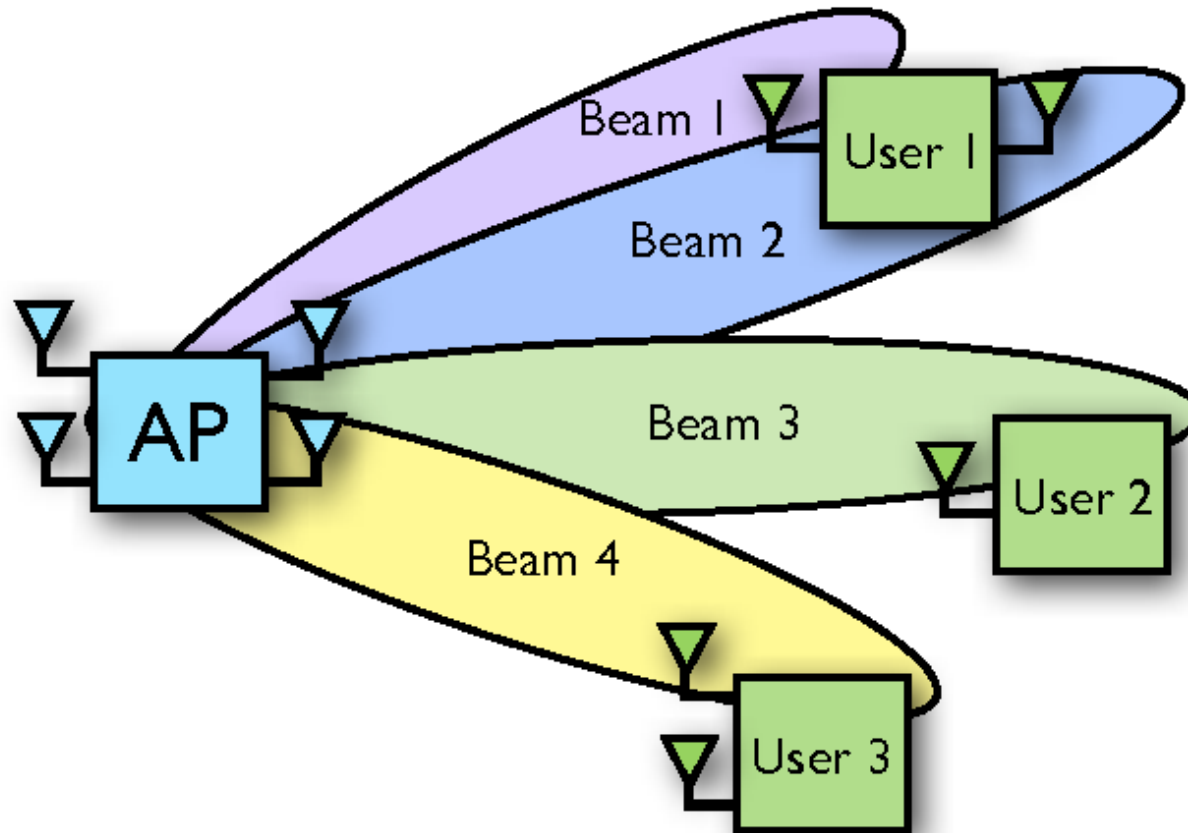




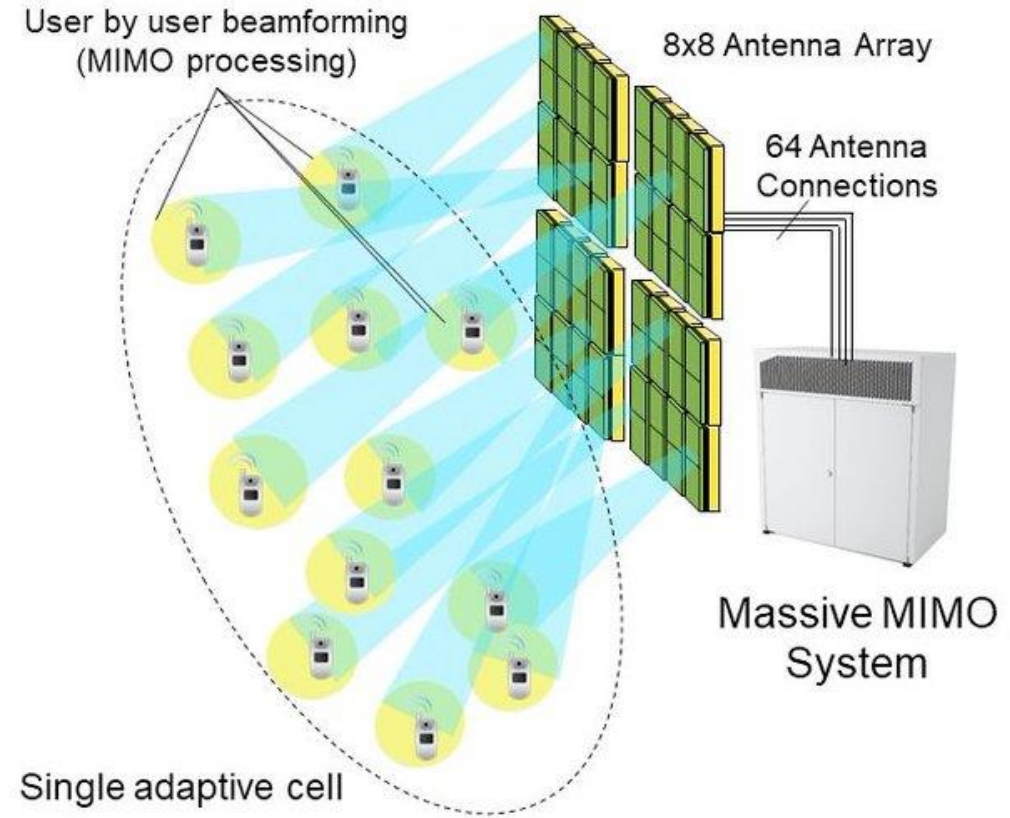
