

Aplikační sekce

zaměřeno na SÍŤE ELEKTRONICKÝCH KOMUNIKACÍ

4.4.2022 Brno, seminář Síť FTTx v roce 2022

David Tichý



Yevhen Lystovshchuk

Josef Beran



AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

the art of
optical
communication

The logo for PROFiber NETWORKING, featuring a stylized blue and grey fiber optic cable graphic above the text "PROFiber" in blue and "NETWORKING" in grey.

PROFiber
NETWORKING

Osvěta, inspirace a podpora vašich projektů



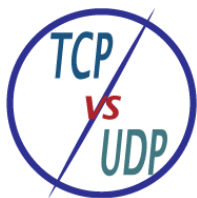
OVĚŘOVÁNÍ QoS PARAMETRŮ
NA NOVĚ VYBUDOVANÉ SÍTI



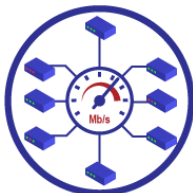
SPRÁVNÁ METODA MĚŘENÍ RYCHLOSTI



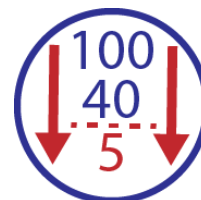
OVĚŘOVÁNÍ QoS SÍŤE S NAT



TCP vs UDP



VÝKONNOST APLIKACÍ V SÍTI



TROUBLESHOOTING SÍŤE



MĚŘICÍ PORT V NIX.CZ

Připravili jsme pro vás:

- Rychlý a efektivní troubleshooting sítí, co hledat?
- Jak nastavit síť dle [VO-S/1/08.2020-9](#)?
- Jak nastavit obchodní podmínky při omezených QoS parametrech?
- Komunikační model ISO/OSI versus TCP/IP
- Umíte přepočítat rychlosti mezi vrstvami L1-L2-L3-L4 modelu ISO/OSI?
- TCP vs UDP propustnost
- Jak pracuje IETF RFC 6349 pro měření TCP propustnosti (referenční metoda)
- Jak pracuje ITU-T Y.1564 pro měření UDP propustnosti a QoS (referenční metoda)
- Jak je TCP propustnost citlivá na QoS parametry?
- Měřicí port v NIX.CZ
- Praktická ukázka měření

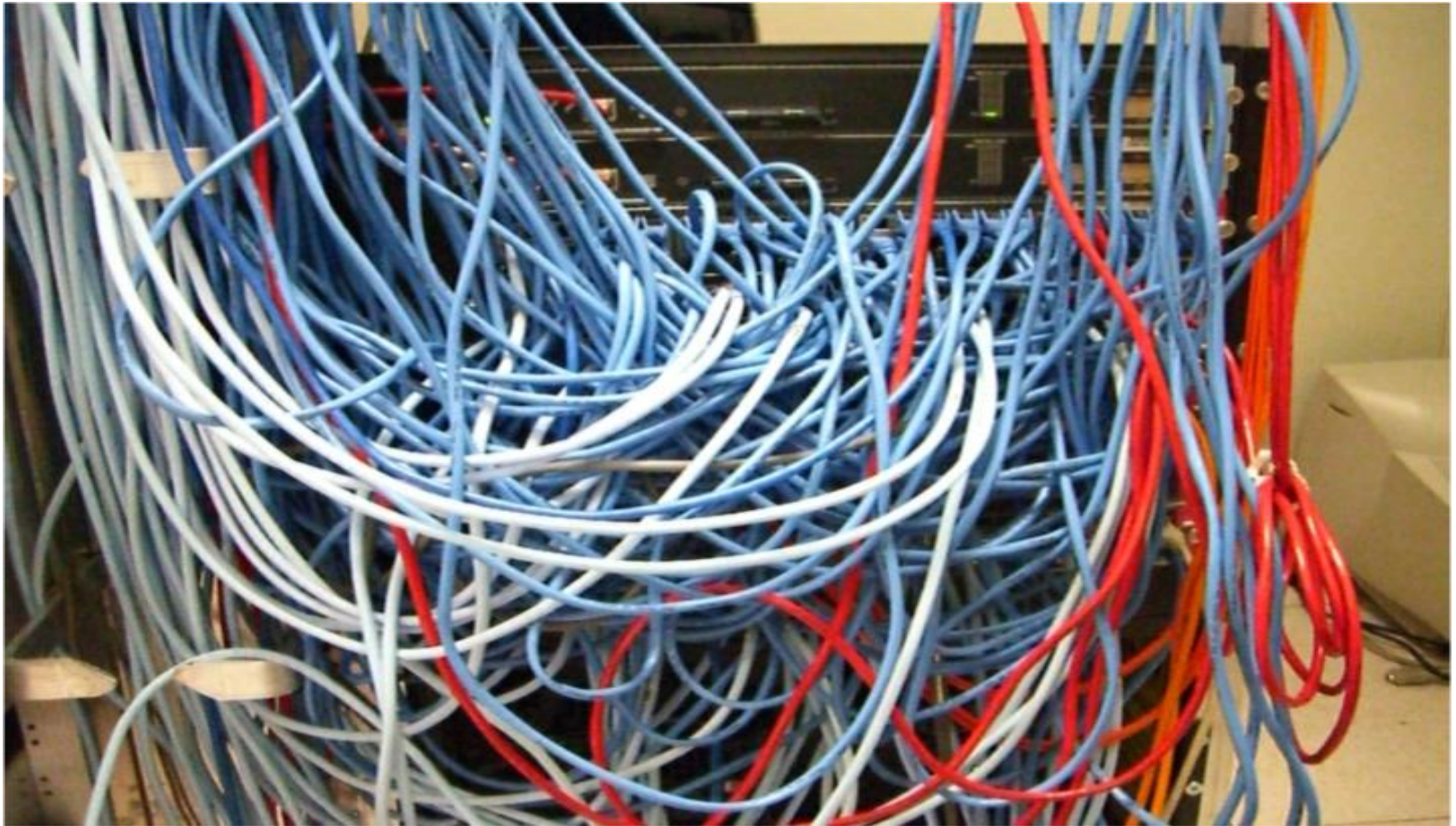
Rychlý a efektivní troubleshooting sítí

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ[®]

the art of
optical
communication

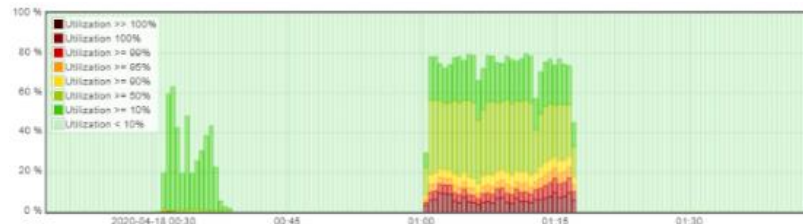


Je potřeba lepší viditelnost v síti!

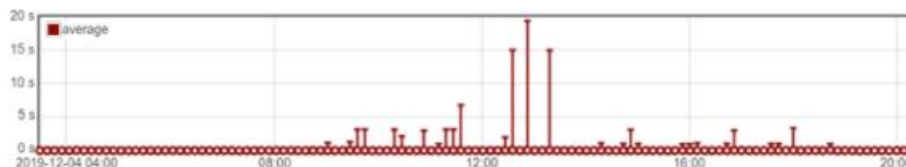


Zdroj: Allegro Packets

- Vytíženost linky (burst analýza)
- TCP retransmise
- Top účastníky, protokoly
- Zero window pakety
- Odezvu na síti
 - TCP handshake
 - SSL handshake a aplikační odezva



Server handshake time

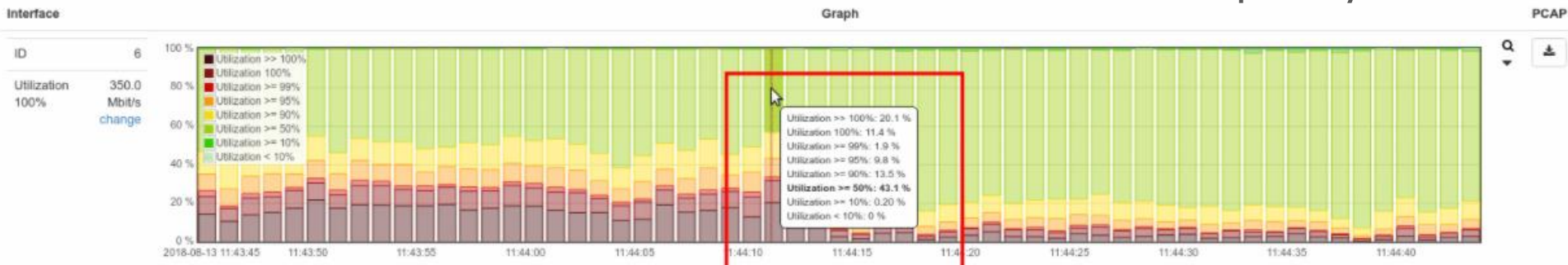


Top sending IPs during the last minute 

IP (name)	Packets/s	Bit/s	PCAP
10.54.0.14	2 pps	3.1 kbit/s	
10.54.0.15	2 pps	1.1 kbit/s	
68.183.161.145	0 pps	0 bit/s	

Zdroj: Allegro Packets

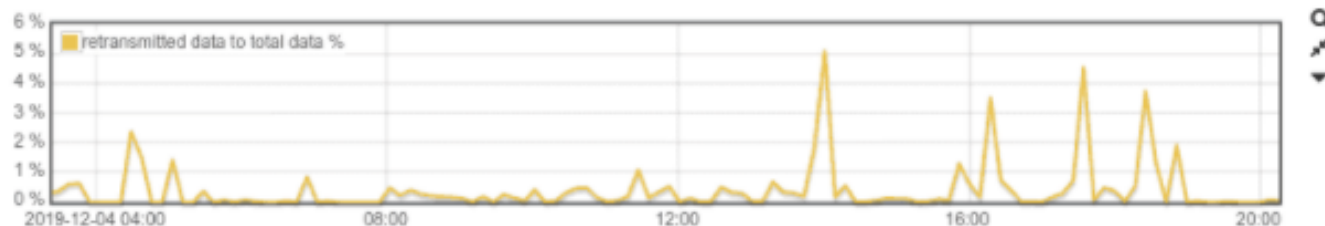
- Možné důvody krátkodobého vytížení linky
 - Útok
 - Heavy user/několik heavy userů
 - Výpadek jiné linky
 - Náhodná synchronizace vytížení
- Důsledky
 - Přetížení aktivních prvků
 - Zhoršení kvality připojení/ztráta připojení
 - Snížení propustnosti
 - TCP retransmise
 - Zero window pakety



Zdroj: Allegro Packets

- Co jsou TCP Retransmise?
 - Pokud se data během cesty z bodu A do bodu B poškodí
 - přijímač vyhodnotí, že došlo ke korupci dat
 - paket bude znova odeslán.
 - Co je důvodem retransmisí?
 - Chyby na L1 a L2.
 - Přetížení linky
 - ztrátovost rámců/paketů
 - Přechody mezi 10G a 1G linkami (1G linka nemusí stíhat)
- Retransmise snižuje TCP propustnost (zahlcení, ztráta spojení)

Retransmission ratio

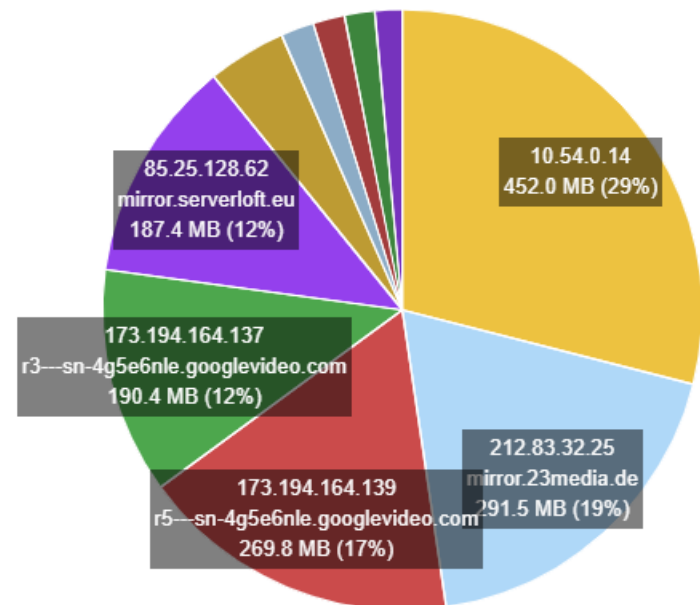


Zdroj: Allegro Packets

- Kdo nám přetížení způsobuje a čím
 - Identifikace viníků je stejně důležitá jako problému.
 - Na co nám je informace, co se na síti děje, když nebudeme vědět co nebo kdo je příčinou?

