

První optické sítě s parametry VHCN

Josef Beran

Cílové parametry dotované sítě VHCN dle I. výzvy NPO



Kontrolní měření provádí ČTÚ

NPO I výzva Digitální
vysokokapacitní síť

Požadavky na kvalitu sítí

	NGA	PEVNÉ VHCN - Kritérium 3 (výkonnostní limit 1)		MOBILNÍ VHCN - Kritérium 4 (výkonnostní limit 2)	
		BoR(20)165	BoR(23)42	BoR(20)165	BoR(23)42
Rychlost přenosu downlink	≥ 100 Mb/s	→ ≥ 1000 Mb/s		≥ 150 Mb/s → ≥ 350 Mb/s	
Rychlost přenosu uplink	≥ 33 Mb/s	→ ≥ 200 Mb/s		≥ 50 Mb/s	≥ 50 Mb/s
Chybovost IP paketů		≤ 0,05 %		≤ 0,01 %	≤ 0,01 %
Ztrátovost IP paketů	≤ 0,01 %	→ ≤ 0,0025 %		≤ 0,005 % → ≤ 0,01 %	
Zpoždění IP paketů	≤ 75 ms	→ ≤ 10 ms		≤ 25ms → ≤ 18ms	
Kolísání zpoždění IP paketů	≤ 40 ms	→ ≤ 2 ms		≤ 6 ms → ≤ 5 ms	
Dostupnost služby IP		→ ≥ 99,9 % za rok		≥ 99,81 % → ≥ 99,9 % za rok	

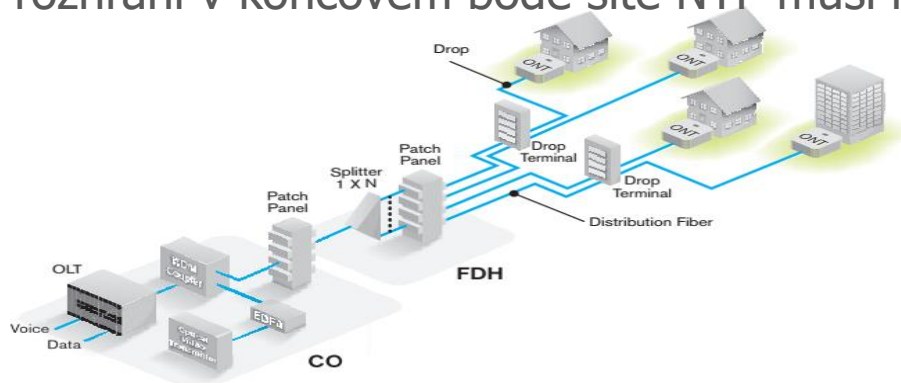
Zdroj tabulky: D. Valíček, MPO

www.profiber.eu

Jak dimenzovat dotovanou síť VHCN dle I. výzvy NPO

Pozor na síťový terminál (NT) v koncovém bodě sítě NTP!

Demarkační rozhraní v koncovém bodě sítě NTP musí mít **TCP propustnost $\geq$ BDR**.



**Raději si změřte
TCP propustnost**



Např:

ONT GPON s rozhraním **1000BASE-T** **nestačí** pro **BDR 1000/200 Mb/s** (download/upload).
Pro takovou službu musí být rozhraní alespoň **2.5GBASE-T**.

GPON s rozhraním **2.5GBASE-T** **nestačí** pro **BDR 1000/1000 Mb/s** (download/upload).
Důvodem je omezená kapacita CAP 1,25 Gb/s upload GPON, která neposkytne **BDR 1 Gb/s** (možná pro 1 NTP ano?)

ONT XGS-PON s rozhraním **10GBASE-T** **nestačí** pro **BDR 10/1 Gb/s** (download/upload)
(download/upload). Pro takovou službu musí být rozhraní alespoň **25GBASE**.

Jak dimenzovat dotovanou síť VHČN dle I. výzvy NPO



Dostatečně dimenzovat síť znamená:

- Minimální dimenzování dotované sítě určuje metodika

ČTÚ „[Metodika pro vyhodnocování dopadu kapacity sítí elektronických komunikací na výkon služeb přístupu k internetu](#)“ verze 1.0

Dimenzování sítě má vliv na kvalitu služeb ISP, dopad na **skutečně dosahovanou** rychlost (**SDR**).

