

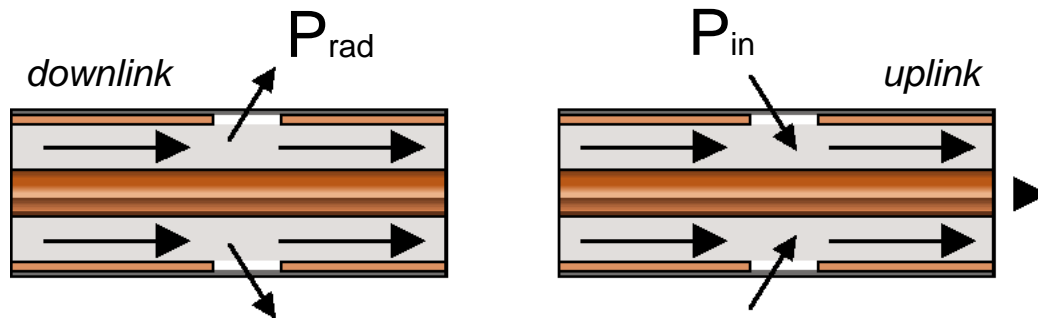
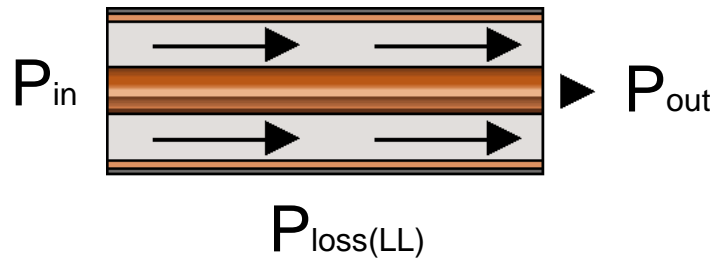


Budoucnost vyzařovacího kabelu nejen z pohledu 5G

Ing. Filip Štěpanovský
produktový manažer
KABEL Trade Praha s.r.o.

20. 10. 2021

Co je to vyzařovací kabel



$$f_c = \frac{c}{\pi \left(\frac{D_o + D_i}{2} \right) \sqrt{\epsilon_r}}$$

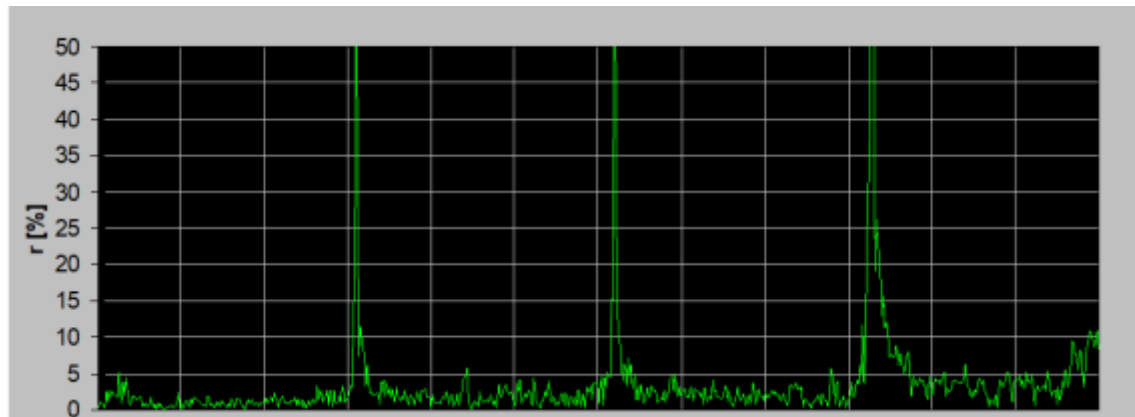
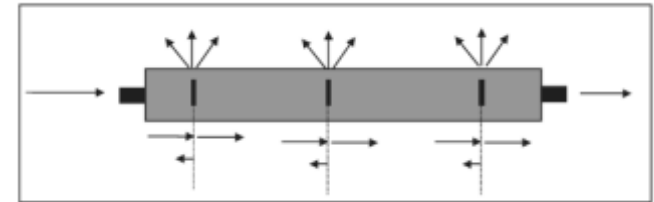
f_c mezní kmitočet
 D_o průměr vnějšího vodiče
 D_i průměr vnitřního vodiče
 c_0 rychlost světla
 ϵ_r relativní permitivita dielektrika