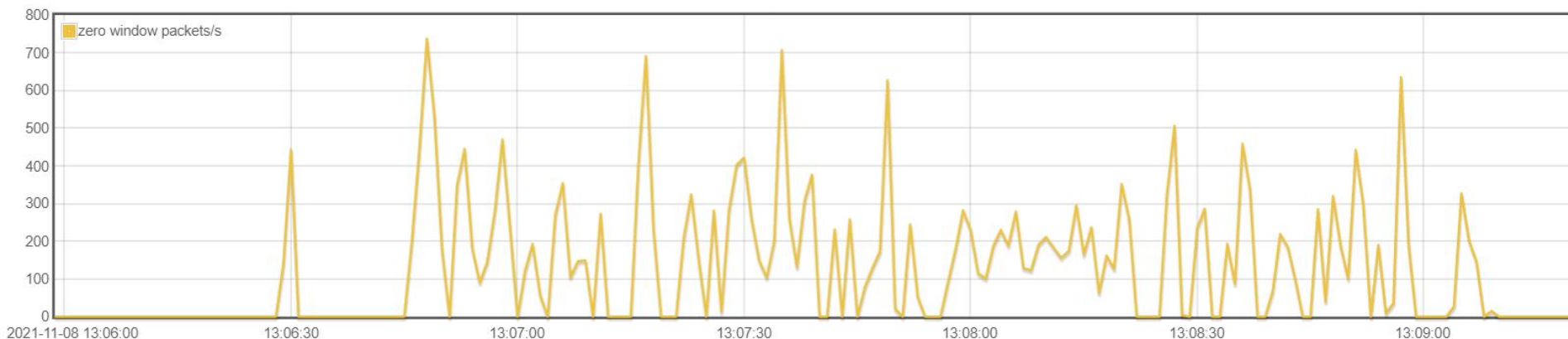
Top 10 sending IPs

- Jaký typ provozu nám síť vytěžuje?
 - Je dobré vědět co nám na síti teče
 - Můžeme pak udělat adekvátní kroky k zlepšení kvality služeb



Zdroj: Allegro Packets

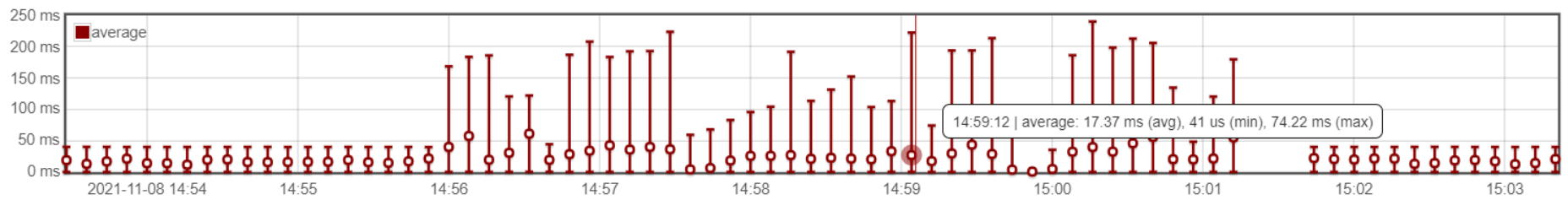
- Co je TCP zero window paket?
 - Když velikost okna klesne na 0
 - Dlouhodobé 0 window pakety zničí TCP spojení
- Co způsobuje TCP zero window pakety?
 - Na prvku je plný buffer a nemůže nabrat další data
 - Přetížený procesor nebo zamětnán jinou úlohou



Zdroj: Allegro Packets

- Jak vzniká odezva na síti a z čeho se skládá?
 - Komunikace mezi prvky na síti
 - Cesta z bodu A do bodu B
 - Odezva aplikací
 - TCP handshake
 - SSL handshake
- Co způsobí odezva?
 - Nárůst TCP okna
 - Při kolísání odezvy (jitter) poklesne propustnost sítě
 - Při velké odezvě klesne end user experience (např. pocítí hráči)

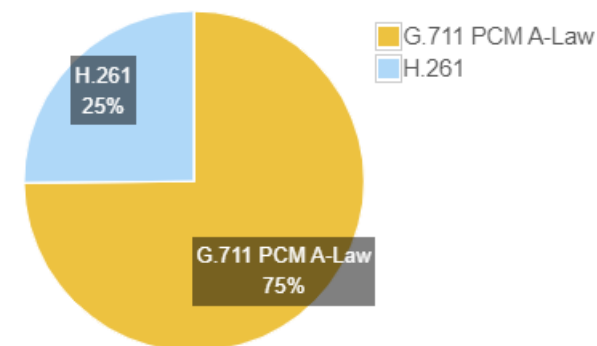
Response time



Zdroj: Allegro Packets

- Klíčové parametry pro kvalitu spojení VoIP (SIP/RTP)
 - Šířka pásma
 - OWD (one way delay)
 - **Jitter**
 - **Ztrátovost paketů**
 - Použitý CODEC
 - Dejitter buffer

Codec distribution



Overall jitter



Zdroj: Allegro Packets

Jak nastavit síť dle VO-S/1/08.2020-9?

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ[®]

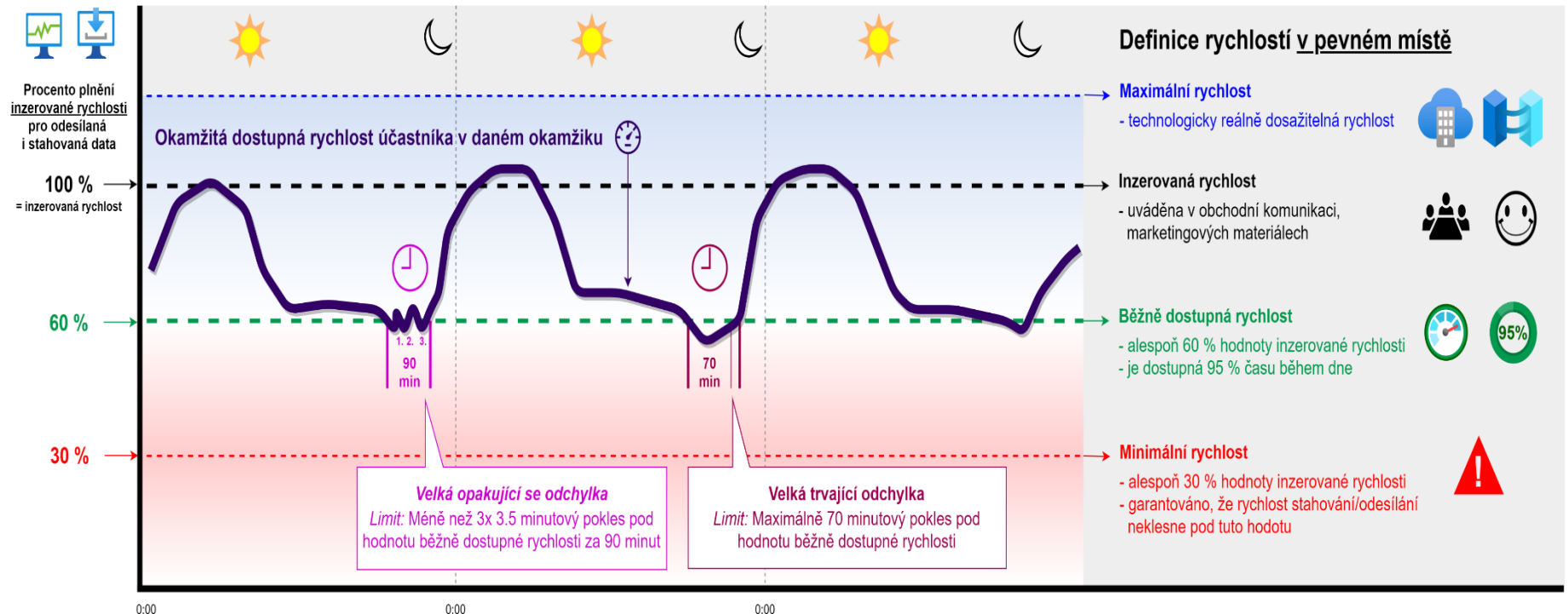
the art of
optical
communication



PROFiber[®]
NETWORKING

Praktický výklad: BCO - Broadband Competence Office Česká republika

Specifikace služby přístupu k internetu v pevném místě



Vytvořeno podle: Všeobecné oprávnění č. VO-S/1/08.2020-9 vydaného ČTÚ ke dni 18.8.2020 (Čj. ČTÚ-31 723/2020-610)