- např. v segmentu distribuční nebo přípojné sítě elektronických komunikací

Metodika ČTÚ respektuje všeobecné oprávnění č. [VO-S/1/08.2020-9](#), kterým se stanoví podmínky k poskytování služeb elektronických komunikací.

Jak měřit

dotovanou síť VHČN dle I. výzvy NPO



Nejlépe měřit tak, jak to [měří ČTÚ](#)

Běžně dostupná rychlost **BDR** $\leq$ skutečně dosahovaná rychlost **SDR** (L4, TCP)

- TCP propustnost = měřte pomocí **RFC 6349** (L4, TCP)
- RFC 6349 je citlivá na QoS parametry (ztrátovost, chybovost, zpoždění, jitter)! Jak si je zkontrolovat?
- QoS parametry si měřte alespoň pomocí ITU-T **Y.1564** (L2, UDP) – kvalita přenosu rámců
- Kontrola **VHČN** parametrů pomocí ITU-T **Y.1540** (L3, UDP) – kvalita přenosu paketů

Typy komunikačního modelu a vrstvy

Referenční Model ISO/OSI

Model TCP/IP

- Kalkulačka pro přepočet rychlostí [L1-L4](#)

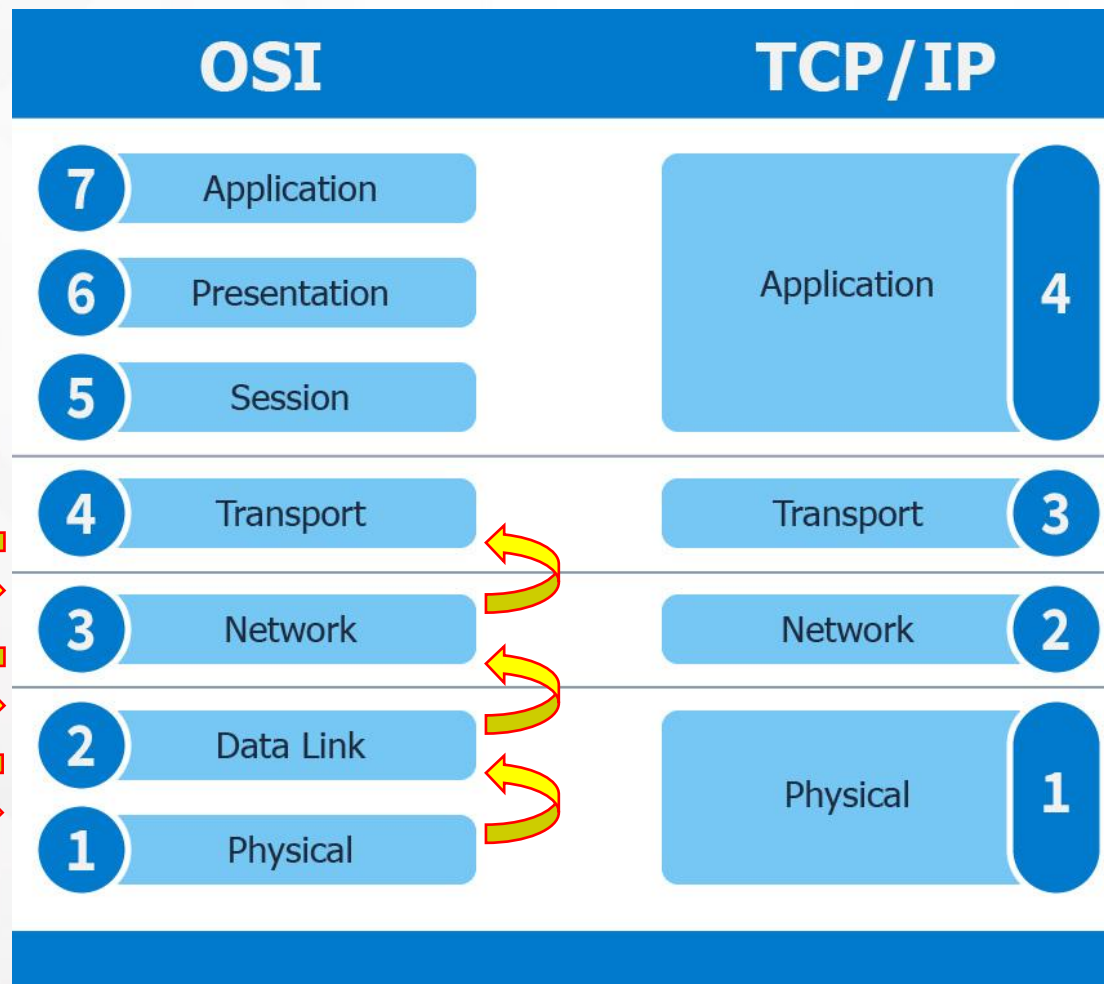
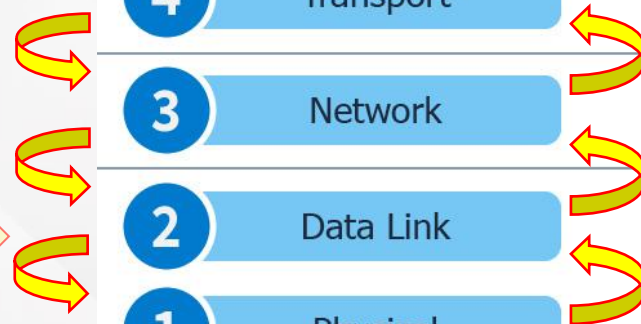
[více ...](#)