Ztráty: $A_{syst} = A_{ALL} + A_{ACL}$
 systémové podélné vazební



Rezonanční pásma

- Stop bandy
- Mikrodrazy
- Potlačení rezonančních pásem



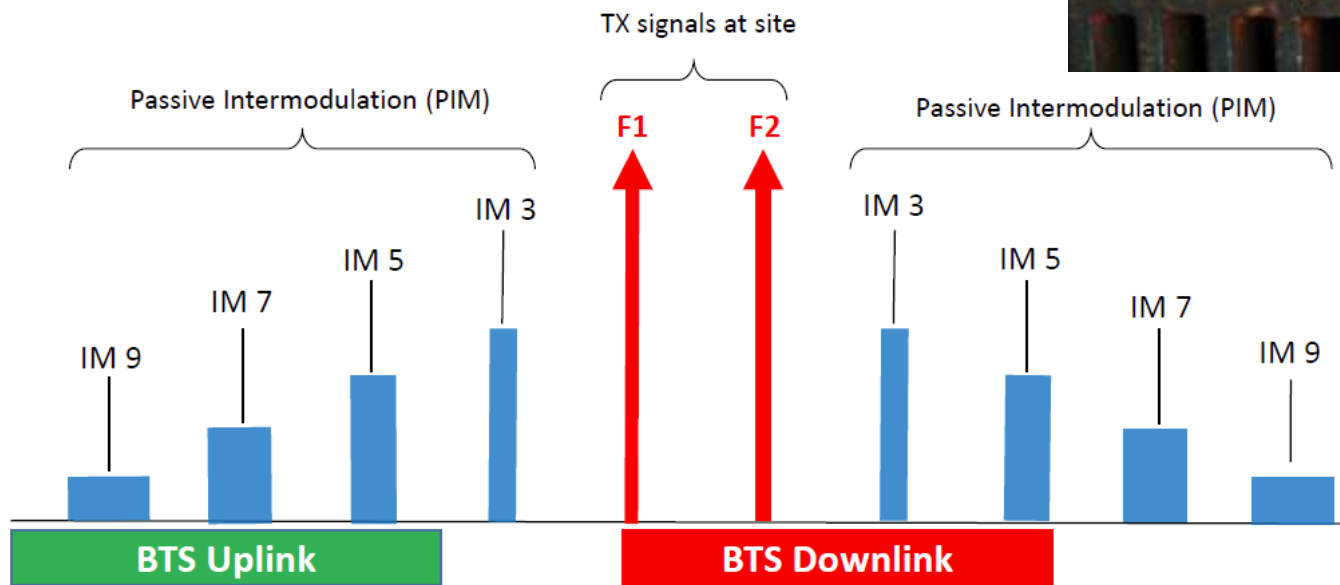
$$f_{R,n} = \frac{n \cdot c_0}{\sqrt{\epsilon_r} \cdot P \cdot 2}$$

$f_{R,n}$ rezonanční kmitočet
 n index rezonančních peaků
 c_0 rychlost světla
 ϵ_r relativní permitivita dielektrika
 P perioda mezi skupinami slotů



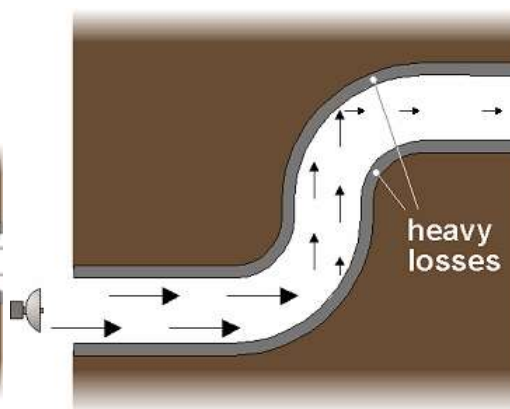
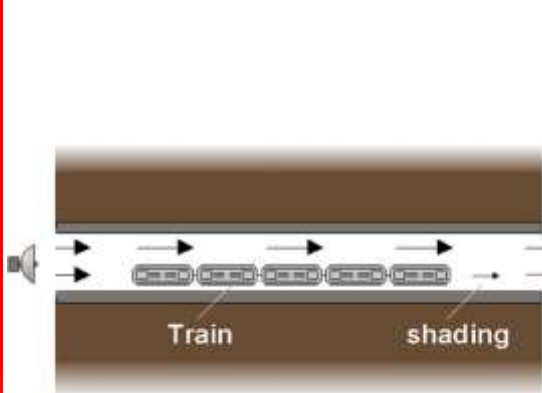
PIM