Zpracováni:
Broadband Competence Office
Česká republika



DOWNLOAD

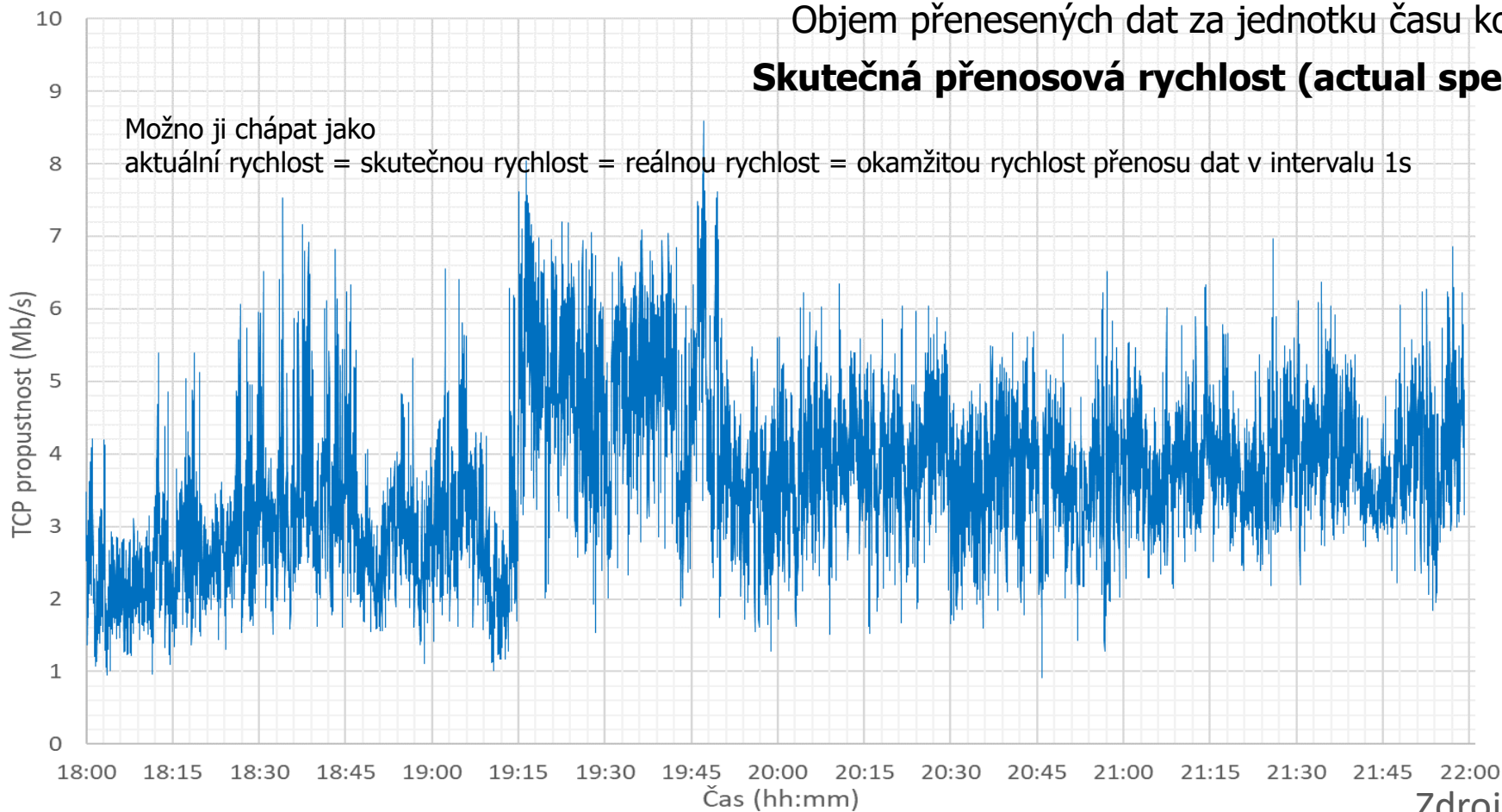
Rychlost = TCP propustnost sítě

Objem přenesených dat za jednotku času kolísá

Skutečná přenosová rychlost (actual speed)

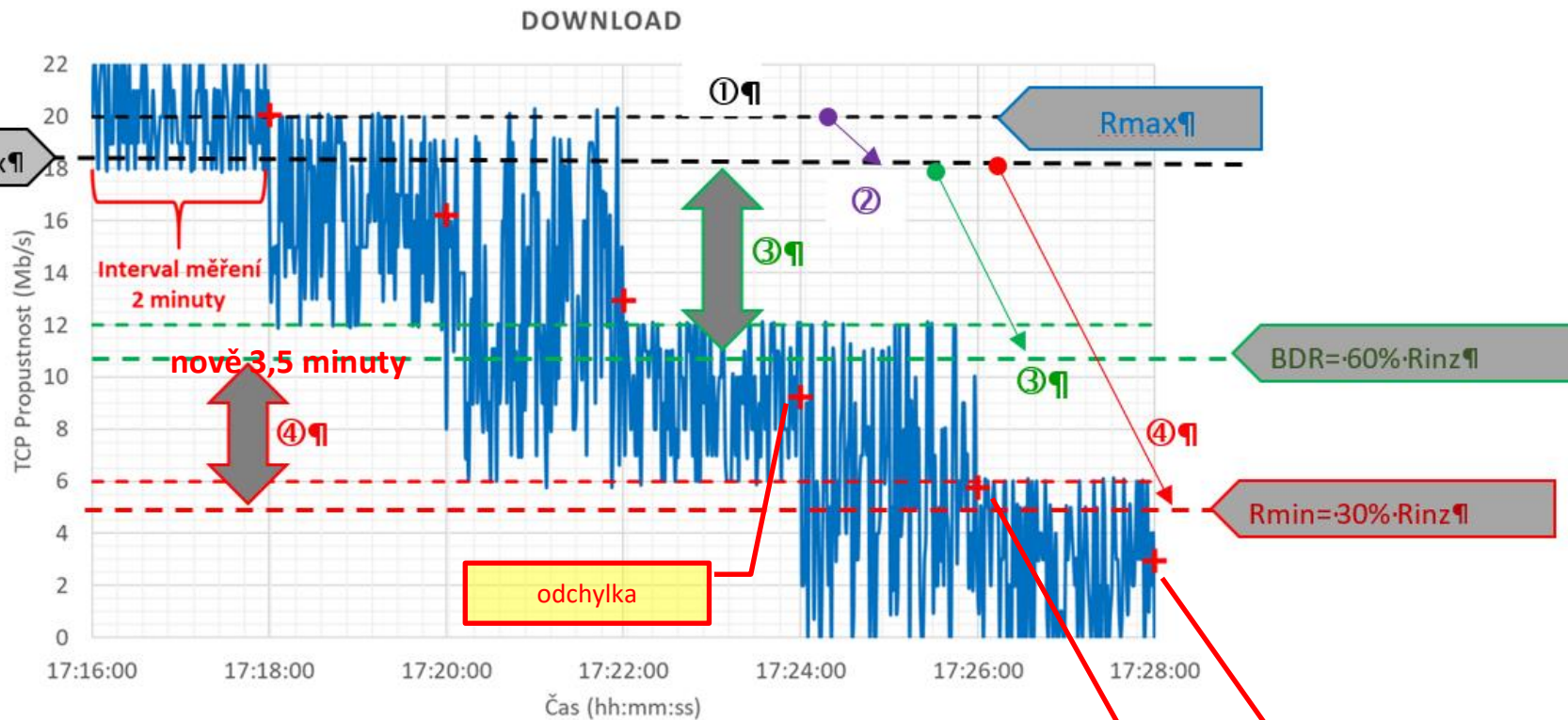
Možno ji chápat jako

aktuální rychlost = skutečnou rychlost = reálnou rychlost = okamžitou rychlost přenosu dat v intervalu 1s



Zdroj: ČTÚ

postup jak odvodit rychlosti z marketingu – Inzerované rychlosti **Rinz**



Pozor na technické limity přípojky/sítě!

- Ztráta výkonosti služby (Odchylka od BDR)
- Výpadky služby

Zdroj: ČTÚ

Měření sítě

referenční metodou

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ[®]

the art of
optical
communication



- 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:

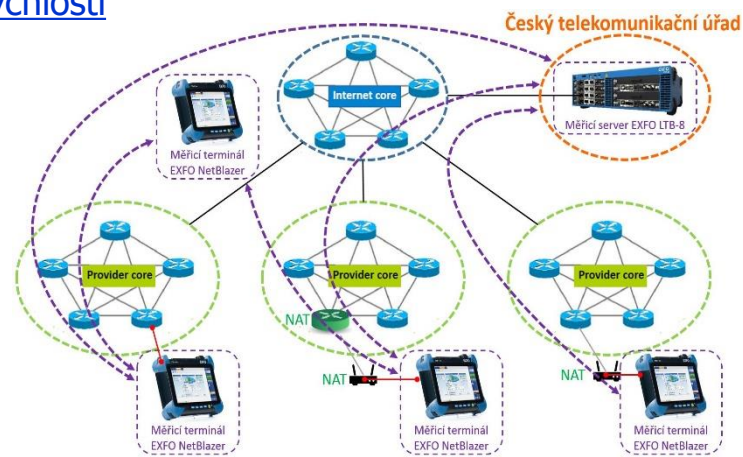
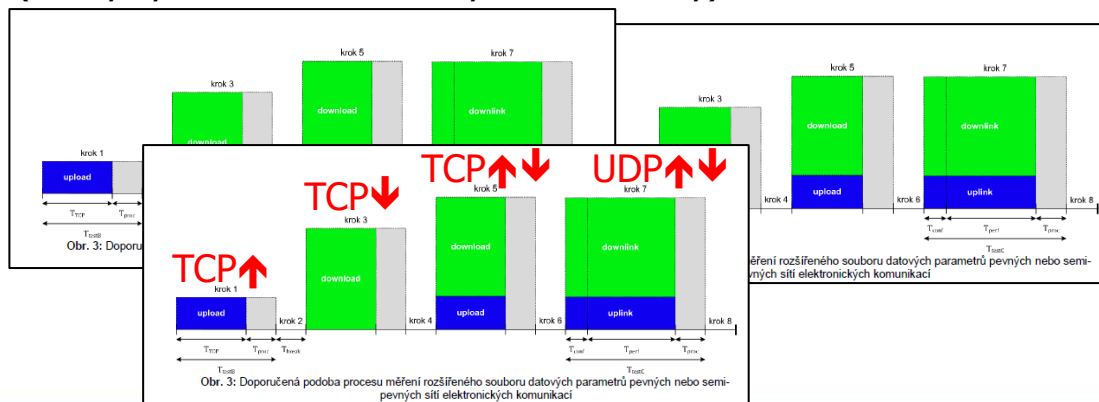
1) porovnání UDP propustnosti (ITU-T Y.1564) s [Rmax - maximální rychlostí](#)

2) porovnání SDR (TCP propustnosti, IETF RFC 6349) s rychlostí

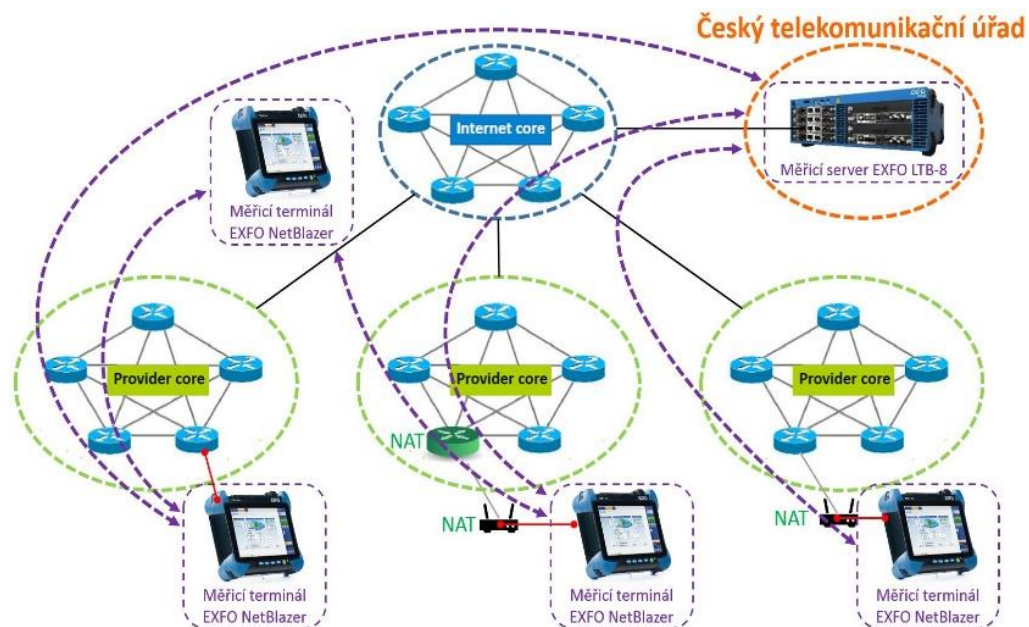
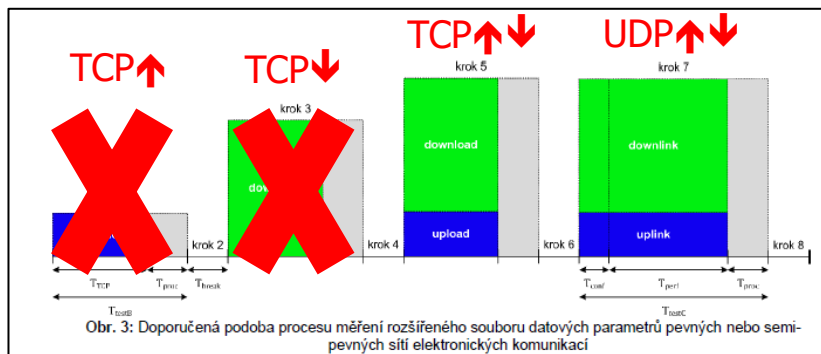
[BDR – Běžně dostupnou rychlostí](#)