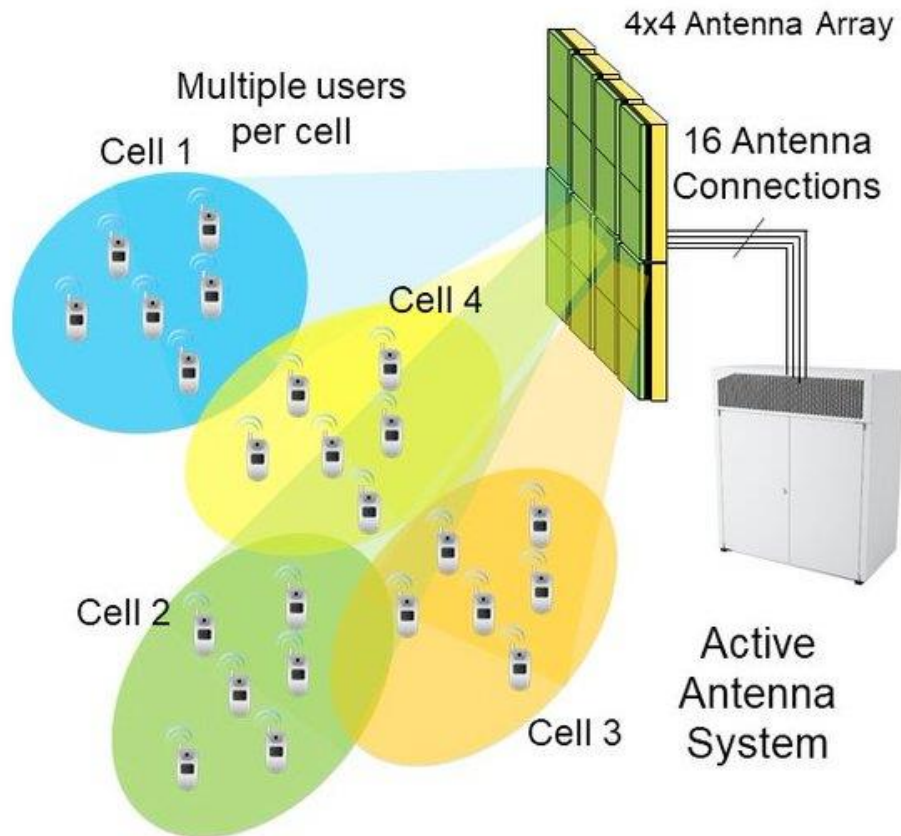
# Beamforming