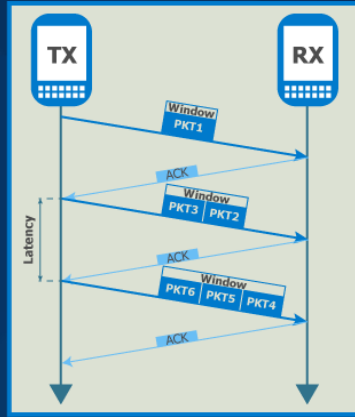
RFC 6349, Ookla, Nettest,
F-tester TCP/UDP

ITU.T-Y1540

ITU.T-Y1564

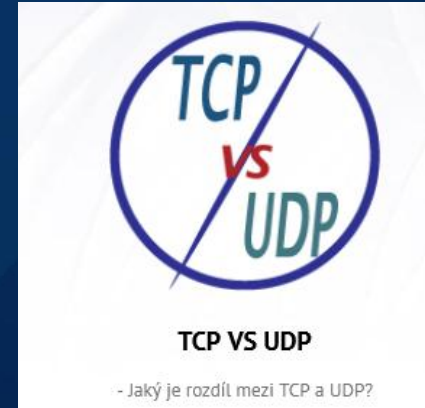
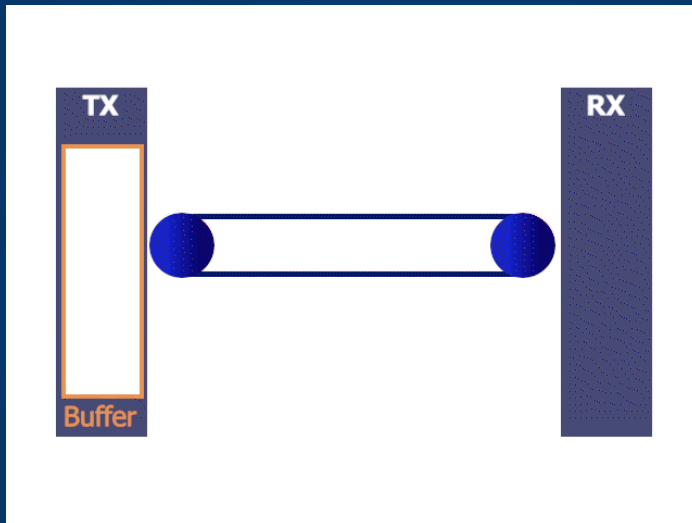


TCP vs UDP

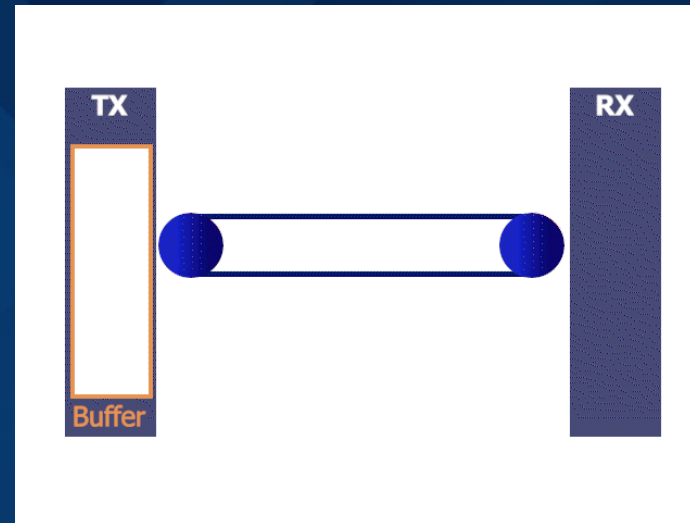


Obr.2 Okno přetížení.