[Rmin - minimální rychlostí](#)

doporučené 3x sekvence měření za 90 min
(odchylky od BDR = ztráta výkonosti služby)



- Zjednodušený test TCP + UDP
- provedena 1x zkrácená sekvence měření na 15 min



Jsme připraveni společně s kolegy z týmu PROFiber Networking:

- Pomoci s praktickým výkladem, měřením podle metodiky, upozornit na úskalí a rizika
- Změřit vaši síť měřicí a diagnostickou technikou shodnou s ČTÚ, provést audit parametrů
- Zapůjčit měřicí techniku, zaškolit obsluhu a provést instruktáž tak, abyste mohli sami měřit a kontrolovat svou síť
- Dodat měřicí přístroje a monitorovací nástroje pro kontrolu a troubleshooting vaší sítě plně kompatibilní s kontrolními postupy ČTÚ

Rádi se zastavíme, projednáme vaše záměry a navrheme další postup.

Dále je to na vás ...

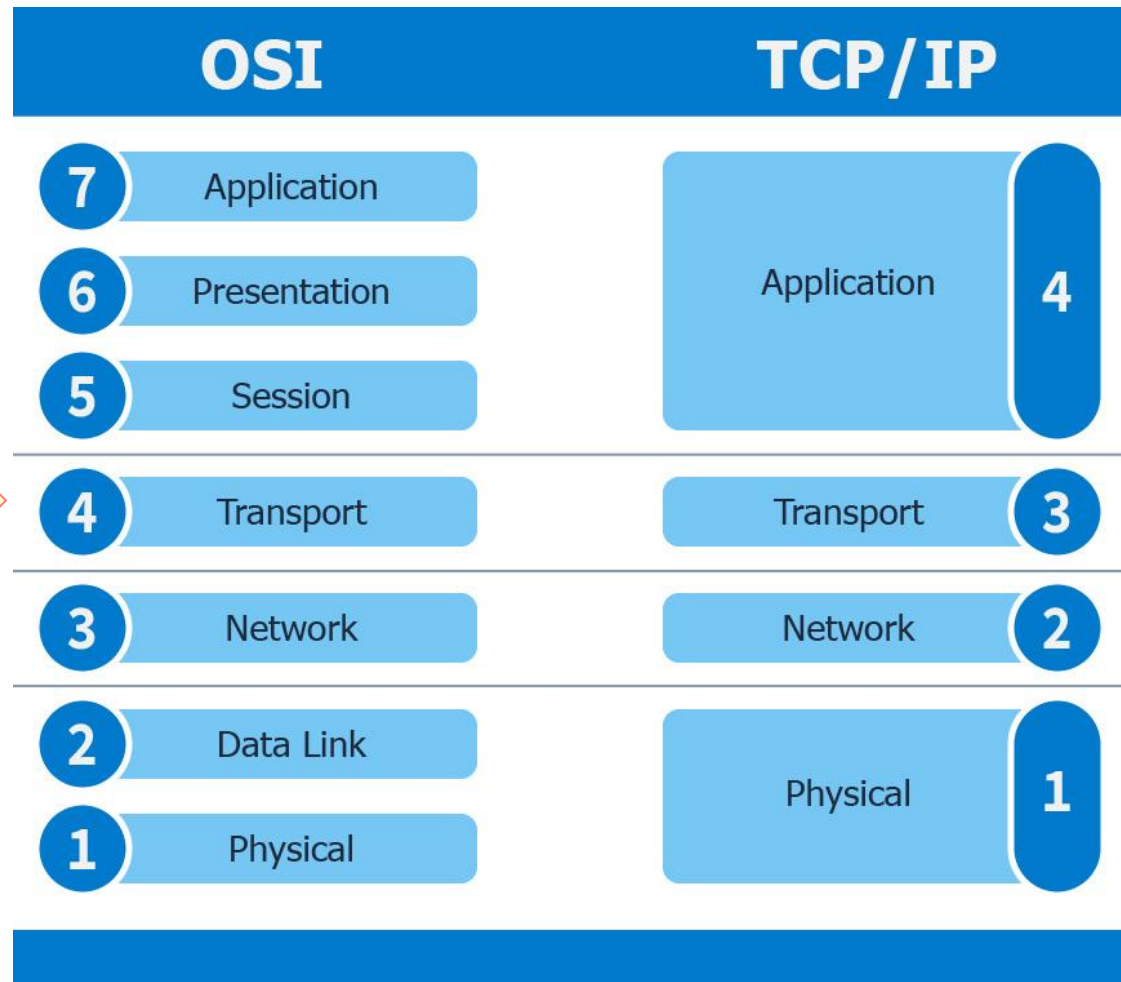
Umíte přepočítat rychlosti
mezi jednotlivými vrstvami komunikačního modelu?

