

# Vliv kvalitativních datových parametrů a maximální rychlosti na TCP propustnost

Ing. Karel Tomala

Oddělení kontroly datových služeb 6206

CSNOG 2019, Brno, 28/05/2019



Český telekomunikační úřad



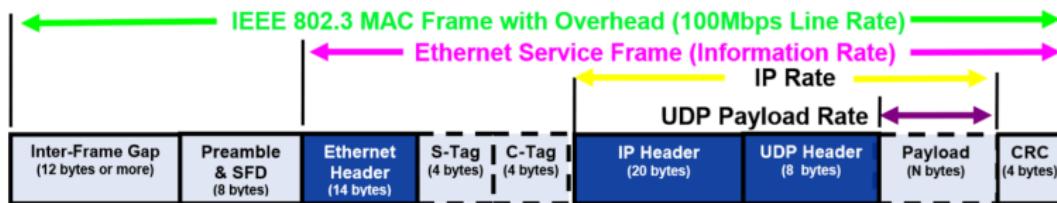
## Kvalitativní datové parametry (QoS)

- Mezi kvalitativní datové parametry (QoS parametry) služby přístupu k internetu v pevném místě patří:
  - Maximální rychlosť** Rmax (Mb/s nebo kB/s),
  - Inzerovaná rychlosť** Rinzer (Mb/s nebo kB/s),
  - Běžně dostupná rychlosť** BDR (Mb/s nebo kB/s),
  - Minimální rychlosť** Rmin (Mb/s nebo kB/s),
  - Latence (zpozdění) rámců FTD nebo paketů IPTD (ms),
  - Kolísání kvality přenosu (jitter) rámců IFDV nebo paketů IPDV (ms),
  - Ztrátovost rámců FLR nebo paketů IPLR (%)
- Je nutné stanovit **minimální závazné kvalitativní datové parametry** a aditivní (rozšiřující) kvalitativní datové parametry služby přístupu k internetu v pevném místě.
- Dokument CEPT ECC REC 15(03): *Provision of Comparable Information on Fixed Retail Internet Access Service Quality.*



## Příloha č. 2 Metodiky pro pevné sítě

- Kvalitativní datové parametry součástí rozšířených souborů datových parametrů (ITU-T Y.1564):
  - FTD (Frame Transfer Delay) → **Latence** (zpoždění) rámců:
    - $FTD_k (RTT) = t_2 - t_1$
  - IFDV (Inter-Frame Delay Variation) → **Kolísání kvality přenosu** (jitter) rámců:
    - $IFDV_k = d_k - c_k$ , kde  $c_k = d_j + \Delta t$ ,  $k > j$
  - FLR (Frame Loss Ratio) → **Ztrátovost rámců**:
    - $FLR = \frac{\sum_{n=1}^N L_n}{\sum_{n=1}^N S_n} \cdot 100$
- Měření pomocí UDP protokolu, výsledek odpovídá **L 2**:





## Příloha č. 2 Metodiky pro pevné sítě

- Limity kvalitativních datových parametrů dle MEF 23.1 (současné znění metodického postupu):

- Kategorie PT 2 (Regional) třída CoS L

Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FTD - latence (zpoždění) rámců	125 ms
IFDV - kolísání kvality přenosu (jitter) rámců	N/S
FLR - ztrátovost rámců	0.1 %

- Kategorie PT 2 (Regional) třída CoS M

Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FTD - latence (zpoždění) rámců	75 ms
IFDV - kolísání kvality přenosu (jitter) rámců	40 ms
FLR - ztrátovost rámců	0.01 %



## Příloha č. 2 Metodiky pro pevné sítě

- Kategorie PT 2 (Regional) třída CoS H

Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FTD - latence (zpoždění) rámců	25 ms
IFDV - kolísání kvality přenosu (jitter) rámců	8 ms
FLR - ztrátovost rámců	0.01 %

- Na základě výsledků MSEK Polygonu bude nutné pro služby přístupu k internetu s BDR > 400 Mb/s bude nutné zavést:
  - Kategorie PT 1 (Metro) třída CoS H