Transmission Control Protocol (TCP)



User Datagram Protocol (UDP)



Měření kvality služby/sítě

Sítě NGA



SDR- skutečně dosahovaná
rychlost

TCP



IETF RFC 6349

- Throughput (Mbit/s)

P1 metodiky

Rmax – maximální rychlost

UDP

ITU-T Y.1564  EtherSAM
The new standard in Ethernet service testing

- TX rate → RX rate (Mbit/s)
- Frame loss (%)
- Frame delay (ms)
- Frame delay variation – jitter (ms)

P2 metodiky

Měření kvality služby/sítě

Sítě VHCN



SDR- skutečně dosahovaná rychlost

TCP



IETF RFC 6349

- Throughput (Mbit/s)

P1 metodiky

VHCN parametry

UDP



ITU-T Y.1540

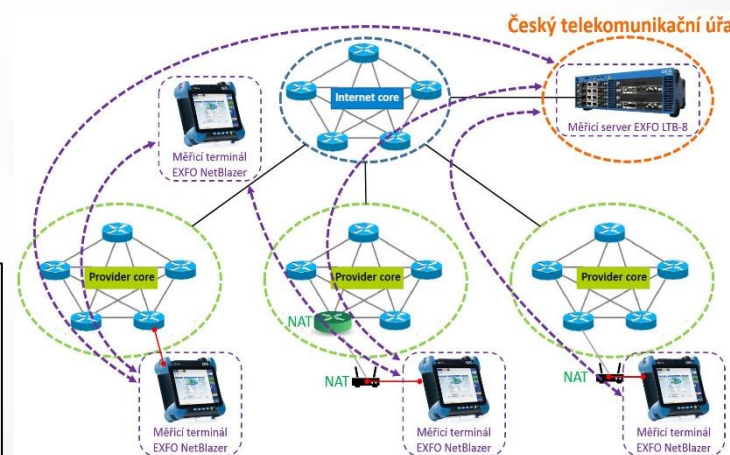
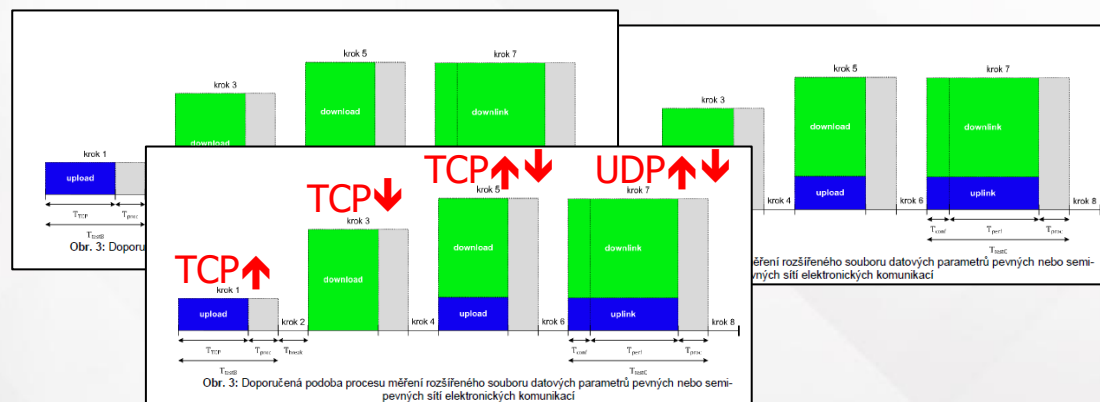
- IP propustnost (Mbit/s)
- Zpoždění IP paketů (ms)
- Kolísání zpoždění (ms)
- Chybovost IP paketů
- Ztrátovost IP paketů (%)
- Dostupnost IP služby