the **art** of
optical
communication



Referenční Model ISO/OSI

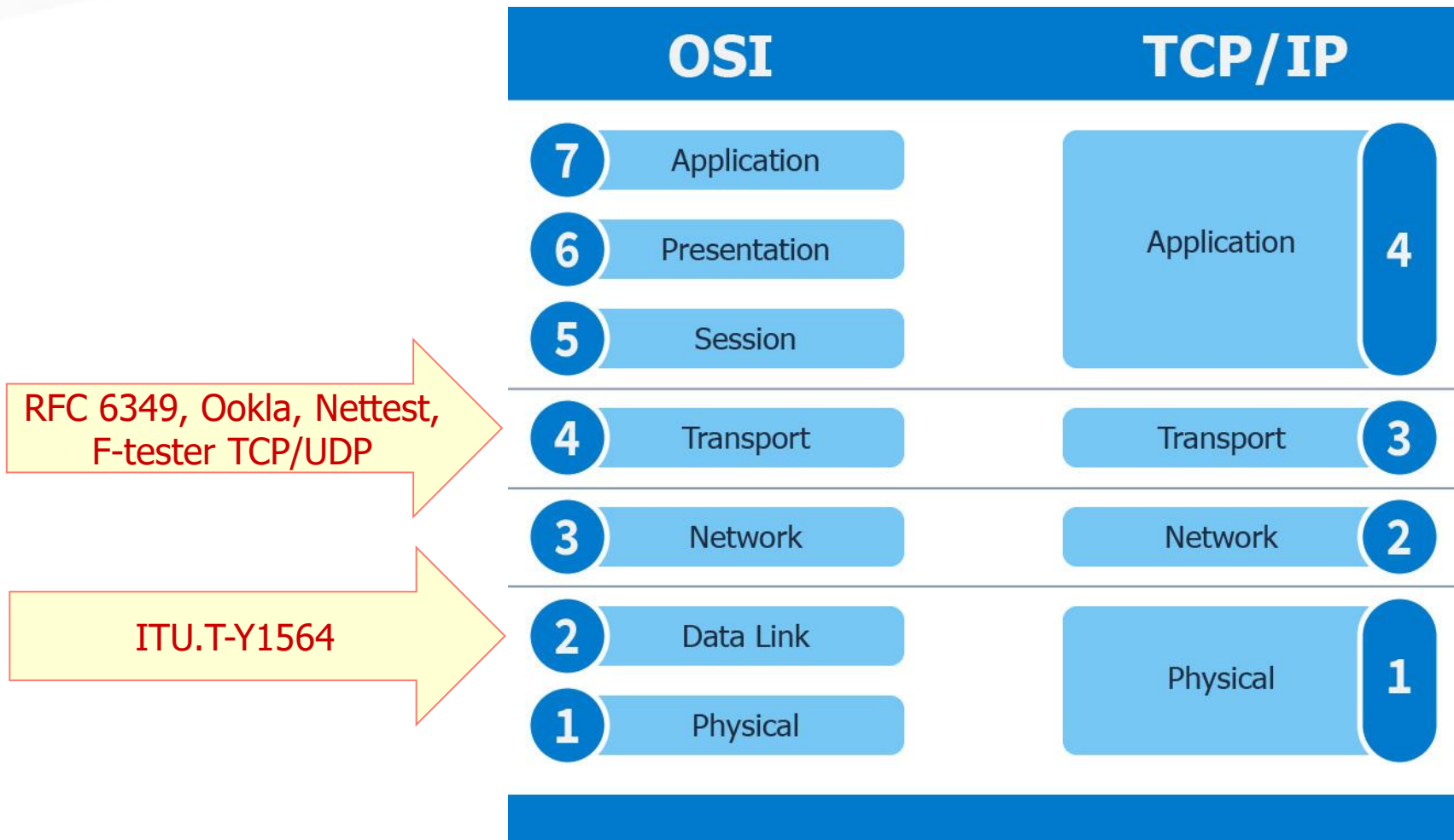
Model TCP/IP



L4: Rychlost přenosu,
QoS – Quality of Service

Referenční Model ISO/OSI

Model TCP/IP



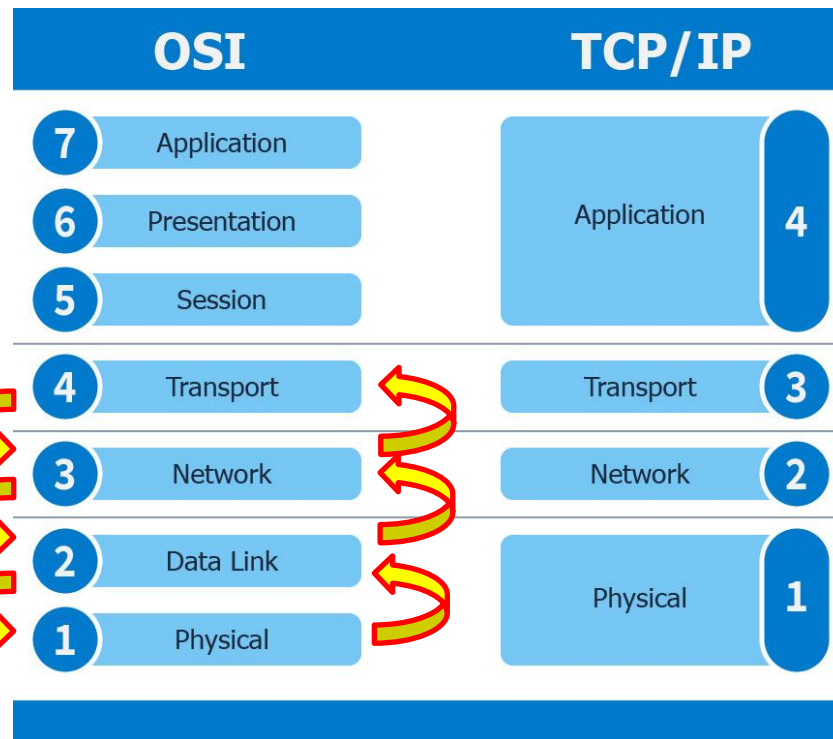
praktické tipy – stáhněte si kalkulačku

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



ČTÚ: VO-S/1/08.2020-9

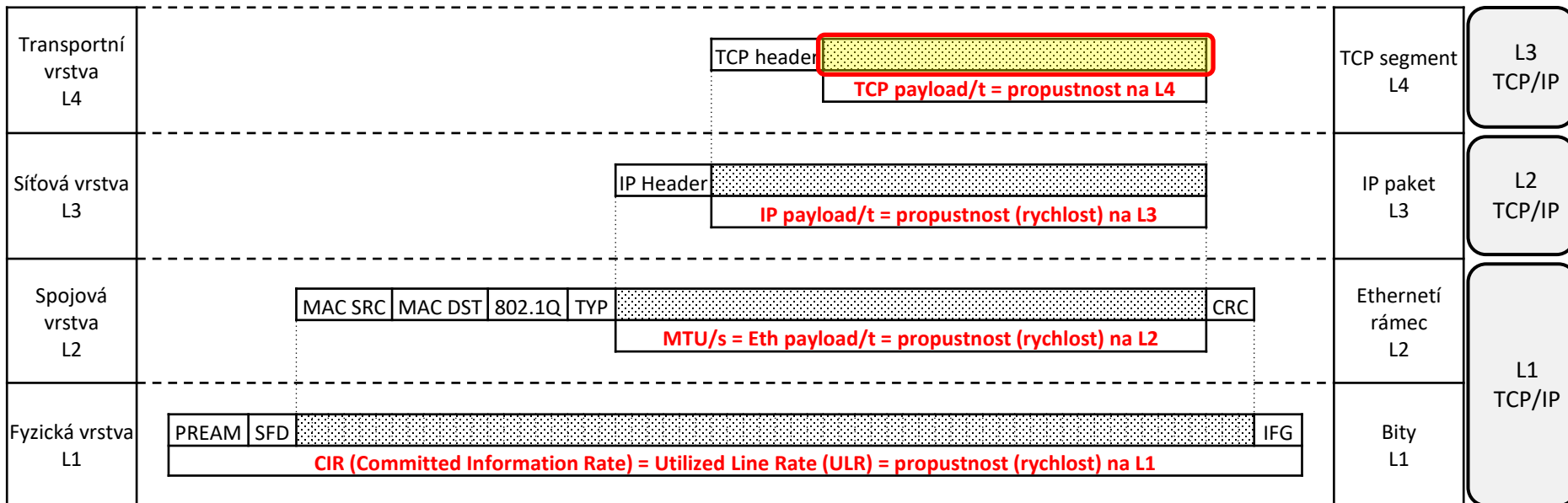
[více ...](#)



- OSI = Open Systems Interconnection = propojení otevřených systémů,
- RM OSI = abstraktní model komunikačních a informačních sítí.

JEDNOTKY	VRSTVA	FUNKCE
Data (soubory, toky)	Aplikační	poskytnutí a zpracování dat
	Prezentační	formátování, šifrování a autentizace dat
	Relační	řízení spojení a autentizace komunikujících
Segmenty	Transportní	řízení a zabezpečení přenosu segmentů
Pakety	Síťová	logické adresování a určení cesty paketů
Rámce	Datová	fyzické adresování a přenos rámců
Bity	Fyzická	přenos bitů přenosovým médiem

Reálná rychlost = skutečná, měřitelná = **TCP propustnost** =
= rychlost přenosu dat na L4 referenčního modelu ISO/OSI)



rychlost (Mbit/s)	na vrstvě dle ISO/OSI
27,722	L4
28,595	L3
29,079	L2
30,000	L1

rychlost (Mbit/s)	na vrstvě dle ISO/OSI
92,407	L4
95,315	L3
96,931	L2
100,000	L1

rychlost (Mbit/s)	na vrstvě dle ISO/OSI
924,071	L4
953,150	L3
969,305	L2
1 000,000	L1

vysokorychlostní internet +30Mbit/s

rychlost (Mbit/s)	rychlost (Mbit/s)	na vrstvě dle ISO/OSI
30,000	100,000	L4
30,944	103,147	L3
31,469	104,895	L2
32,465	108,217	L1

Přepočítání rychlostí platí pro MTU (Maximum Transmission Unit) = 1200 B

Jaký je rozdíl mezi

TCP a UDP

the **art** of
optical
communication



SDR- skutečně dosahovaná
rychlost

TCP



IETF RFC 6349

- Throughput (Mbit/s)

Rmax – maximální rychlost



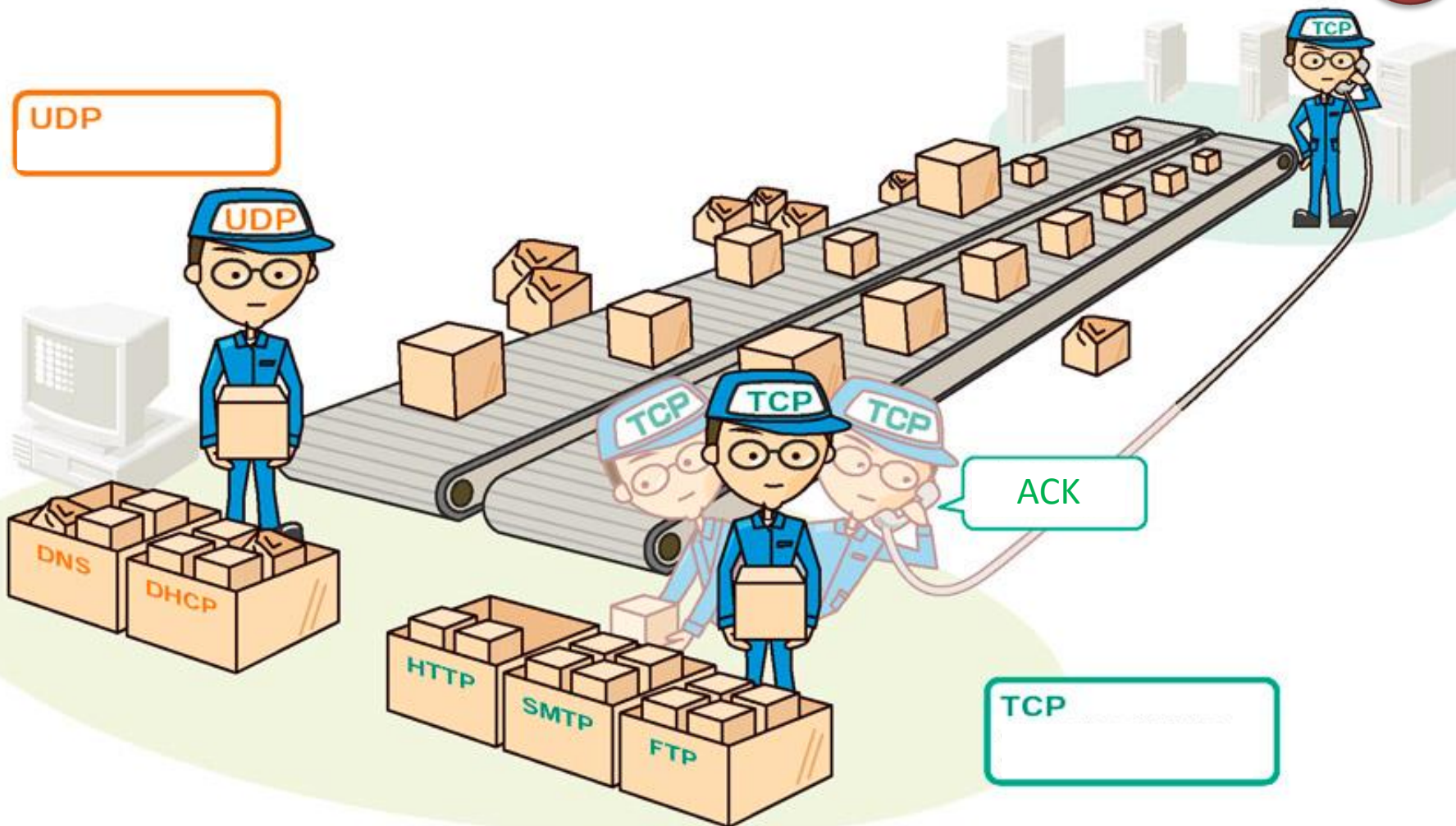
UDP

ITU-T Y.1564



EtherSAM
The new standard in Ethernet service testing

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

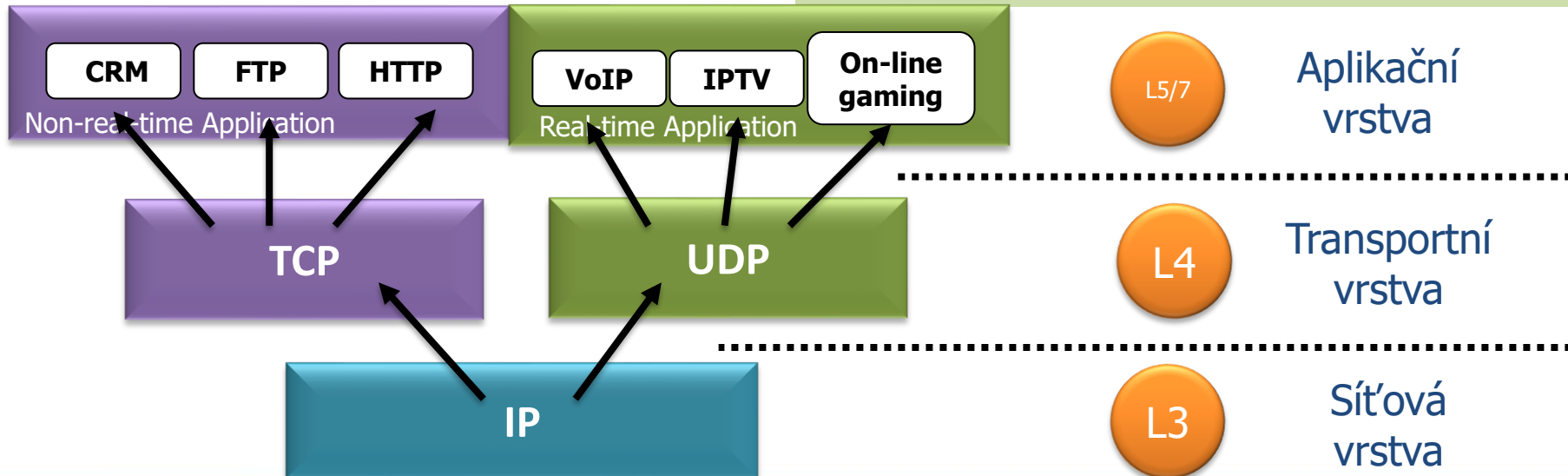


Transportní protokol **TCP**:

- Spojovaný a spolehlivý
- Zajišťuje řízení toku a předchází zahlcení
- Aplikace, které přenášejí soubory nebo „větší data“ během krátké doby
 - Např. el.pošta (SMTP), přenos souborů (FTP), web (HTTP)

Transportní protokol **UDP**:

- Nespojovaný a nespolehlivý
- Nazajišťuje řízení toku ani nepředchází zahlcení
- Aplikace, které přenášejí multimediální obsah a „malá data“ více rozložená v čase
 - Např. sdílení souborů (NFS), správa sítě (SNMP), konfigurace (BOOTP, DHCP), směrování (RIP)