- Pasivní intermodulace (dBc)
- Nonlinearity
- Parazitní kmitočty
- Interference

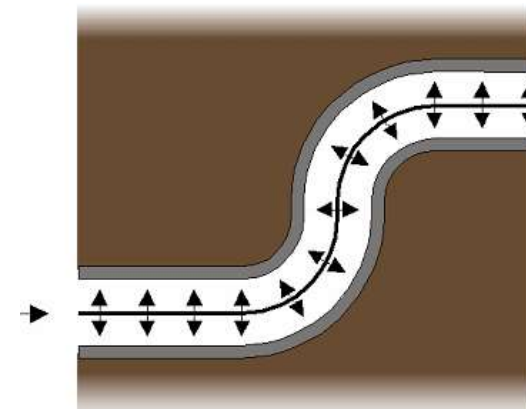


Proč se používá vyzařovací kabel

Pokrytí s využitím antén



Řešení vyzařovacím kabelem



Vyzařovací kabel:

- ✓ Homogenní rozložení signálu
- ✓ Souvislé pokrytí vnitřních prostorů s úzkým či složitým profilem
- ✓ Vhodné řešení pro RF širokopásmové systémy
- ✓ Odolné proti odrazům



Bezdrátové a vysílací sítě

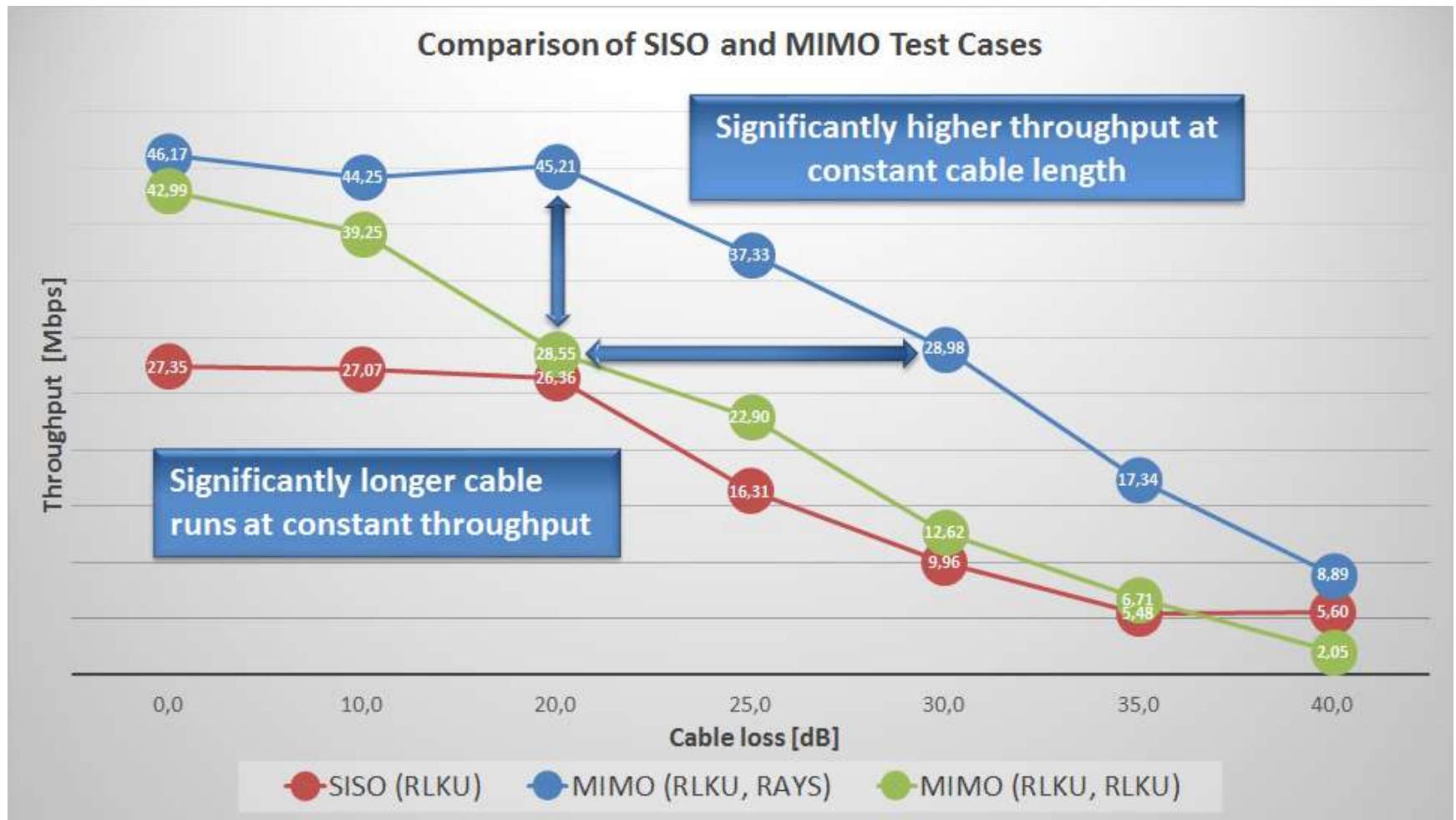


- **Komerční signál (GSM, UMTS, LTE, 5G)**
- **Bezpečnostní složky (TETRA, TETRAPOL)**
- **Drážní komunikace (GSM-R)**



30 – 3800 MHz

MIMO



MIMO - 1 VK

1x VK napájený z obou stran (2x2 MIMO)

#1    #2



Nízké náklady



Hodně omezení ve fázi projektu

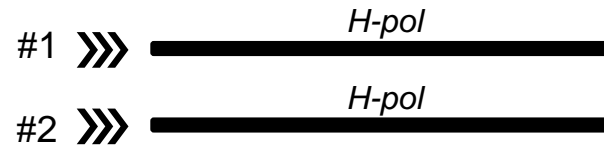
Nevhodné pro dlouhé tunely ($\Delta < 15\text{dB}$)

* VK ... vyzařovací kabel



MIMO - 2 VK

2x VK se stejnou polarizací (2x2 MIMO)



