

# Co dokáže bezdrát s optikou v síti NGA

Jakub Rejzek  
Rostislav Kocman  
Monika Kubertová



## Definice NGA sítí

Definice podle Evropské komise (2013/C 25/01 - odst. 58):

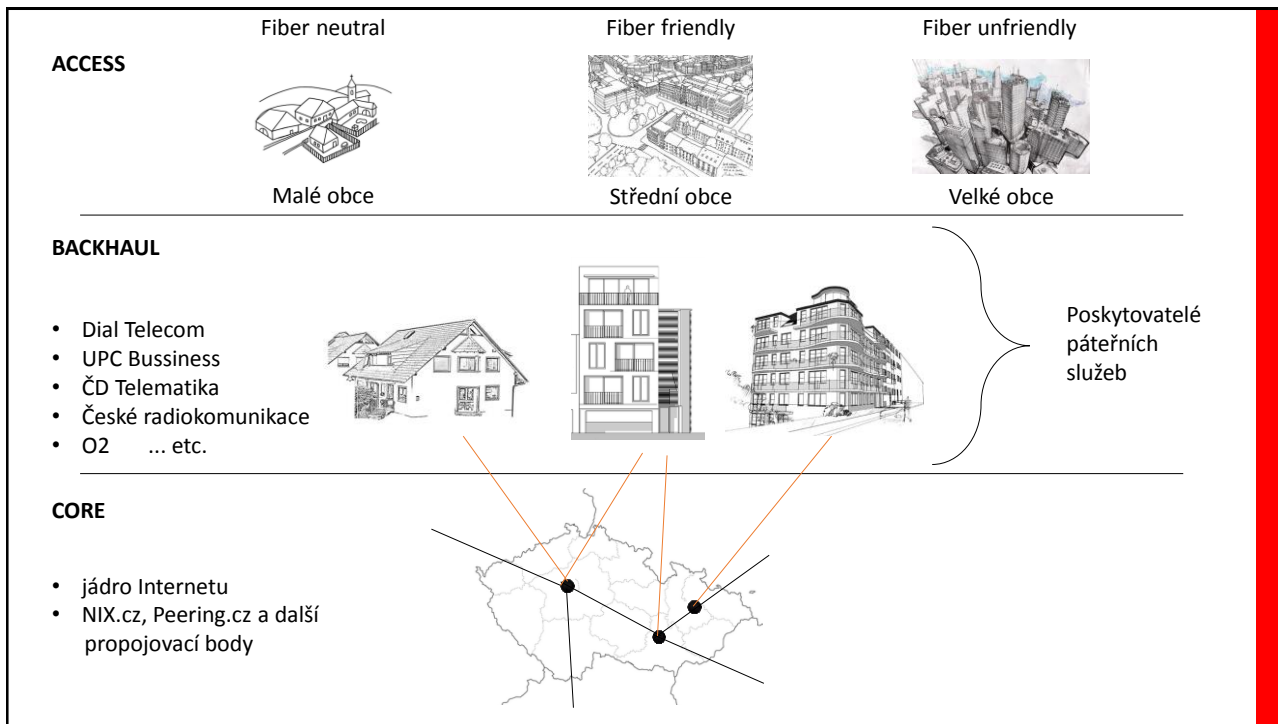
– Síť NGA mají mít alespoň následující vlastnosti:

- i) spolehlivé poskytování služeb při současném zajištění velmi vysoké rychlosti na účastníka – pomocí páteřní sítě z optických vláken (nebo rovnocenné technologie) a v dostatečné blízkosti prostor uživatele tak, aby se zajistilo skutečné vysokorychlostní připojení;
- ii) podpora nejrůznějších vyspělých digitálních služeb včetně konvergovaných služeb spočívajících plně na technologii IP a
- iii) podstatně vyšší rychlost uploadu (ve srovnání se základními širokopásmovými sítěmi).

– V současném stádiu vývoje trhu a technologií jsou sítě NGA:

- i) přístupové sítě z optických vláken (FTTx),
- ii) vyspělé modernizované kabelové sítě a
- iii) některé vyspělé bezdrátové přístupové sítě, díky kterým lze účastníkovi poskytnout spolehlivé vysokorychlostní připojení – **PEVNÉ SLUŽBY!**





## Bezdrátový backhaul

Páteřní spoje s velmi vysokou kapacitou schopné přenášet data na velké vzdálenosti pro připojení autonomních sítí a rurálních oblastí

- dominancí jsou licencované spoje s využitím nízkých frekvencí
- nové technologie přenosu dat, jako jsou XPIC, LOS MIMO umožňují zvýšit spektrální efektivitu na neuvěřitelné hodnoty
- 28 MHz při Line Of Sight Multiple In Multiple Out efektivně využívá 1 Gbit/s
- 56 MHz při stejné technologii 2 Gbit/s
- LOS není dostatečně jednoduché na výstavbu, očekáváme běžné využívání za 5 let.
- XPIC je běžně dostupná metoda s 1 Gbit/s při 56 MHz

Backhaul je i spoj na krátkou vzdálenost, pokud připojuje blízkou síť do Internetu.



- Pro účely srovnání možností rádiové technologie uvádíme technologie pro dlouhé skoky, tzv. long haul.