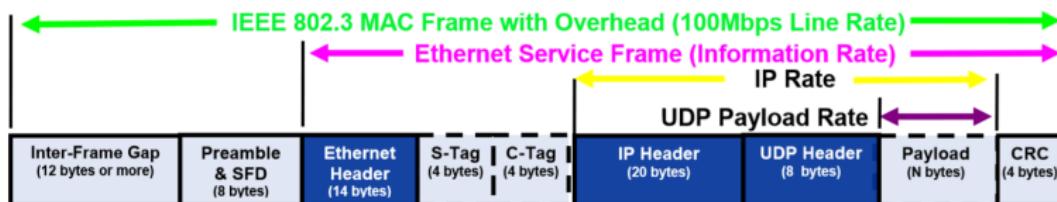
Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FTD - latence (zpoždění) rámců	10 ms
IFDV - kolísání kvality přenosu (jitter) rámců	3 ms
FLR - ztrátovost rámců	0.01 %



# BEREC guidelines VHNC + detailing QoS

- Kvalitativní datové parametry dle současné představy BEREC (ITU-T Y.1540):
  - IPTD (Internet Protocol packet Transfer Delay) → **Latence** (zpoždění) paketů:
    - $\text{IPTD}_k (\text{RTT}) = t_2 - t_1$
  - IPDV (Internet Protocol packet Delay Variation) → **Kolísání kvality přenosu** (jitter) paketů:
    - $\text{IPDV}_k = d_k - c_k$ , kde  $c_k = d_j + \Delta t$ ,  $k > j$
  - IPLR (Internet Protocol packet Loss Ratio) → **Ztrátovost paketů**:
    - $\text{IPLR} = \frac{\sum_{n=1}^N L_n}{\sum_{n=1}^N S_n} \cdot 100$

- Měření pomocí UDP protokolu, výsledek odpovídá **L 3**:





# BEREC guidelines VHNC + detailing QoS

- Reakce na připomínky k dotazníku VHNC:
  - Therefore, QoS parameters based on different standards are possible as long as they are comparable. For this reason, CTU's question with regard to the QoS parameters IP packet error ratio (Y.1540) and IP packet loss ratio (Y.1540) '**Is it possible to measure with Y.1564, which is part of most available calibrated measuring device with dedicated HW?**' can be answered with '**Yes, if the QoS parameters based on Y.1564 are comparable**' which according to **CTU's comments is the case**.
  - Please note, the QoS parameters need to be applied between end-user and first point in the network where the traffic of the end-user services is handed over to other public networks (e.g. nearest peering point) (see first bullet point of the note to the QoS parameters).



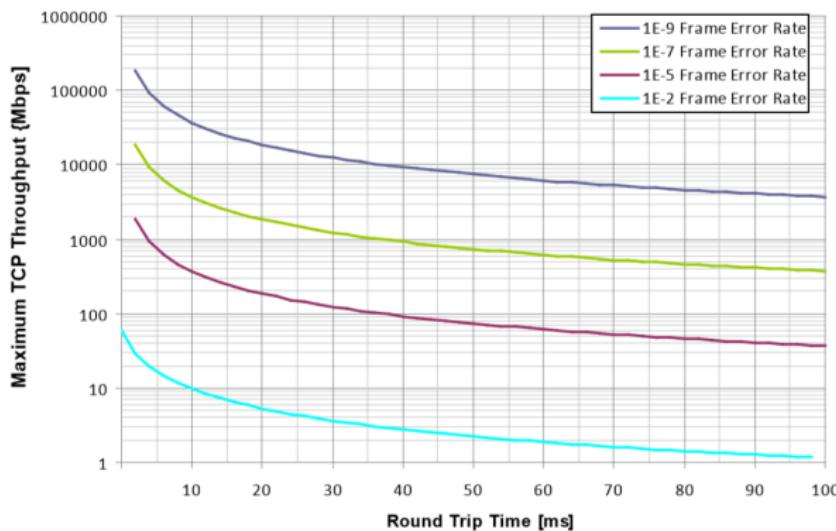
# Evropský kodex pro elektronické komunikace