P3 metodiky

www.profiber.eu

ČTÚ - měření rychlosti

- Aktuální (okamžitá, skutečná, měřitelná ...) rychlost = ČTÚ: **SDR—skutečně dosahovaná rychlost**
SDR = TCP propustnost (L4 modelu ISO/OSI)
- Referenční měřicí metoda (RTM): **IETF RFC 6349**
- aktualizované definice a metodika měření QoS parametrů [na webu](#) ČTÚ
- Kontrola:**
 - porovnání UDP propustnosti (ITU-T Y.1564) s [Rmax - maximální rychlostí](#)
 - porovnání SDR (TCP propustnosti, IETF RFC 6349) s rychlostí [BDR – Běžně dostupnou rychlostí](#)
[Rmin - minimální rychlostí](#)doporučené 3x sekvence měření za 90 min
(odchyly od BDR = ztráta výkonosti služby)



Zdroj: ČTÚ

ČTÚ - měření rychlosti



- 1) porovnání UDP propustnosti (ITU-T Y.1564) s Rmax - maximální rychlostí
- 2) porovnání SDR (TCP propustnosti, IETF RFC 6349) s BDR – Běžně dostupnou rychlostí
Rmin - minimální rychlostí

Spočítejte si CIR, CIR+EIR pro konfiguraci testu: vyplňte si parametry služby

vyplňte žlutá pole																
INPUT DATA	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>U p l o a d</th> <th>D o w n l o a d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maximální rychlost:</td> <td>300,000 Mb/s</td> <td>1 200,000 Mb/s</td> </tr> <tr> <td>Inzerovaná rychlost:</td> <td>300,000 Mb/s</td> <td>1 200,000 Mb/s</td> </tr> <tr> <td>Běžně dostupná rychlost:</td> <td>200,000 Mb/s</td> <td>1 000,000 Mb/s</td> </tr> <tr> <td>Minimální rychlost:</td> <td>90,000 Mb/s</td> <td>360,000 Mb/s</td> </tr> </tbody> </table>		U p l o a d	D o w n l o a d	Maximální rychlost:	300,000 Mb/s	1 200,000 Mb/s	Inzerovaná rychlost:	300,000 Mb/s	1 200,000 Mb/s	Běžně dostupná rychlost:	200,000 Mb/s	1 000,000 Mb/s	Minimální rychlost:	90,000 Mb/s	360,000 Mb/s
		U p l o a d	D o w n l o a d													
	Maximální rychlost:	300,000 Mb/s	1 200,000 Mb/s													
	Inzerovaná rychlost:	300,000 Mb/s	1 200,000 Mb/s													
	Běžně dostupná rychlost:	200,000 Mb/s	1 000,000 Mb/s													
Minimální rychlost:	90,000 Mb/s	360,000 Mb/s														
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Maximální hodnota IP MTU:</td> <td>1 500 B</td> <td>(Stanovena pomocí nástroje Path MTU Discovery na základě doporučení IETF RFC 4821)</td> </tr> <tr> <td>MEF 23.1: Performance Tier:</td> <td>2 = Regional</td> <td>H CoS Label (Kritéria MEF 23.1 stanovena dle příloh Metodiky pro pevné sítě ČTÚ)</td> </tr> </tbody> </table>	Maximální hodnota IP MTU:	1 500 B	(Stanovena pomocí nástroje Path MTU Discovery na základě doporučení IETF RFC 4821)	MEF 23.1: Performance Tier:	2 = Regional	H CoS Label (Kritéria MEF 23.1 stanovena dle příloh Metodiky pro pevné sítě ČTÚ)										
Maximální hodnota IP MTU:	1 500 B	(Stanovena pomocí nástroje Path MTU Discovery na základě doporučení IETF RFC 4821)														
MEF 23.1: Performance Tier:	2 = Regional	H CoS Label (Kritéria MEF 23.1 stanovena dle příloh Metodiky pro pevné sítě ČTÚ)														
* L 1 = fyzická vrstva, L 2 = spojová vrstva (Ethernet), L 3 = síťová vrstva (IP), L 4 = transportní vrstva (TCP)																
OUTPUT DATA	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>U p l o a d</th> <th>D o w n l o a d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Měření pomocí UDP protokolu (ITU-T Y.1564)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CIR:</td> <td>213,019 Mb/s</td> <td>1 065,097 Mb/s</td> </tr> <tr> <td>CIR+EIR:</td> <td>319,529 Mb/s</td> <td>1 278,116 Mb/s</td> </tr> <tr> <td>Frame Size:</td> <td>1518 B</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		U p l o a d	D o w n l o a d	Měření pomocí UDP protokolu (ITU-T Y.1564)			CIR:	213,019 Mb/s	1 065,097 Mb/s	CIR+EIR:	319,529 Mb/s	1 278,116 Mb/s	Frame Size:	1518 B	
		U p l o a d	D o w n l o a d													
	Měření pomocí UDP protokolu (ITU-T Y.1564)															
	CIR:	213,019 Mb/s	1 065,097 Mb/s													
CIR+EIR:	319,529 Mb/s	1 278,116 Mb/s														
Frame Size:	1518 B															
Měření pomocí TCP protokolu (IETF RFC 6349)	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>CIR:</td> <td>319,529 Mb/s</td> <td>1 278,116 Mb/s</td> </tr> </tbody> </table>	CIR:	319,529 Mb/s	1 278,116 Mb/s												
	CIR:	319,529 Mb/s	1 278,116 Mb/s													