TCP Segment Header

Bit #	0	7	8	15	16	23	24	31
0	Source Port				Destination Port			
32	Sequence Number							
64	Acknowledgment Number							
96	Data Offset	Reserved	Flags			Window Size		
128	Checksum				Urgent Pointer			
160	Options							
...								
480								

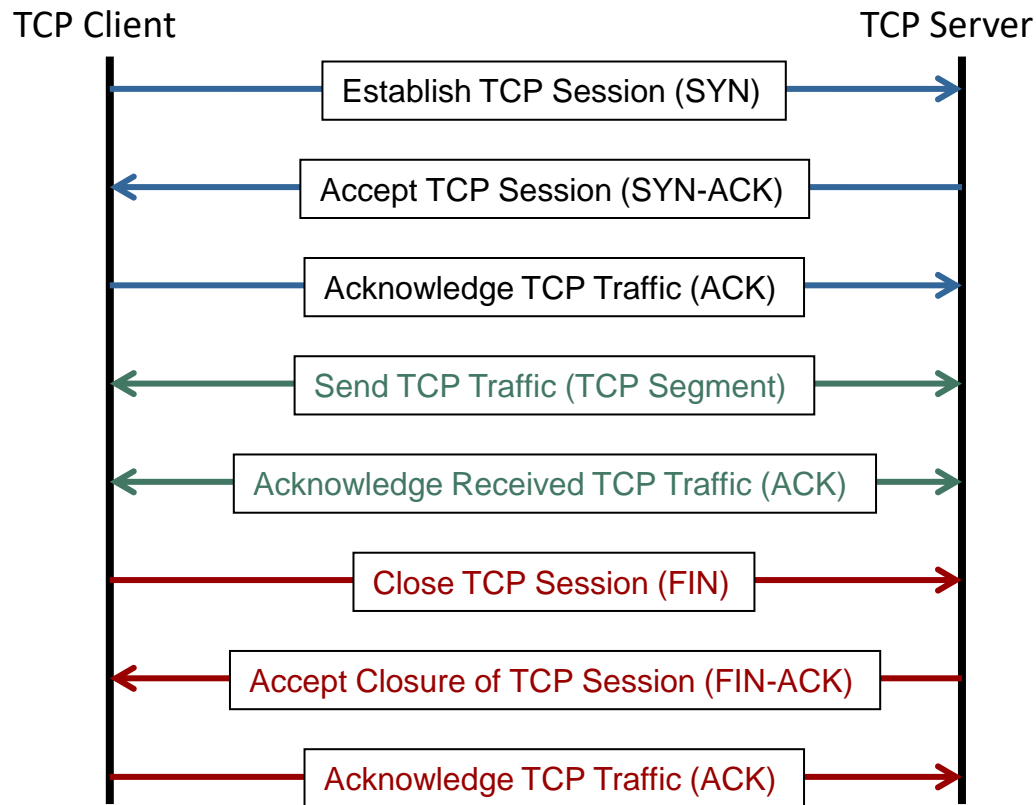
UDP Datagram Header

Bit #	0	7	8	15	16	23	24	31
0	Source Port				Destination Port			
32	Length				Checksum			

Obr.1 Velikosti záhlaví TCP / UDP.

- **RTT** (Round Trip Time) / **RTD** (Round Trip Delay) [ms] = doba mezi odesláním 1 segmentu TCP dat a přijetím potvrzovacím zprávy (ACK)
- **BDP** (Bandwidth-Delay Product) [bytes] = množství dat, které jsou možné odeslat během doby, než odesílatel obdrží potvrzení od příjemce
- **TCP Window size** [bytes] = objem přenášených dat, ideálně odpovídá BDP
- **MTU** (Maximum Transmission Unit) [bytes] = maximální přenositelná jednotka
- **Window sweep** [bit/s] = rychlost přenosu TCP dat

TCP komunikace



TCP komunikace

TCP operuje na modelu Klient / server

Congestion Window (CWND) Klient inicializuje spojení se

CWND = **Počet nepotvrzených bitů ve**

spojení Příklad:

Pro "naplnění přenosové trubky" musíme omezení na 1 segment/RTT musí odesílatel poslat **takové**

množství dat které se vejde do RTT

po skončení RTT je očekává ACK

Vezmeme-li velikost tohoto množství dat se nazývá Bandwidth-Delay Product or BDP.

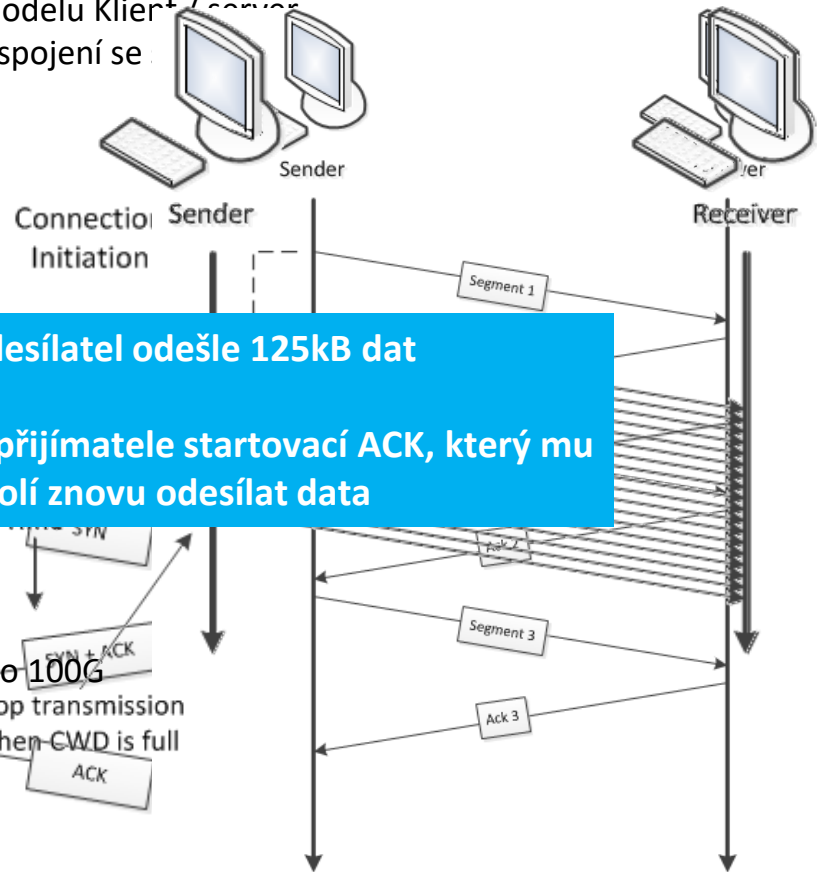
$$BDP = \text{Link Rate} \times \text{RTT} = 1518 \times 8 \times 50 \approx 600 \text{ kbit/s}$$

Link rate = CIR. Nehledě na tom jestli máme 10M nebo 100G

je throughput limitován na 600 kbit/s

Příklad s 50Mbps linkou

50 Mbit/s a 20 ms RTT:
50 Mbit/s * 20 ms = 1 000 000 bits
nebo 125 kB = Window Size = BDP



TCP odesílatel odešle 125kB dat
Poté dostane od přijímatele startovací ACK, který mu dovolí znovu odesílat data

Stop transmission when CWD is full
ACK

- „Framework for TCP Throughput Testing “
- Metodologie pro testování TCP propustnosti
- Internet Engineering Task Force (IETF)

Doporučená délka
měřicí sekvence dle
ČTÚ = 90s

- **Metodologie**

- 1) Zjištění Maximum Transmitted Unit (MTU) dané linky
- 2) Změření Round-Trip Time (RTT)
- 3) Výpočet optimální velikosti TCP okna
- 4) Testování TCP rychlosti při optimální (vypočítané) velikosti TCP okna
- 5) Vypočítání účinnosti TCP protokolu a „Buffer delay“ (změny hodnot RTT)

$$\text{TCP Efficiency \%} = \frac{\text{Transmitted Bytes} - \text{Retransmitted Bytes}}{\text{Transmitted Bytes}} \times 100$$



$$\text{Average RTT during transfer} = \frac{\text{Total RTTs during transfer}}{\text{Transfer duration in seconds}}$$

$$\text{Buffer Delay \%} = \frac{\text{Average RTT during transfer} - \text{Baseline RTT}}{\text{Baseline RTT}} \times 100$$

Praktické měření

MTU (bytes)	Minimum RTT (ms)
1500	10,071

Window Sweep

	Actual L4 (Mbit/s)			
	1/8 of BDP	1/4 of BDP	1/2 of BDP	BDP
L->R	5,7	5,7	5,7	5,7
R->L	6,8	9,1	14,4	27,2

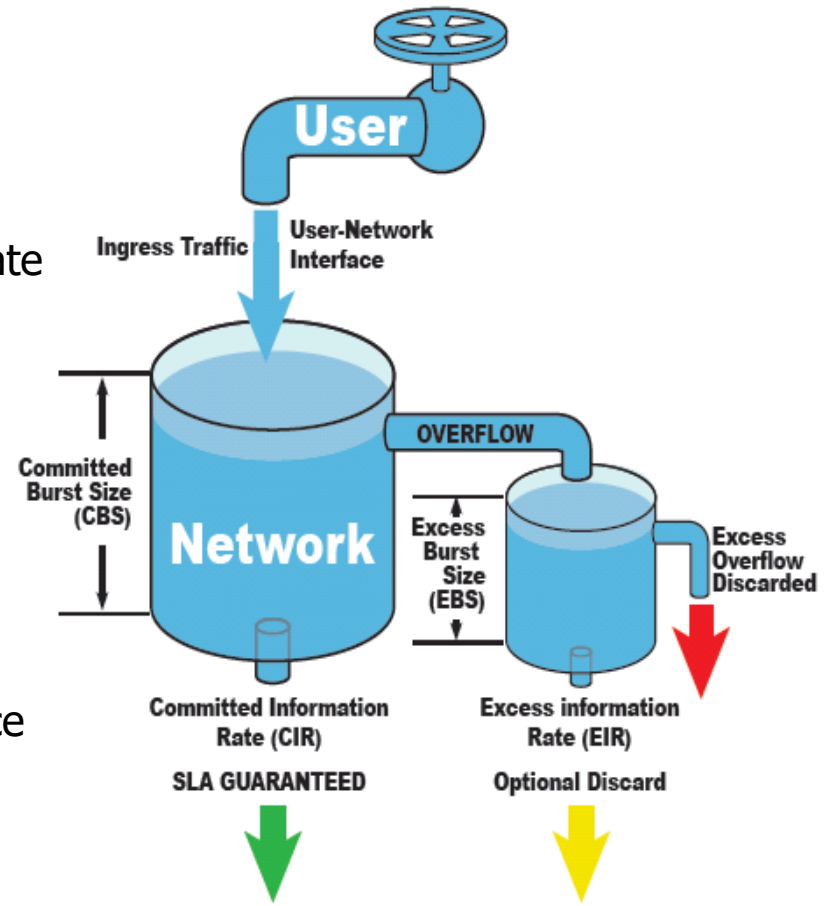
TCP Throughput

	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	6 KiB (2 conn.@ 3 KiB)	5,6	5,6	99,73	19,62
R->L	34 KiB (2 conn.@ 17 KiB)	28,2	27,3	99,90	0,80