- Předpokládá se měřicí nástroj aditivních kvalitativních datových parametrů na základě ITU-T Y.2617:
  - vychází ze standardů ITU-T Y.1540 a ITU-T Y.1541 (obdobně jako ITU-T Y.1564 vychází z ITU-T Y.1563).
- Předpokladem je jeho implementace do měřicího nástroje pro měření rychlosti prostřednictvím webového prohlížeče (BEREC), vhodné jako indikativní měření.
- Žádný z výrobců měřicí techniky neplánuje jeho implementaci na HW dedikované řešení (pro průkazné rozhodování sporů).
- Aditivní (rozšiřující) QoS parametry nelze brát jako "bonus" k definovaným rychlostem (minimální závazné QoS parametry), ale jako **faktory**, které **ovlivňují** skutečně dosahovanou rychlosť, respektive **TCP propustnost**.



# Mathis Equation and TCP performance

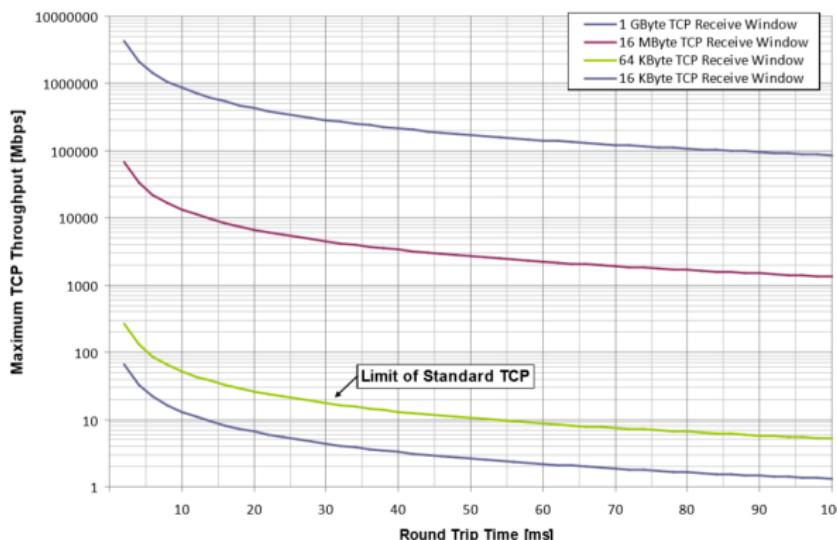
- Základní "Mathis Equation" pro odhad TCP propustnosti v závislosti na kvalitativních datových parametrech (1997):
  - $\text{TCP aTR} \leq \frac{\text{MSS}}{\text{RTT} \cdot \sqrt{\text{Probability of Frame Error}}}$



# ITU-T Y.1541, Model of TCP performance

- Model stanovení TCP propustnosti je založen na TCP Reno (RFC 2001), a lze ho approximovat jako:

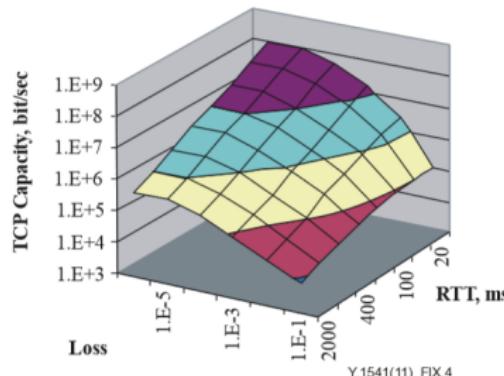
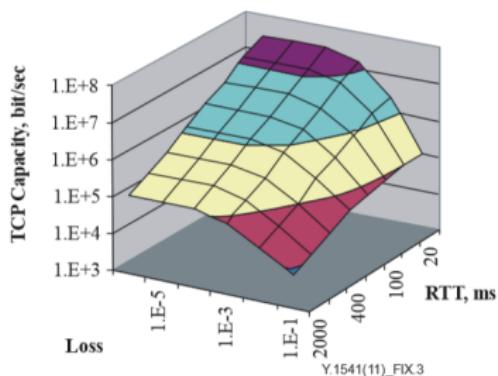
- $$\text{TCP aTR} = \min \left( \frac{W_{\max}}{\text{RTT}}, \frac{1}{\text{RTT} \sqrt{\frac{2bp}{3}} + T_0 \min \left( 1, \sqrt[3]{\frac{3bp}{8}} \right) p(1+32p^2)} \right)$$





