

# **APKT**

*Asociace provozovatelů kabelových a  
telekomunikačních sítí v ČR z.s.*



## **APKT – měření NGA sítí a EuroDOCSIS 3.0**



Bc. Jakub Radoň

[jakub.radon@lica.cz](mailto:jakub.radon@lica.cz)

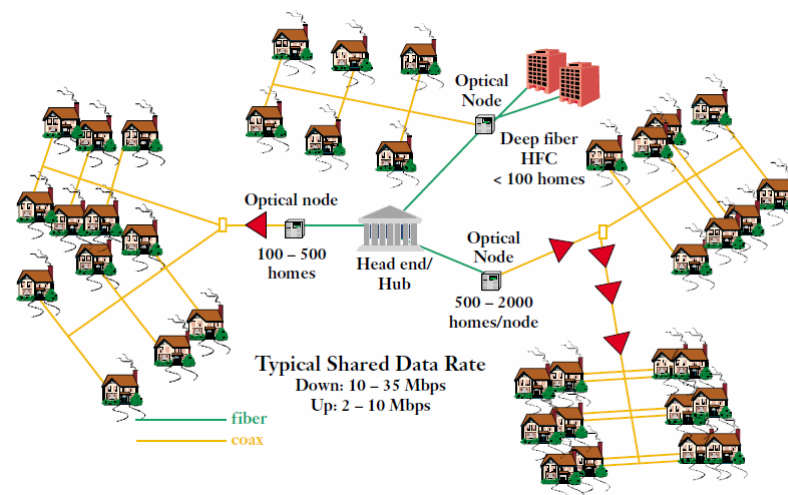
Ing. Josef Beran

[josef.beran@profiber.eu](mailto:josef.beran@profiber.eu)

ČTÚ workshop – NGA sítě, srpen 2016

# DOCSIS – hlavní rysy technologie

- Přístupové sítě postavené na koaxiálním kabelu, HFC (Hybrid Fiber Coax networks) – zejména páteře & distribuce také po optice
- DOCSIS = Data-Over-Cable Service Interface Specification  
V CZ & EU: EuroDOCSIS – 8MHz šířka DS.
- Více klientů využívá jedno sdílené médium – koaxiální kabel !  
→ nutno (složitě) přidělovat vysílací prostor ve zpětném směru
- Modulace:
  - aktuální DOCSIS 3.0 – QAM (DS: Q64/Q256, US:QPSK-Q64)
  - nové DOCSIS 3.1 – QAM & OFDM
- Kapacity EuroDOCSIS 3.0 :
  - 1x DS 8MHz QAM256 ... 50Mbps reálně
  - 1x US 6.4MHz QAM64 ... 25Mbps reálně (typicky pouze QAM16)
- Aktuální typické počty DS a US v jednom nodu
  - DS: 4 až 16 (200-800 Mbps)
  - US: 2 až 6 (16-150 Mbps)ChannelBonding 4x4 / 8x4 / 16x4.
- DOCSIS (3.0) je asymetrická technologie, s pomalejším US proti DS.



# DOCSIS – měřené prvky



Klíčové aktivní prvky DOCSIS sítě:

- Centrální prvek: **CMTS** (Cable Modem Termination System)
- Klientské zařízení: **Cable Modem** (CM)

Měřeno na následujících EuroDOCSIS3.0 CMTS v živém provozu:

- **Arris C4**
  - DS karty 16/24/32 DS
  - US karty 12/24 US
  - 16 slotů pro DOCSIS karty
- **Cisco uBR7225:**
  - DOCSIS karty 8xDS + 8xUS
  - 2 sloty pro DOCSIS karty
  - postaveno na Cisco routeru řady 72xx
- **Lica miniCMTS**
  - low-cost řešení na speciálních Broadcom čipech
  - pevná kapacita 16xDS, 4x US
  - 1 DS konektor, 1 US konektor

Testované kabelové modemy:

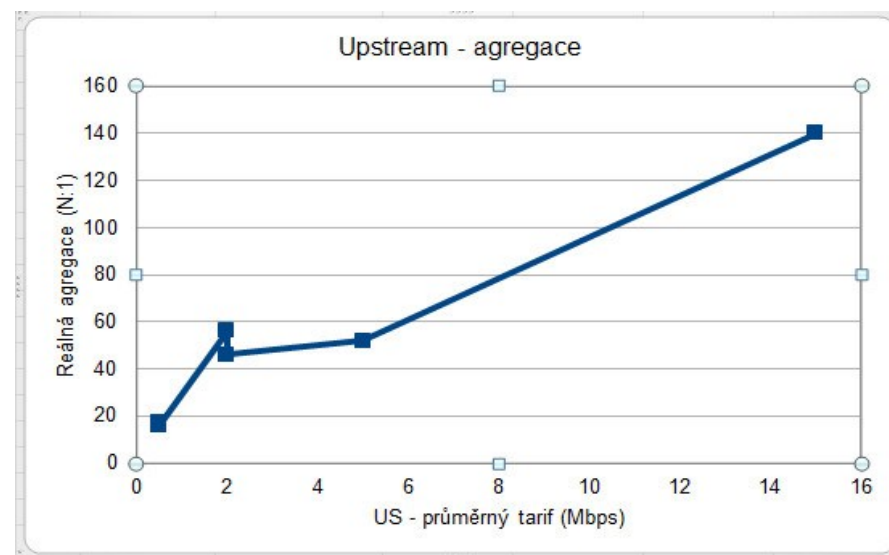
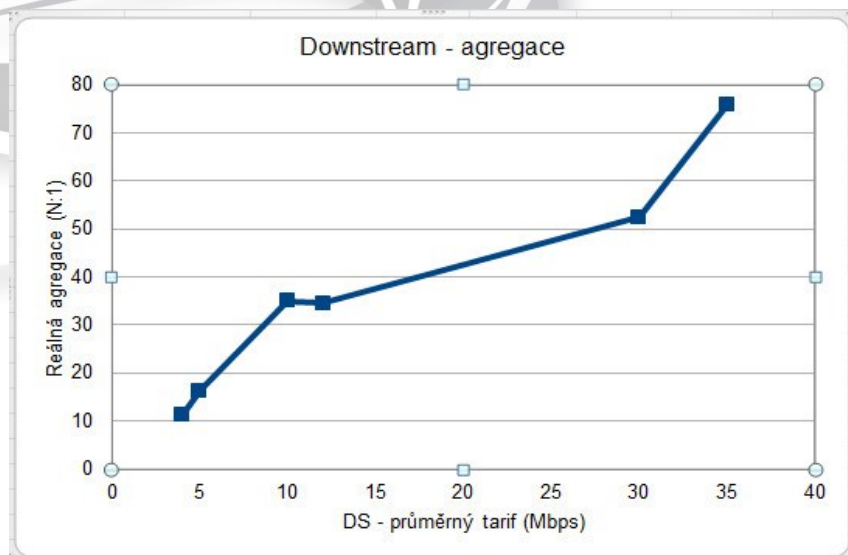
- **Cisco EPC3010** (EPC3212) – 8x4
- **Arris CM820** (TM822) – 8x4



# DOCSIS a skutečná agregace



- Grafy níže naznačují reálnou agregaci v DOCSIS sítích, v závislosti na velikosti tarifu.
- Zajímavé je, že agregace roste poměrně lineárně s velikostí tarifu. Množství přenesených dat je tak relativně nezávislé na velikosti tarifu.



Orientační výpočet skutečné agregace z aktuálních DOCSIS sítí.

- Z finančního hlediska se zdá nesmyslné dimenzovat síť okamžitě na požadovanou plnou kapacitu (bez agregace).
- K efektivnímu řízení investice může pomoci:
  1. připravený a proveditelný plán pro navyšování kapacity sítě
  2. monitoring provozu jako důkaz o dostatečném dimenzování sítě v danou chvíli.