## Zvyšování počtu streamů : 5G - Massive MIMO

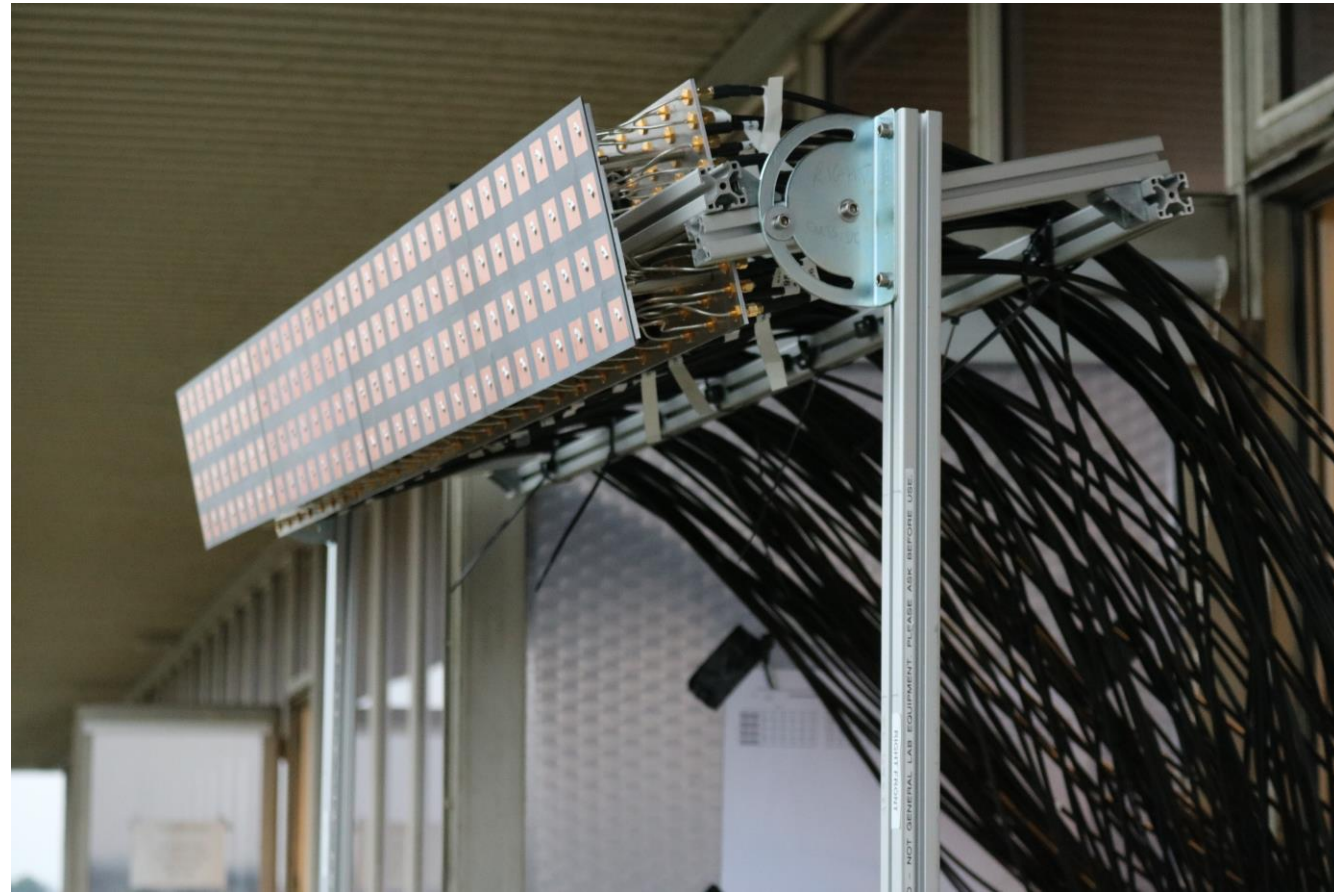
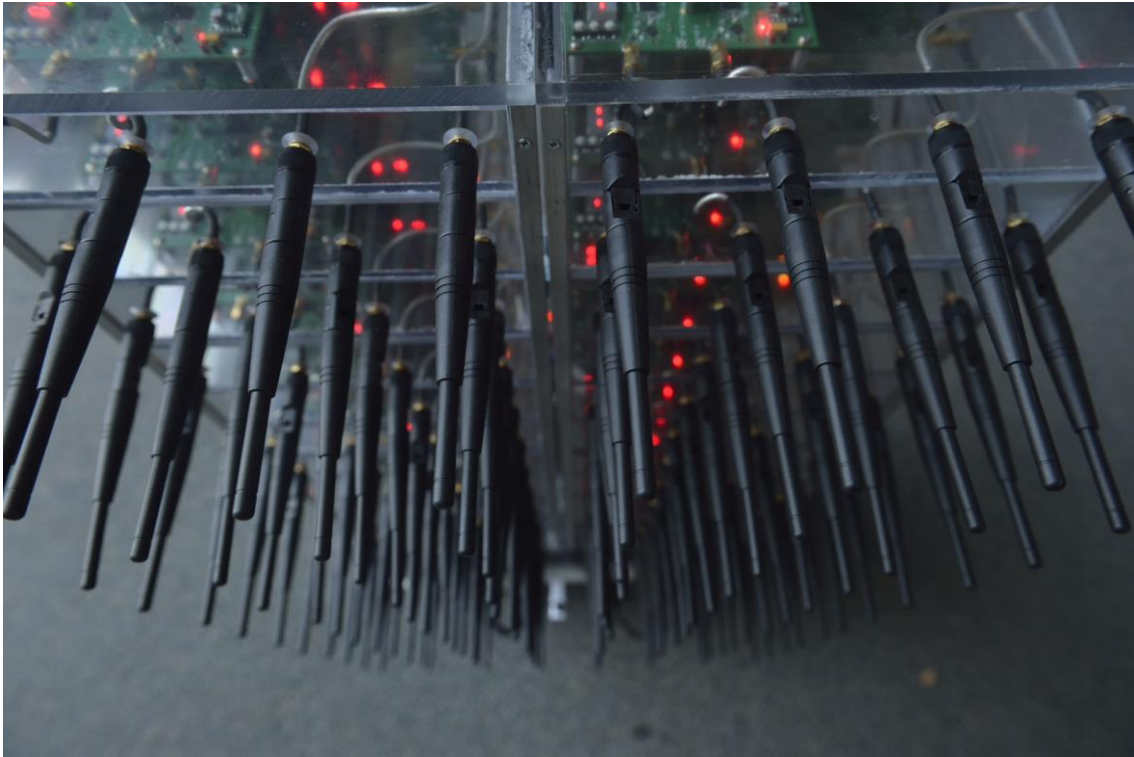