v.1.8

Kalkulacka_zakaznicka_v9.xl
SX

www.profiber.eu

ČTÚ - měření rychlosti

- **IPTD** (IP Packet Transfer Delay) = zpoždění přenosu paketů
- **IPDV** (IP Packet Delay Variation) = kolísání zpoždění
- **IPER** (IP Packet Error Ratio) = podíl chybných paketů
- **IPLR** (IP Packet Loss Ratio) = podíl ztracených paketů
- **IPSR** (Spurious IP Packet Rate) = četnost nežádoucích paketů
- **IPRR** (Packet Reordered Ratio) = podíl paketů mimo pořadí
- **IPDR** (Packet Duplicate Ratio) = podíl duplikovaných paketů



Přenosová rychlost se počítá včetně záhlaví IP paketu:

- **IPPR** (IPPT - IP Packet Throughput) = Propustnost paketů
- **IPOR** (IPOT - Octet Based IP Packet Throughput) Propustnost oktetů



Měřicí aplikace ITU-T Y.1540



Interface

Link: **UP**

Interface: 10/100/1000M Electrical

☒ Auto-Negotiation

Port: Port 1

Speed: 1GE

Duplex: Auto

Flow Control: None

Cable Mode: Automatic

Local Clock: Auto

1GE

Full Duplex

None

MDI

Slave

TX Frequency

Frequency (MHz) 10 000,000000

☒ Offset (ppm) - 0,0 +

Step Size (ppm) 0,0

Rx Frequency

Frequency (MHz) 10 000,000000

Offset (ppm) 0,0

Max Offset (ppm) -66,0 Negative

0,0 Positive

MAC Address 00:00:00:00:00:00 ☒ Factory Default

Frame Format Ethernet II

IP

☒ Automatic IP (DHCP)

☒ VLAN Tag

IP Version IPv4

IP Address 00:00:00:00:00:00

Subnet Mask 00:00:00:00:00:00

Default Gateway 00:00:00:00:00:00

VLAN Settings

Total TX Rate (Mbit/s)
L->R: 10 000,000
R->L: 10 000,000

Connected

DTS

Service

01.01.2024 22:22:22

22:22:22

Start Time

Duration

Results



Zkušební s měřením



NGA (2023 – 2024)

50% nevyhovělo na první pokus
*viz P1 metodiky ČTÚ (TCP propustnost)
příp. P2 metodiky (rozšířené parametry MEF 23.1)*

VHCN (2025 - 2026 – ...)

80% nevyhoví na první pokus
viz P3 metodiky (rozšíř. param. VHCN3, např. IPLR)

Realita velmi často nenaplnuje očekávání.

Co s tím???