# ITU-T Y.1541, Model of TCP performance

- Výsledky modelování lze zobrazit jako vliv RTT (latence) a ztrátovosti (paketů) na výslednou TCP propustnost pro určité velikosti TCP oken (např. 64 KiB a 256 KiB):

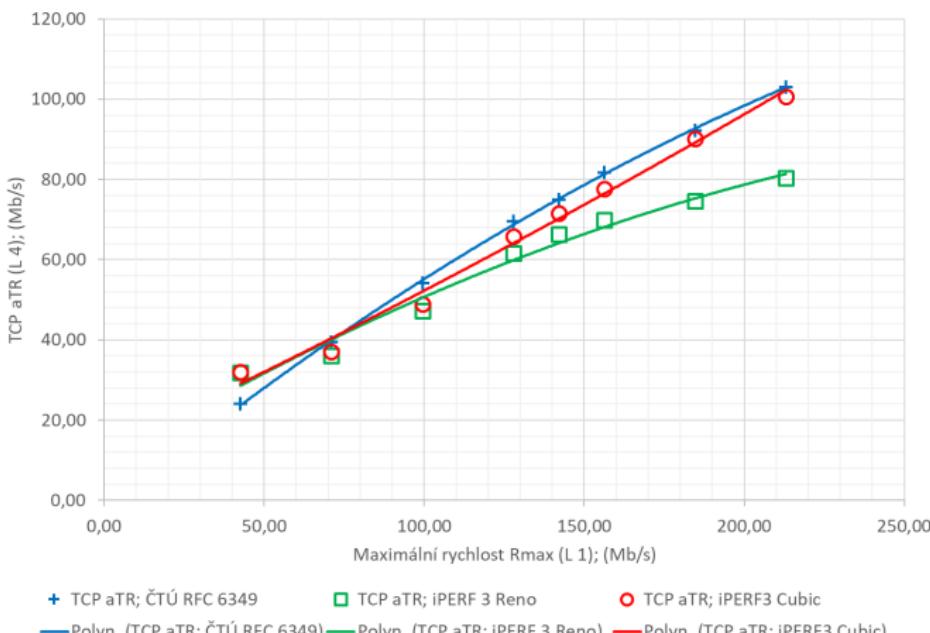




# Porovnání metod měření TCP propustnosti

- Stejné počty TCP spojení a velikost TCP WIN dle RFC 6349.

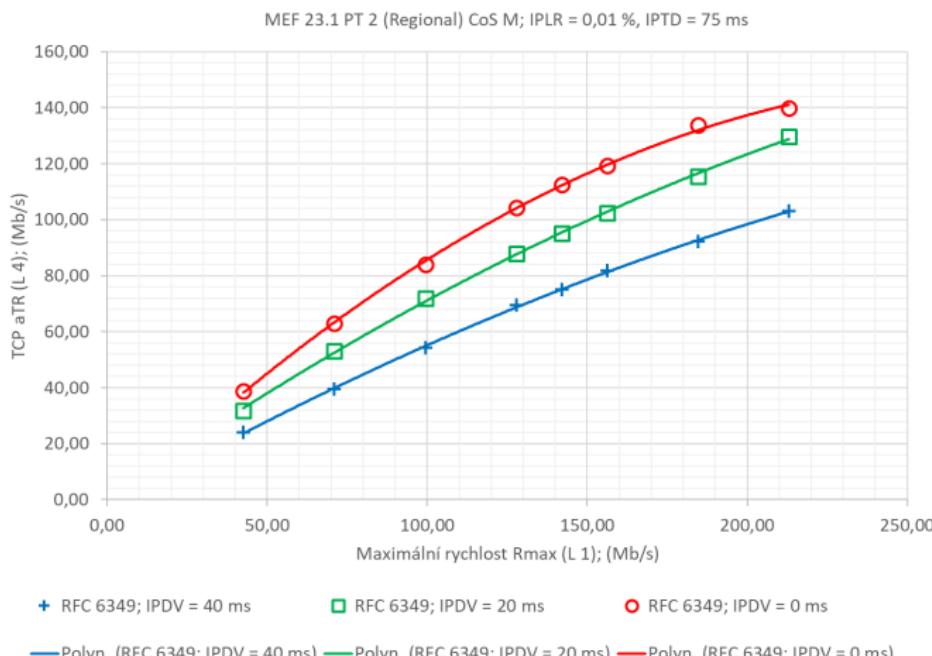
MEF 23.1 PT 2 (Regional) CoS M; Y.1564 → FLR = 0,009 %, FTD(RTT) = 150,1 ms, IFDV = 34,3 ms