# Zvyšování počtu streamů : 5G - Massive MIMO

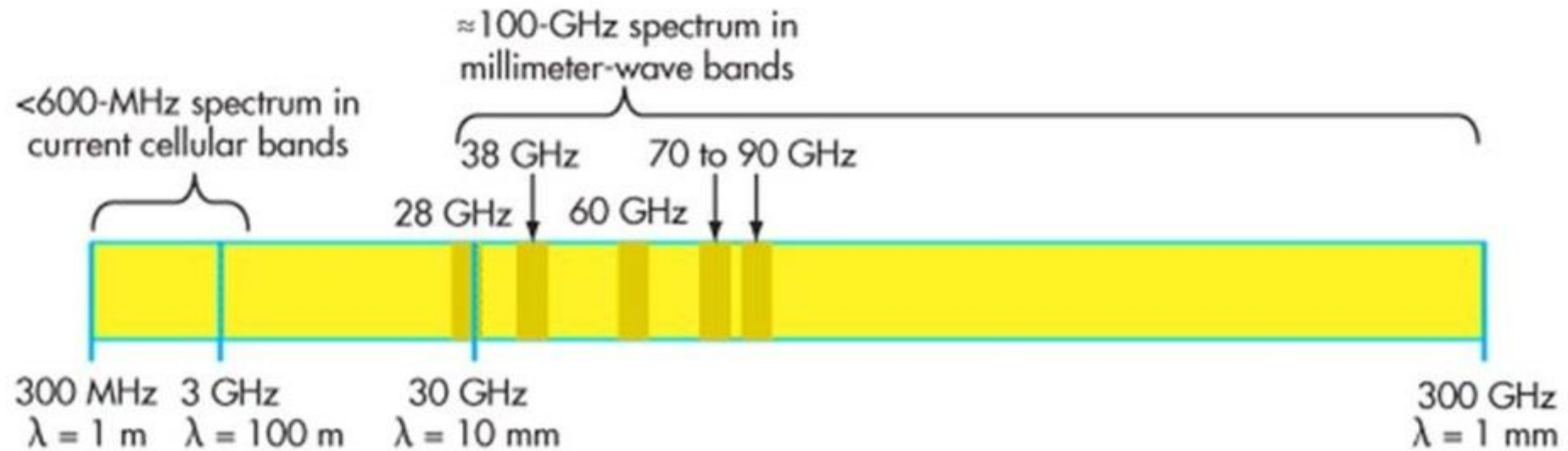




## Zvyšování počtu streamů : 5G - Massive MIMO

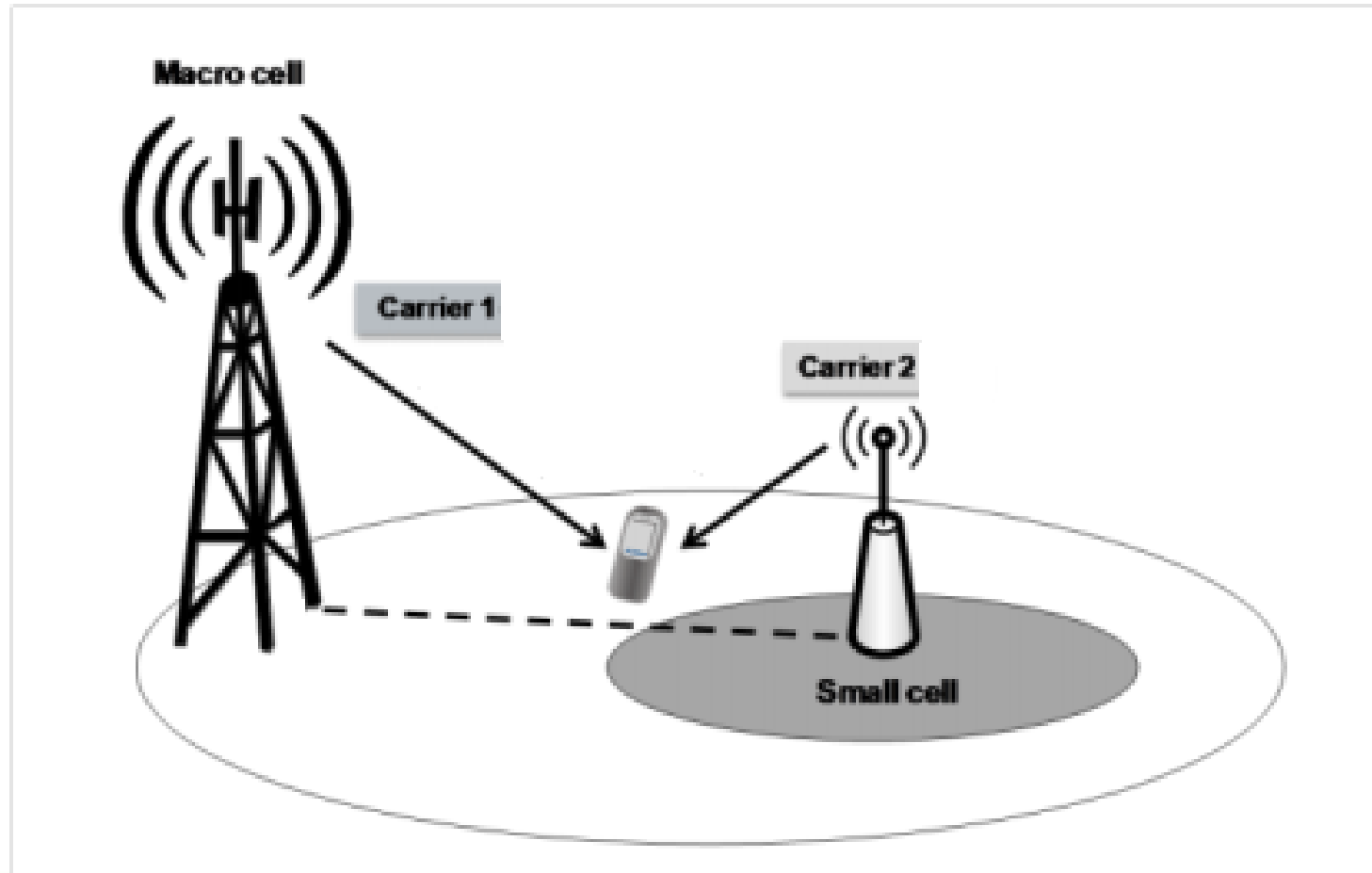


## Milimetrové vlny – další noha 5G



Příklady rozsahů : 24 GHz  $\approx$  700 MHz, 25-28 GHz  $\approx$  cca 2 GHz, 60 GHz  $\approx$  9 GHz, 70/80 GHz  $\approx$  2x5 GHz

## Dual Connectivity





## Vývoj rychlostí v 5G

### Massive MIMO

Typ MIMO	Rychlost max.	Reálná rychlost
2 x 2	110 Mbps	110 Mbps
8 x 8	400 Mbps	±200 Mbps
64 x 64	3,2 Gbps	1+ Gbps

### mmWave

Šířka kanálu	Reálná rychlost
20 MHz	40 Mbps v QPSK
200 MHz	400 Mbps
800 MHz	1,6 Gbps