# Long haul

## Využívané jsou pásma:

Odhadované kapacity pro XPIC – dostatečně prověřenou metodu

- 4 GHz 29 MHz BW longhaul 500 Mbit
- 6 GHz 40 MHz BW velmi dlouhé spoje 700 Mbit
- 7 GHz – zvažované spojení 6 a 7 GHz do jednoho pásma 28/56/112 MHz BW – 2 000 Mbit
- 11 GHz do 80 MHz – 1500 Mbit
- 18 GHz – do 110 MHz – cca 2000 Mbit

**Pro připojení oblastí bez přístupu k optickým vláknům lze uspokojivě vyřešit rádiovým spojením. Případný Open Access lze řešit na úrovni bit streamu.**



# Last mile – bezdrátové řešení v přístupových sítích - současnost

Spoje pevné služby s co nejnižšími OPEX náklady jsou spoje volných pásem. Pásma uvolněná mezinárodními organizacemi pro využívání v NGA sítích jsou pásma 60 a 80 GHz.

## Výhody pásem:

- Vysoký kmitočet zajišťuje možnost husté výstavby a opakované využití frekvence bez nutnosti koordinace.
- Využitelná šířka pásma je velká, přenosové kapacity jsou řádově ve stovkách až tisících Mbit.

Vlastnosti pásem neumožňují dlouhé backhaul spoje. Využitelnost je velmi omezená:

- 60 GHz – stovky metrů
- 80 GHz – jednotky kilometrů

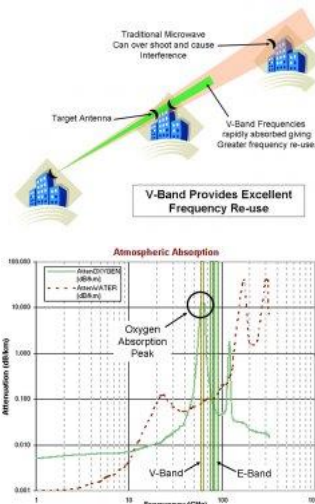
**Proč? Fyzikální vlastnosti a chování v dešťových srážkách limituje vzdálenost kvůli spolehlivosti spojů.**



**Další nevýhodou je stále vysoká cena zařízení, proto se třeba 80 GHz stále využívá více jako backhaul na velmi krátké skoky, nebo zálohování optických sítí.**

## Proč používat milimetrové vlny (V-Band) pro Point-Point spojení

- Poskytuje dostatečnou šířku pásma pro rychlosti od stovek Mb/s přes nyní jednotky a nízké desítky Gb/s.
- Existují nelicencovaná pásma (60 GHz) nebo pásma pouze s administrativními poplatky – Light licence (např. 80 GHz).
- Vhodné pro krátké vzdálenosti (100 m – 5 km – optimum je 1-1,5 km), vzhledem k absorpci vln v atmosféře (voda, kyslík).
- Absorbce milimetrových vln je výhodou – umožňuje opakované využití frekvencí a v případě využití vhodných antén je extrémně odolné vůči interferencím a rušení.
- Vhodné pro řešení last-mile na krátkou vzdálenost – prodloužení kapacity optických sítí ke koncovým zařízením.
  - Hardware může být velmi malý – limitující je velikost čipu a napájení, ne antény.



## Last mile – bezdrátové řešení v přístupových sítích – blízká budoucnost – i Google má plány v 60 GHz

- Google kupuje v roce 2014 Alpentel Technologies, vyvíjející technologie v pásmu 60 GHz.
- Google ve vybraných amerických městech staví v pilotním provozu *Fiber Internet Service* – předpokládá se, že využije pásmo 60 GHz pro last mile. Oznámená cena zařízení je kolem 100 USD.
- Google má plány stát se globálním telekomunikačním operátorem – testuje různé technologie pro různé potřeby (optika+wireless ve vyspělých zemích, MVNO, internet z balonů v rozvojových zemích - Loon).



## Proč Google vyvíjí tak levné zařízení do pásma 60 GHz?

- Máme vybudované optické NGA sítě, ale připojení zákazníka přímo optickým kabelem není možné:
  - Zákazník si nepřeje kopat na pozemku (zahrada, poškození stavebních prvků),
  - Zákazník nemá vlastnický vztah k pozemku,
  - Práce nejsou ekonomické, zákazník je nechce hradit a stávající služba mu stačí.
- Google v USA řeší to samé. Pokud není možné používat na poslední metry kabelové převěsy, zákazníka nezíská.
- Proto se rozhodnul ve vhodném pásmu vyvinout zařízení s kapacitou 1 Gbit/s, které lze bez plánování kmitočtů opakovaně využívat.
  - Cena odpovídá možnostem koncového zákazníka.
  - Zařízení má symetrický poměr mezi downloadem a uploadem.



## Ze by Google obrátil svět ISP vzhůru nohama?



# 120 GHz zařízení s kapacitou 10 Gbit/s

Koichi Murata je vedoucí inženýr skupiny vývojových pracovníků firmy NTT Photonic Laboratories z Japonska.



Jeho tým vyvinul a předává průmyslu obvody pro zařízení spoje pevné služby s kapacitou 10 Gbit/s.

Takové zařízení spolehlivě obslouží s NGA parametry **sítí o tisících zákazníků**.

**Je třeba ponechat v definici NGA i zařízení ve volných pásmech, bezdrátové systémy se bouřlivě vyvíjejí.**

**Už víme co bude za 5 let. Jaké budou naše možnosti za 15 let?**



**Základní charakteristika bezdrátových sítí je totiž snadná, rychlá a levná výstavba.**

# Děkujeme za pozornost

Wireless show is continuing on!

Těšíme se na další pokračování této debaty, třeba v roce 2025.



[jakub.rejzek@ispalliance.cz](mailto:jakub.rejzek@ispalliance.cz)  
[rostislav.kocman@ispalliance.cz](mailto:rostislav.kocman@ispalliance.cz)  
[monika.kubertova@ispalliance.cz](mailto:monika.kubertova@ispalliance.cz)