Threshold (% of ideal)	95,0	L->R	5,4	(Mbit/s)
		R->L	26,8	

- Doporučení ITU-T Y.1564
 - „Ethernet service activation test methodology“
 - Metodologie na měření při aktivaci Ethernetových linek
 - Nahrazuje RFC 2544
- Standard pro testování služeb Triple play
 - Síť je testována pomocí generovaných streamů (Data, IPTV, VoIP)
- Parametry
 - Propustnost (bandwidth) L2
 - Ztrátovost paketů (frame loss rate)
 - Zpoždění (delay)
 - Rozptyl zpoždění (jitter)
- Vhodné pro verifikaci a troubleshooting

- CIR: Committed Information Rate
- EIR: Excess Information Rate
- **PIR** (není součástí Y.1564!): Peak Information Rate
MEF: $PIR = CIR + EIR$
- **CBS**: Committed Burst Size
- **EBS**: Excess Burst Size
- FL & FLR: Frame Loss and Frame Loss Ratio
- FTD & FDV: Frame Transfer Delay and Frame Delay Variation
- QoS & CoS: Quality of Service and Class of Service
- SLA: Service Level Agreement



Fáze 1 – Ověření konfigurace sítě (Ramp Test)

Potřeba ověřit: konfiguraci sítě pro každou definovanou službu (rate limiting, traffic shaping, QoS)

Metoda: Pro každou službu je vykonán ramp test pro dosažení CIR. Výkonnostní parametry musí být v předepsaných mezích



Fáze 2 – Test Služeb

Potřeba ověřit: Kvalitu služby pro každou definovanou službu či splňuje SLA požadavky

Metoda: Všechny služby jsou generovány najednou do jejich CIR a současně jsou měřeny parametry všech služeb

Praktické měření

Committed Steps			SLA Verified			
Step	Direction	TX Rate (Mbit/s)	Frame Loss (%)	Max Jitter (ms)	Round-trip Latency (ms)	Average RX Rate (Mbit/s)
1-50% CIR	L->R	3,000	0,0000	< 0,015		3,000
	R->L	15,000	0,0000	< 0,015	10,052	15,000
2-75% CIR	L->R	4,500	0,0000	< 0,015		4,500
	R->L	22,500	0,0000	< 0,015	10,052	22,500
3-90% CIR	L->R	5,400	0,0000	< 0,015		5,400
	R->L	27,000	0,0000	< 0,015	10,052	27,000
CIR	L->R	6,000	0,0000	< 0,015		6,000
	R->L	30,000	0,0000	< 0,015	10,052	30,000

- A minimum of 30Mbps download
- A minimum of 6Mbps upload or twice the maximum upload speed of existing broadband in the intervention area, whichever is greater
- Latency (one-way) – no more than 25 milliseconds
- Jitter – no more than 25 milliseconds
- Packet loss – not more than 0.1%
- Service availability – at least 99.95% of the time

Praktické měření

Metrics	Direction	Current	Average	Minimum	Maximum	Estimate
RX Rate (Mbit/s)	L->R	5,999	5,999	5,999	6,000	N/A
	R->L	30,000	30,000	29,999	30,000	N/A
Jitter (ms)	L->R	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
	R->L	--	< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Latency (ms)	Round-trip	--	10,052	10,051	10,053	N/A

- A minimum of 30Mbps download
- A minimum of 6Mbps upload or twice the maximum upload speed of existing broadband in the intervention area, whichever is greater
- Latency (one-way) – no more than 25 milliseconds
- Jitter – no more than 25 milliseconds
- Packet loss – not more than 0.1%
- Service availability – at least 99.95% of the time



Praktické měření UDP + TCP

Service Configuration Test		Completed, Fail		✘		Start Time		7. 3. 2016 14:02:50	
Service		TX CIR (Mbit/s)	FD (ms) (RTT) (Latency)	IFDV (ms) (Jitter)	FLR (%) (Frame Loss)			RX Rate (Mbit/s)	
1 Best Effort	L->R	30,0	10,052	< 0,015	0,1023	✘		29,969	
	R->L	30,0		< 0,015	0,0838	✘		29,974	
Service Performance Test		Completed, Fail		✘					
Service		TX CIR (Mbit/s)	FD (ms) (RTT) (Latency)	IFDV (ms) (Jitter)	FLR (%) (Frame Loss)			RX Rate (Mbit/s)	
1 Best Effort	L->R	30,0	10,052	< 0,015	0,0980	✘		29,970	✘
	R->L	30,0		< 0,015	0,0950	✘		29,971	✘
						Total RX Rate	L->R	29,970	
						(Mbits/s)	R->L	29,971	
RFC 6349 Test		Completed, Pass		✔					
MTU (bytes)		1289		Minimum RTT (ms)		10,071			
TCP Throughput									
Service		Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)			
1 Best Effort	L->R	34 KiB (2 conn.@ 17 KiB)	27,8	26,9	✔	99,91	0,54		
	R->L	34 KiB (2 conn.@ 17 KiB)	27,8	27,0	✔	99,92	0,79		

Jak je TCP propustnost citlivá na QoS parametry?

Ztrátovost FLR = 0 %

Zpoždění FD = 4 ms

Ztrátovost FLR = 0,01 %

Zpoždění FD = 4 ms

Ztrátovost FLR = 0,1 %

Zpoždění FD = 4 ms

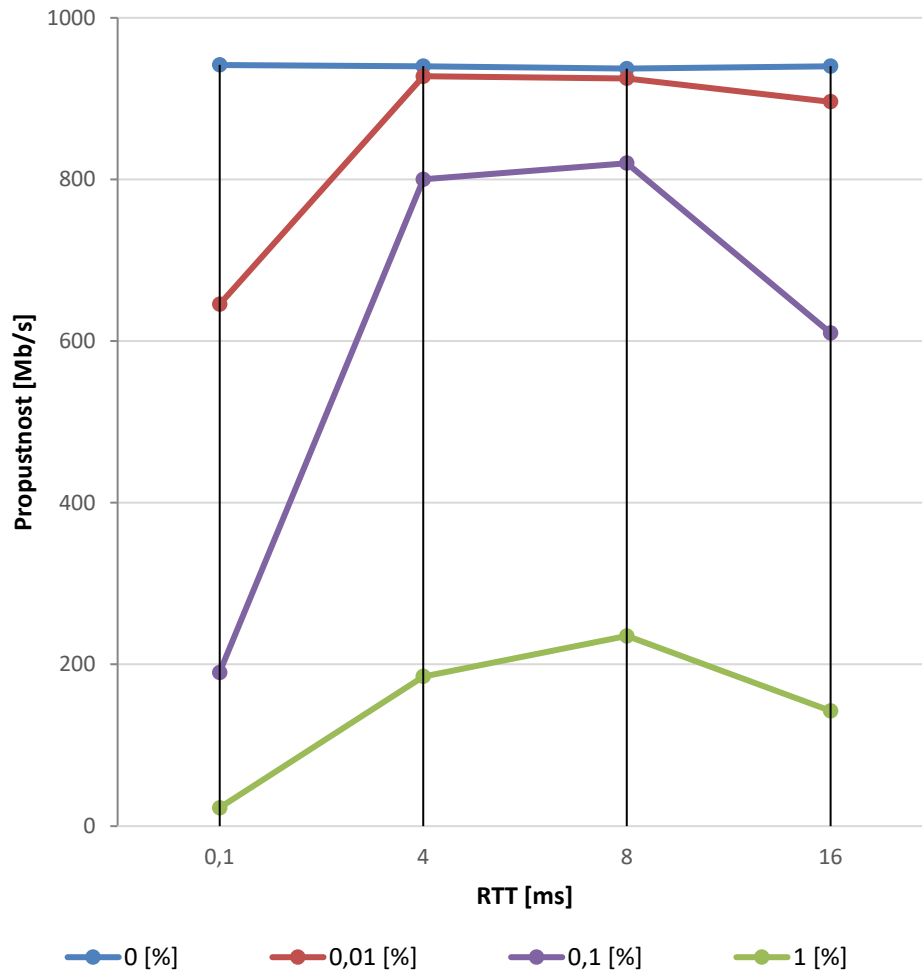
Ztrátovost FLR = 1 %

Zpoždění FD = 4 ms

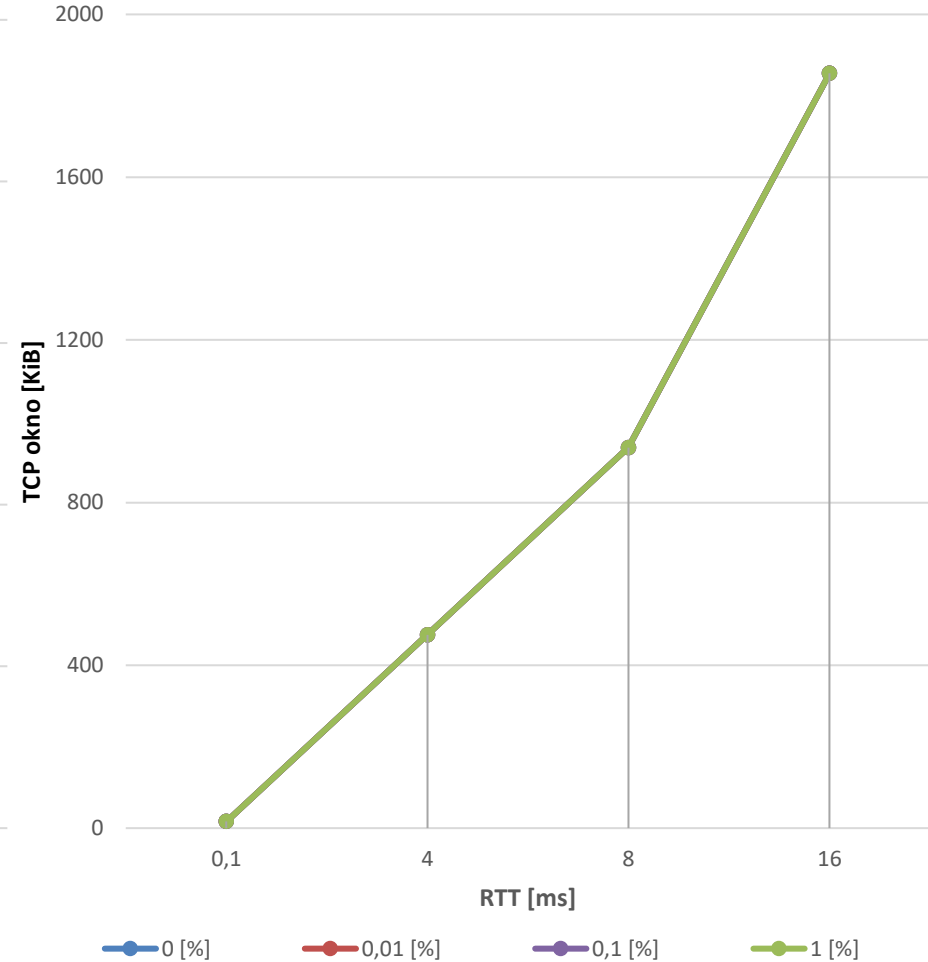
TCP Throughput					
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	938,0 Disabled	100,00	4,60
R->L	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	941,2 Disabled	100,00	4,60
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	925,4 Disabled	99,99	4,54
R->L	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	931,7 Disabled	99,99	4,55
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	793,1 Disabled	99,94	4,04
R->L	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	807,0 Disabled	99,94	4,03
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	177,3 Disabled	99,23	7,46
R->L	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	195,6 Disabled	99,28	7,57

Přijďte se přesvědčit na pracoviště NGA sítí: Jak závisí poskytovaná rychlost připojení k internetu (TCP propustnost) na kvalitativních parametrech sítě jako je ztrátovost, zpoždění atd.