# LTE na 3,7 GHz

## Proč je licencované pásmo důležité ?

Za vším hledej  $SINR = \frac{\textit{signál}}{\textit{rušení} + \textit{šum}}$

SINR určuje modulační a kódovací schéma a tím rychlost přenosu

Vysoký SINR umožní vyšší vzdálenosti a nepřímou viditelnost

U nelicencovaných pásem lze SINR navýšit jen zvýšením signálu

U licencovaných pásem lze rušení minimalizovat vhodným RNP



# PODA vybrala TELRAD (Alvarion)

**All-in-One : modem, rádio, embeded EPC**

**Software Defined Radio (SDR), Spectrum Analyzer**

**TD-LTE Bands 42/43, 4x4 MU-MIMO**

**Vysílací výkon 30 dBm + 18 dB sektorovka 65°**

**Hmotnost 8 kg, 48 V, příkon 100 W**

**1 Gb Ethernet, SFP**



## PODA vybrala TELRAD (Alvarion)



## Nynější technické možnosti (ověřeno v testech)

- Down **100** Mbps na sektor, max. 70 Mbps na 1 zákazníka
- Up 20 Mbps na sektor, 15 Mbps na 1 zákazníka
- Odezva roundtrip 40 ms, velmi nízký jitter
- Typicky 63 zákazníků na sektor (technický limit 500 zákazníků)
- Vzdálenost typicky 5 km (až 30 km)
- Semi nLOS
- 2 x 2 MIMO, down 64 QAM, up 64 QAM (CPE category 4+)

## Upgrade software letos

- Down **160** Mbps na sektor
- MU-MIMO 2 users, down 256 QAM, up 64 QAM

## Upgrade hardware 2019

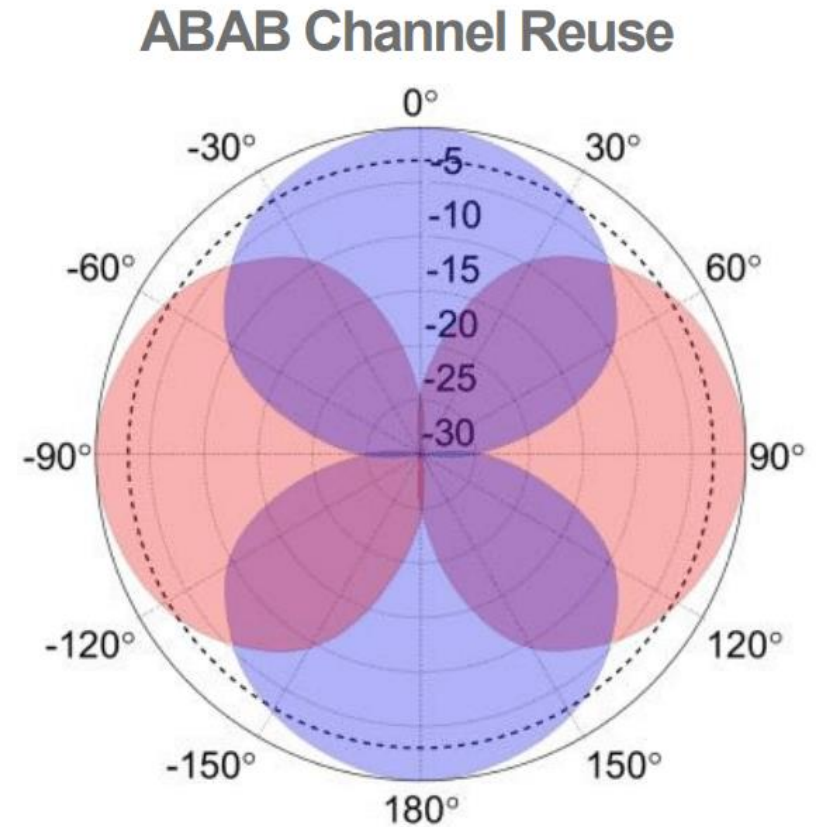
- Down **300** Mbps na sektor
- Typicky 127 zákazníků na sektor