# EuroDOCSIS 3.0 – typické výsledky měření



## Použité měřicí metody:

- ITU-T Y.1564 (UDP)
- IETF RFC 6349 (TCP)
- TCP Throughput (TCP, EXFO)

	Propustnost (Mbps)	Max. RTT (ms)	Max. Jitter (ms)	Ztrátovost (%)
Y.1564	OK 100/25, 30/10, ...	< 22ms	DS Jitter < 3ms US Jitter < 11ms	< 0.02 ( $2 \times 10^{-4}$ )
RFC 6349	NOK - typ. 60-90%	neměří (jen min. RTT + Buffer Delay)	neměří	neměří
TCP Thr.	OK	NOK – výrazně přes limit	neměří	neměří

Zobrazené výsledky pokrývají přibližně 80% měření.



# Měřicí metody - zkušenosti

## ITU-T Y.1564 (UDP)

- Tato metoda se ukázala z dostupných metod jako nejvhodnější pro měření DOCSIS sítí.
- Měří propustnost, zpoždění i obousměrné RTT, variaci zpoždění (Jitter), ztrátovost.
- Riziko přetížení měřené sítě konstantní rychlostí lze snadno eliminovat,
  - pokud je v celém přenosovém řetězci zajištěna dostatečná kapacita
  - a pokud je na úrovni jednoho modemu korektně nastavený QoS (s určitou rezervou nad měřenou rychlost).

## IETF RFC 6349 (TCP, 1 vlákno, pevné TCP okno)

- RFC6349 měří (přímo) z požadovaných parametrů pouze propustnost.
- Tato metoda je navíc nevhodná pro měření propustnosti sítí s vysokou variací zpoždění (Jitter). Při měření DOCSIS sítí byly často naměřeny nedostatečné rychlosti.
- V první fázi měřicí procedura odečte nejmenší nalezené RTT a toto očekává po celou dobu přenosu – použitím konstantní velikosti TCP okna.  
V důsledku není plně využita dostupná přenosová kapacita.

## TCP Throughput (TCP, 1 vlákno, bez omezení rychlosti)

- Vhodné pro zobrazení maximální dostupné kapacity (propustnosti).
- Nevhodné pro měření RTT – neboť při maximálním možném přenosu dochází ke zvýšení RTT. Dáno pravděpodobně uplatněním QoS limitů a zdržením paketů v QoS frontách.

## Návrh TCP metody na základě měření DOCSIS sítí, např. úpravou „TCP Throughput“

- Více TCP vláken – účinnější využití pásma při měření vysokých rychlostí.
- Dynamické TCP okno – přizpůsobení aktuálnímu stavu linky.
- S omezením max. rychlosti (EIR) – omezí nárůst RTT.

# DOCSIS – zhodnocení, důsledky



## Výsledky měření, dle Y.1564

- Propustnost – OK
- RTT – OK → v metodice povoleno max. 37ms v jednom směru (ochrana investic)
- Jitter vysoký → v metodice limit pro Jitter není stanoven (ochrana investic)
- Ztrátovost – OK (ochrana investic)

## Specifika DOCSIS sítí

- Sdílený zpětný směr → **vysoký Jitter** (časově náročná procedura přidělování pásma).
- Asymetrická technologie – nižší rychlosti ve zpětném směru.
- Interleaving a Channel Bonding - zvyšují dobu odezvy.

Z pohledu „ochrany investic“ : **DOCSIS** sítě bezpečně **vyhoví**.

Z pohledu „nové, dotované výstavby“ : **výzvou** jsou především **Jitter a ztrátovost**.

V rámci APKT nebyly měřeny sítě EuroDOCSIS 3.1 - nebyl dostupný HW.

# **APKT**

*Asociace provozovatelů kabelových a  
telekomunikačních sítí v ČR z.s.*