# Problematický vliv IPDV/IFDV (jitteru)

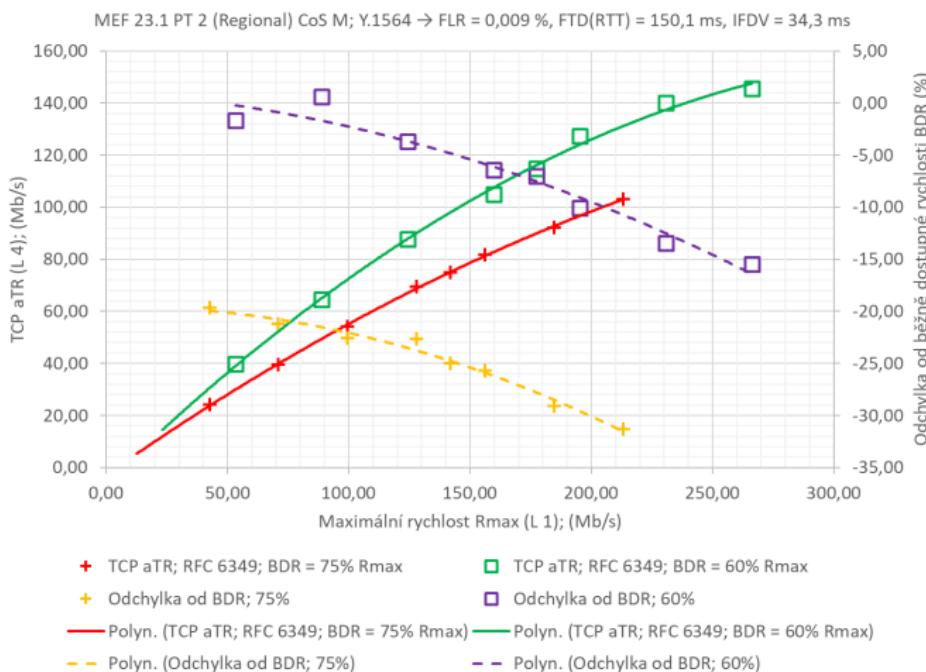
- MEF 23.1 PT 2 (Regional) CoS M, dopad hodnoty jitteru.





# Dopad limitů dle MEF 23.1 PT 2 (Regional) CoS M

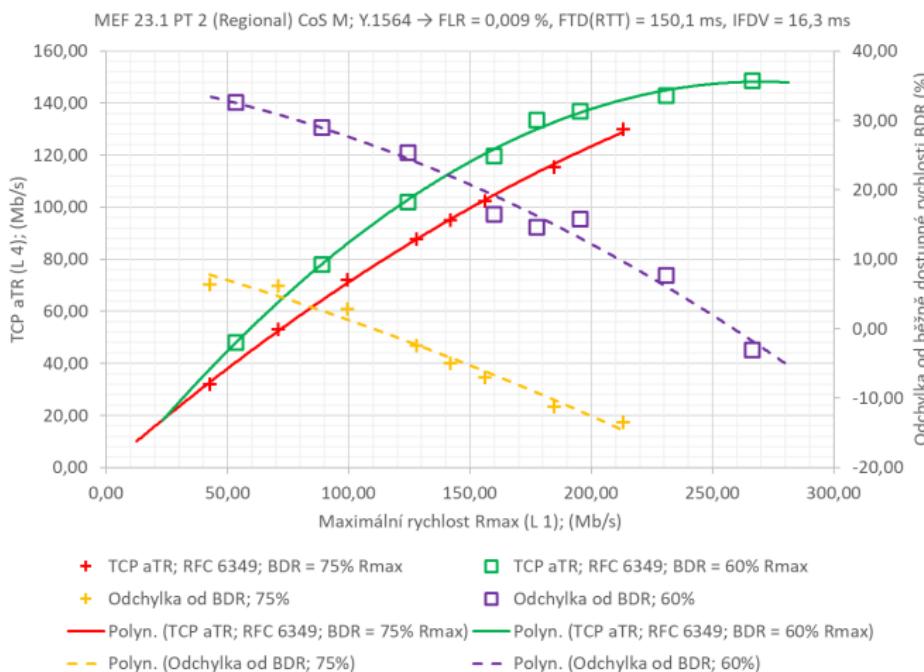
- Odchylka od běžně dostupné rychlosti, IPDV = 40 ms.