Oproti následujícímu řešení žádná výhoda



Plné MIMO pouze na začátku tunelu

Interference mezi kabely způsobuje úbytek výsledné kapacity

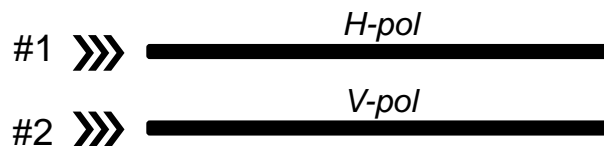
Investice do dvou kabelů

* VK ... vyzařovací kabel



MIMO - 2 VK

2x VK s opačnou polarizací (2x2 MIMO)



Plné MIMO řešení v celé délce instalace



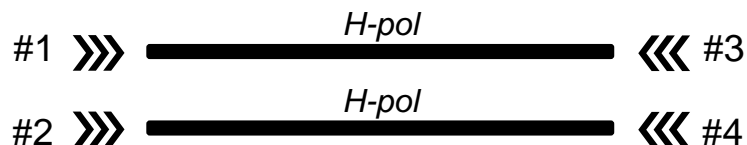
Investice do dvou kabelů

* VK ... vyzařovací kabel



MIMO - 2 VK

2x VK se stejnou polarizací (4x4 MIMO)



Nízké náklady oproti 4x VK



Investice do dvou kabelů

Nutno uvažovat hodně omezení během návrhu

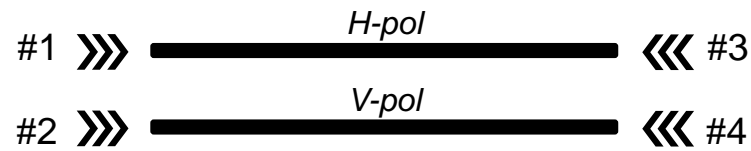
Nevhodné pro dlouhé tunely ($\Delta < 15\text{dB}$)

* VK ... vyzařovací kabel



MIMO - 2 VK

2x VK s opačnou polarizací (4x4 MIMO)



Nízké náklady oproti 4x VK



Investice do dvou kabelů

Nutno uvažovat hodně omezení během návrhu

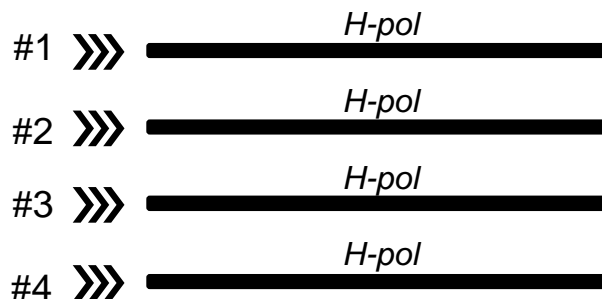
Nevhodné pro dlouhé tunely ($\Delta < 15\text{dB}$)