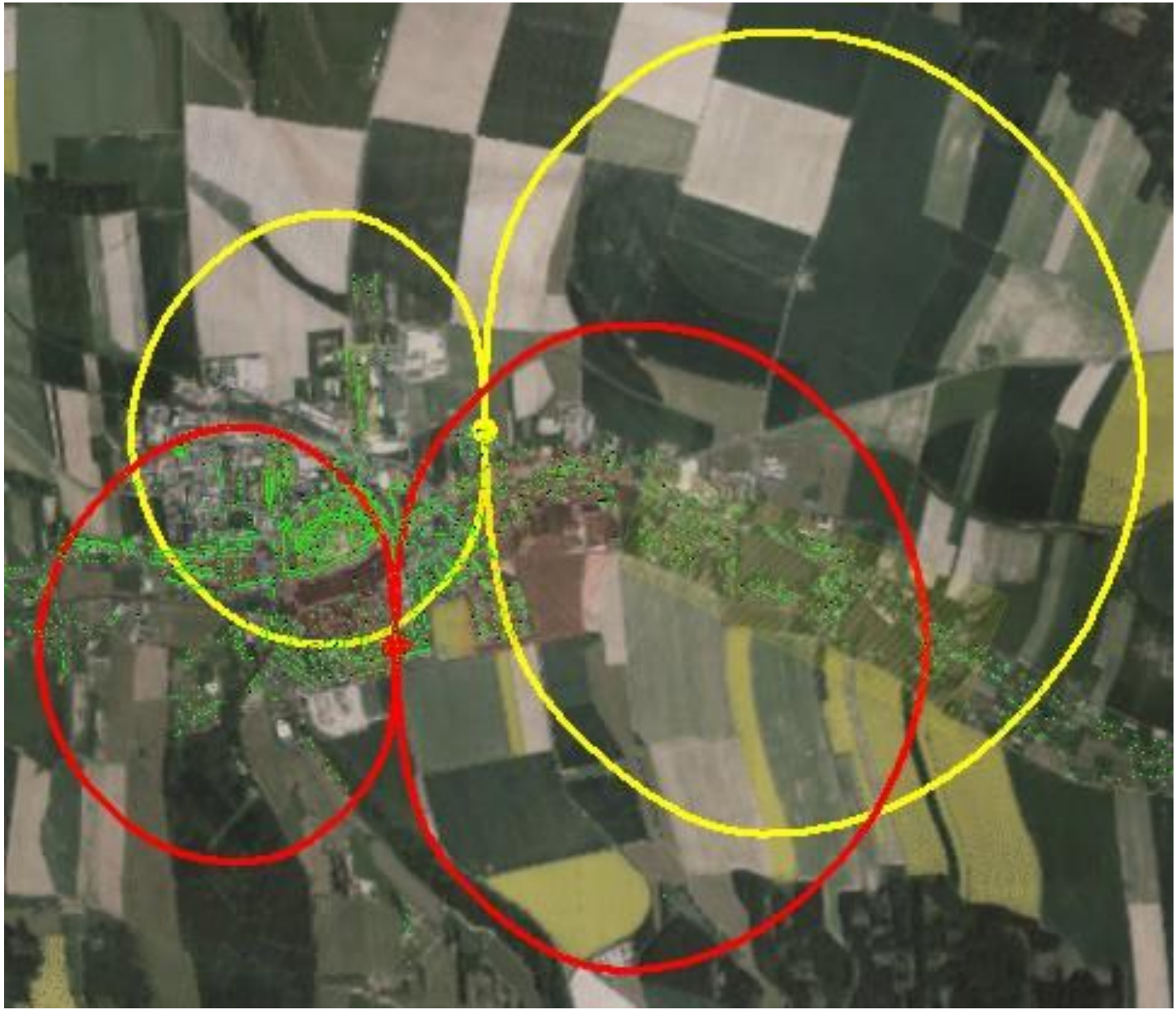
## Radiová konfigurace sítě

- 1 site = až 4 sektory/20 MHz
- Vždy dva sektory na stejných 20 MHz
- Malé buňky pro maximalizaci výkonu
- Otáčení směrů obou fr. kanálů











## Princip spolupráce

- **PODA pronajme eNB (access point), frekvence a zajistí rádiové plánování**
- **ISP použije svoje místa (sajty/retra), konektivitu a napájení**
- **Celá kapacita eNB je k dispozici ISP, který si sám spravuje klientská data (zavedení nových klientů a jejich mazání, vypnutí např. pro neplacení, rychlostní profily)**

**Děkuji za pozornost**