# Dopad limitů dle MEF 23.1 PT 2 (Regional) CoS M

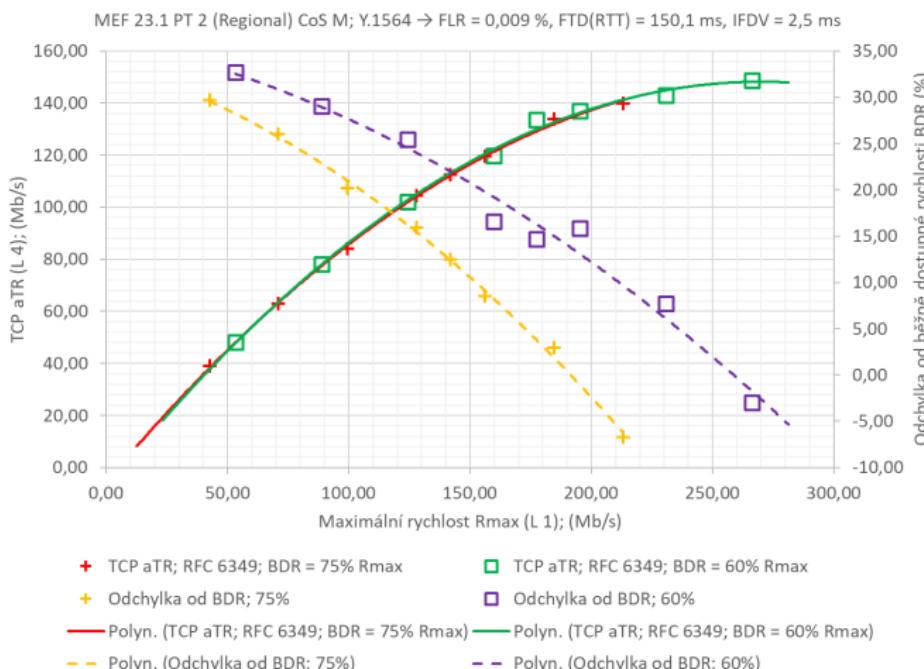
- Odchylka od běžně dostupné rychlosti, IPDV = 20 ms.





# Dopad limitů dle MEF 23.1 PT 2 (Regional) CoS M

- Odchylka od běžně dostupné rychlosti, IPDV = 0 ms.





## Vliv MEF 23.1 limitů

- Základní podmínka: **Parametry kvality** (latence, kolísání kvality přenosu a ztrátovost paketů) **odpovídají** skutečně dosahované rychlosti **SDR** = běžně dostupné rychlosti **BDR**.
- Doporučujeme vycházet z **MEF 23.1 kategorie PT 2+** (doplňení o PT 1 CoS H)
  - V současné době se intenzivně posuzuje vliv jitteru → zřejmě výsledek povede na změnu limitních hodnot.
- Kategorie aditivní (rozšiřujících) QoS parametrů dle rozsahu hodnot běžně dostupných rychlostí BDR:
  - PT 2 CoS M → 20 Mb/s (L 4)  $\leq$  BDR  $\leq$  100 Mb/s (L 4):
    - ① BDR = 75 % Rmax,
    - ② IFDV  $\leq$  20 ms.  
    - ① BDR = 60 % Rmax,
    - ② IFDV  $\leq$  40 ms.



Q&amp;A

Děkujeme za pozornost  
**Oddělení kontroly datových služeb 6206**



Český telekomunikační úřad