Změřit – lokalizovat – opravit - změřit

PEVNÉ VHCN - Kritérium 3 (výkonnostní limit 1)	
BoR(20)165	BoR(23)42
→	≥ 1000 Mb/s
→	≥ 200 Mb/s
	≤ 0,05 %
→	≤ 0,0025 %
→	≤ 10 ms
→	≤ 2 ms
→	≥ 99,9 % za rok

Zkušební s měřením

NGA (2023 – 2024)

dlouhá doba měření = 90 minut

P1 + P2 metodiky ČTÚ

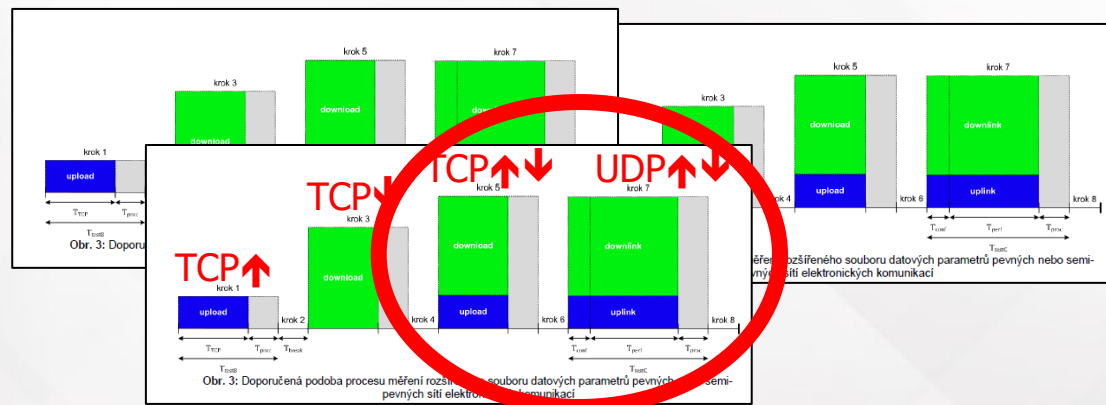
VHCN (2025 - 2026 – ...)

dlouhá doba měření = 70 minut

P1 + P3 metodiky ČTÚ

Akceptační měření VHCN přípojky

Pro zjištění, že síť nevyhovuje, stačí provést krok 5 (obousměrný RFC 6349) + krok 7 (obousměrný Y.1540) dle metodiky ČTÚ (P1 + P3) v jedné sekvenci



Akceptační měření přípojky

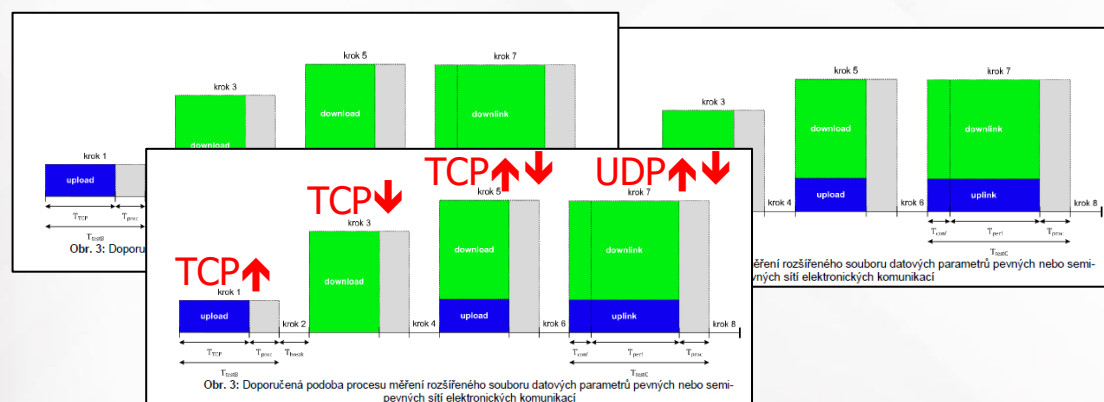


NGA (2023 – 2024)

P1 + P2 metodiky ČTÚ

VHCN (2025 - 2026 – ...) P1 + P3 metodiky ČTÚ

AKCEPTOR



12x EXFO Test Reportů



1x AKCEPTOR Protokol



MOŽNOSTI:

A

1. Příprava šablony v xls (cca 6 hodin)
2. Ruční přepisování hodnot (cca 1 hodina)

B

1. Použít AKCEPTOR (max. 20 minut)

www.profiber.eu

Děkujeme za pozornost

www.profiber.eu

info@profiber.eu

PROFiber Networking CZ s.r.o.
Mezi Vodami 205/29
143 00 Praha 4

PROFiber Networking s.r.o.
Bernolákova 2
917 01 Trnava