* VK ... vyzařovací kabel



MIMO - 4 VK

4x VK napájený z jedné strany - 4x4 MIMO



Žádná výhoda oproti následujícímu řešení



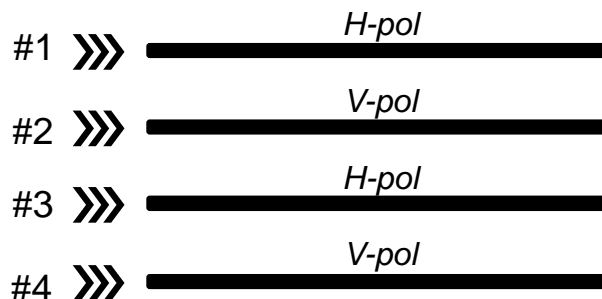
Investice do čtyř kabelů

* VK ... vyzařovací kabel



MIMO - 4 VK

4x VK napájený z jedné strany - 4x4 MIMO



Plné 4x4 MIMO v celé délce instalace




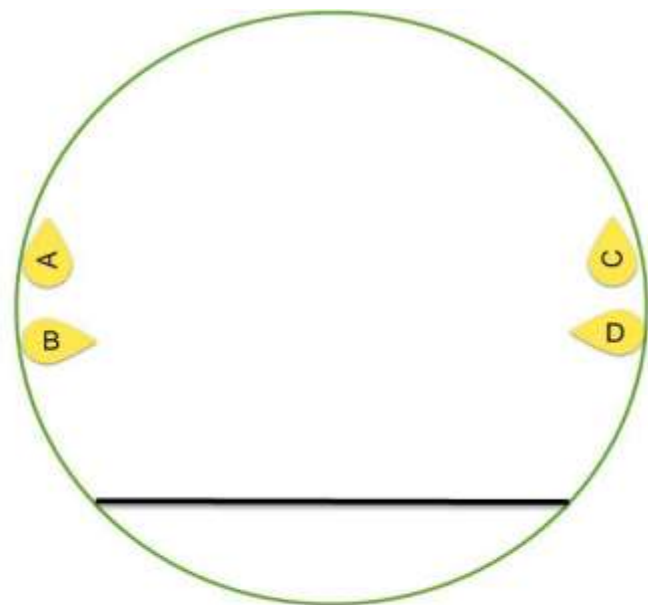
Investice do čtyř kabelů

* VK ... vyzařovací kabel



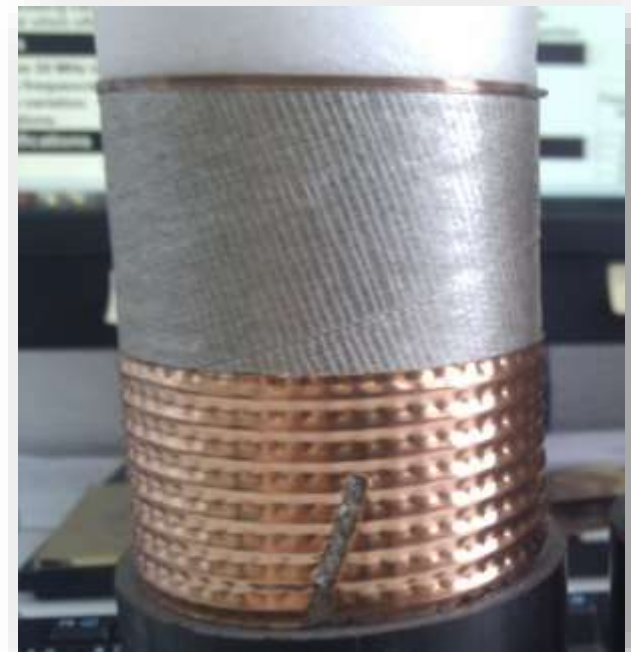
4x4 MIMO

- Trial projekt Tunel Follobanen 
- **560 Mbps**



Požární odolnost

- EU směrnice 305/2011 (CPR)
 - EN 50575
 - Třída reakce na oheň **B2ca s1, d0, a1**
- Požární uchycení
- Křemíková bariéra



Každých 8-10 m



System vyzařovacího kabelu RADIAFLEX®

Tunel Ejpovice



Pražské metro



Reference dodávek VK

- 2012 – Tunel Blanka
- 2014 – V.A metro Praha, mobilní operátoři, KBS
- 2018 – tunel Ejovice
- 2018-2021 – metro Praha, mobilní operátoři
- 2020-2022 – metro Praha, systém VKV



Závěrem

- VK jako standard moderních tunelů
- Širokopásmovost
- MIMO





KABEL TRADE PRAHA s.r.o.

Dobronická 1257, 148 00 Praha 4, ČESKÁ REPUBLIKA

Tel.: +420 261 112 921-922

email: info@ktp.cz | www.ktp.cz