Vliv FLR na Propustnost



Vliv FLR na Velikost TCP Okna



Kolísání Zpoždění = **0 [ms]**

Průměrné Zpoždění FD = 4 ms

Kolísání Zpoždění = **2 [ms]**

Průměrné Zpoždění FD = 4 ms

Kolísání Zpoždění = **4 [ms]**

Průměrné Zpoždění FD = 4 ms

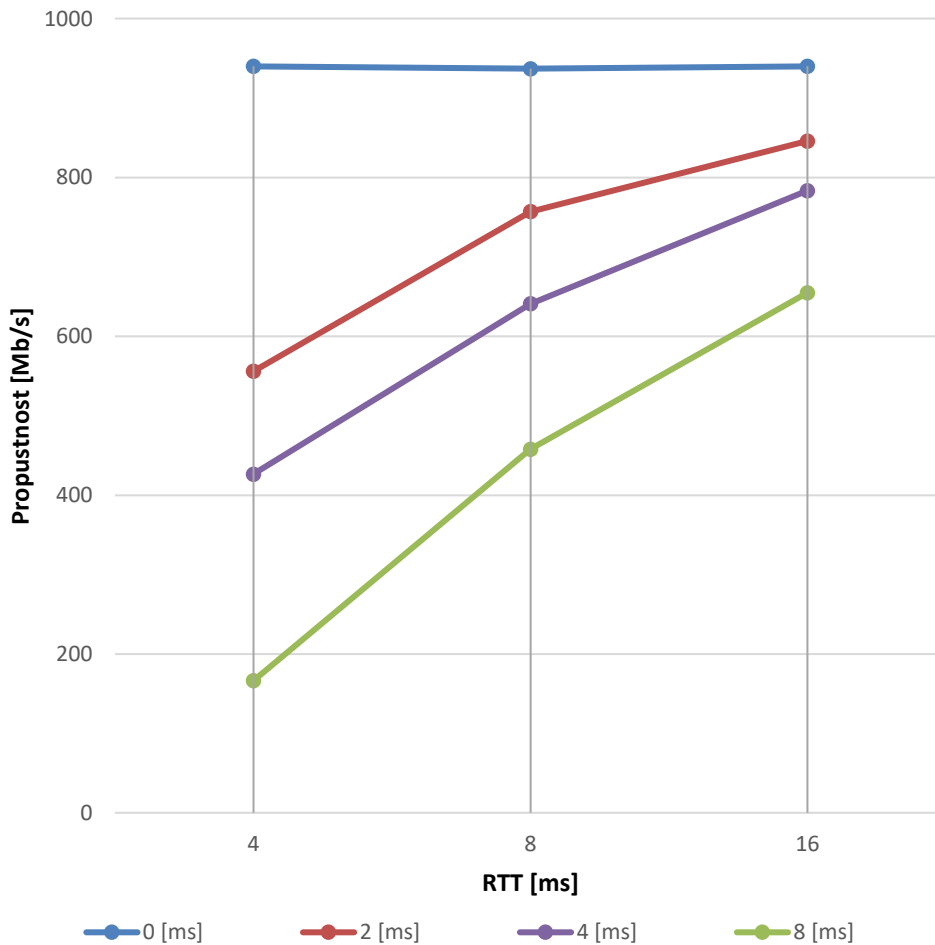
Kolísání Zpoždění = **8 [ms]**

Průměrné Zpoždění FD = 4 ms

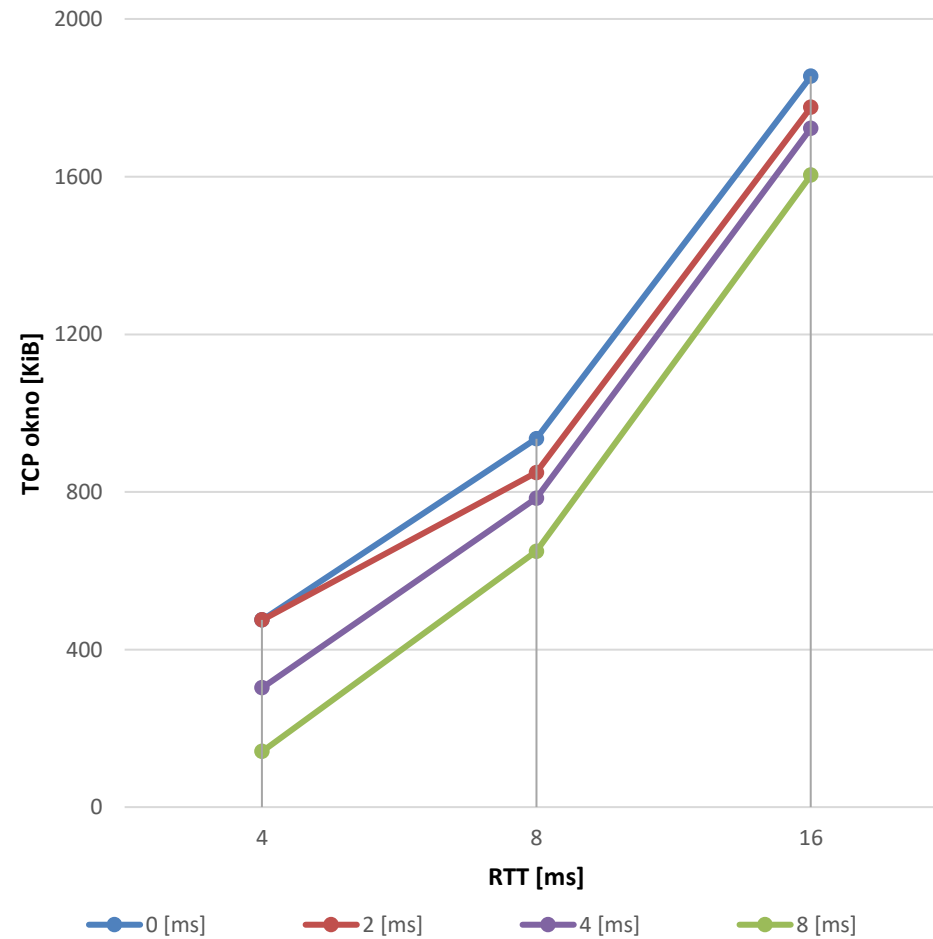
		TCP Throughput			
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	938,0 Disabled	100,00	4,60
R->L	475 KiB (8 conn.@ 59 KiB)	941,5	941,2 Disabled	100,00	4,60
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	266 KiB (5 conn.@ 53 KiB)	941,5	555,9 Disabled	100,00	69,37
R->L	266 KiB (5 conn.@ 53 KiB)	941,5	557,6 Disabled	100,00	69,31
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	303 KiB (5 conn.@ 60 KiB)	941,5	425,9 Disabled	100,00	123,70
R->L	303 KiB (5 conn.@ 60 KiB)	941,5	427,3 Disabled	100,00	124,09
	Window	Ideal L4 (Mbit/s)	Actual L4 (Mbit/s)	TCP Efficiency (%)	Buffer Delay (%)
L->R	141 KiB (3 conn.@ 47 KiB)	941,5	166,5 Disabled	100,00	474,75
R->L	141 KiB (3 conn.@ 47 KiB)	941,5	166,5 Disabled	100,00	475,69

Přijďte se přesvědčit na pracoviště NGA sítí: Jak závisí poskytovaná rychlost připojení k internetu (TCP propustnost) na kvalitativních parametrech sítě jako je ztrátovost, zpoždění atd.

Vliv Kolísání Zpoždění (Jitter) na Propustnost



Vliv Kolísání Zpoždění (Jitter) na Velikost TCP Okna



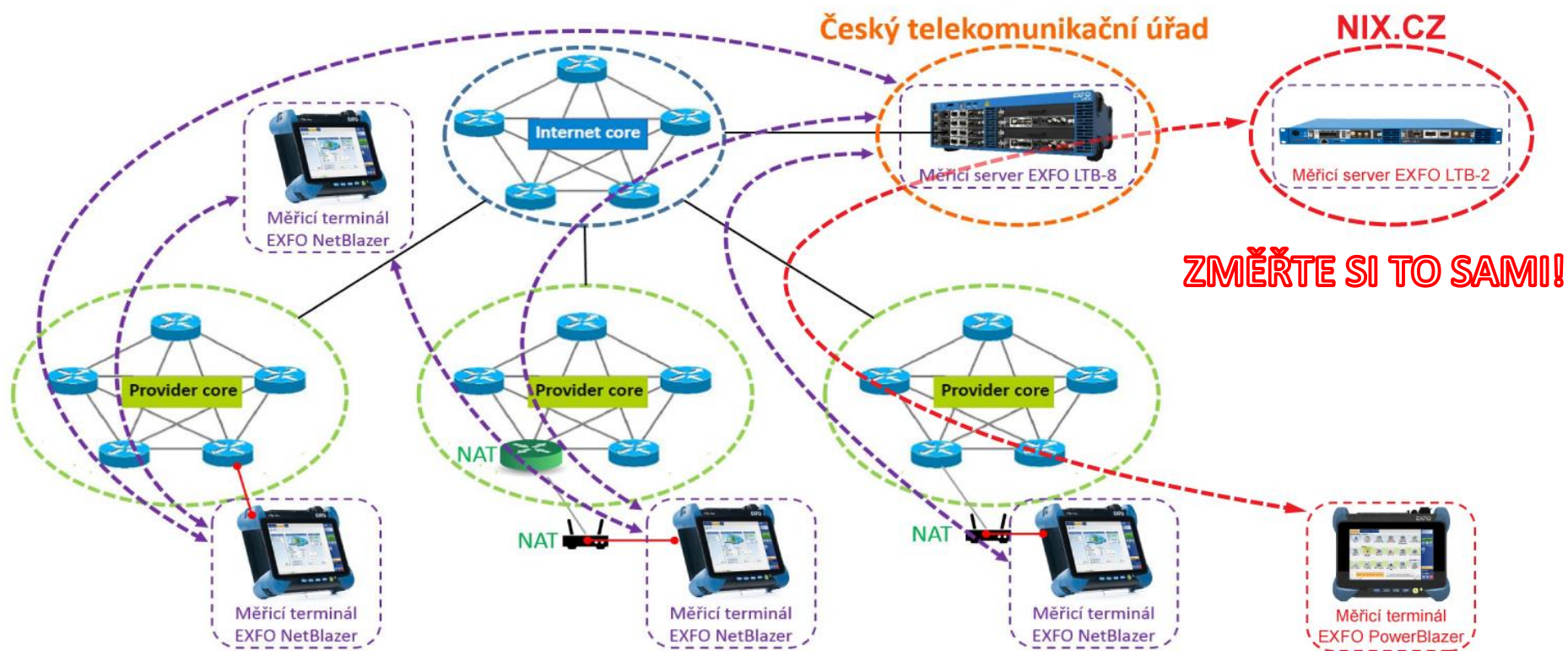
Měřicí port V NIX.CZ



the art of
optical
communication

The logo for PROFiber NETWORKING features a stylized blue and grey wave or fiber optic shape above the text "PROFiber" in a bold, blue, sans-serif font, with "NETWORKING" in a smaller, grey, sans-serif font below it.

kalibrovaný měřicí systém (EXFO)



Praktická ukázka

Měření sítě

the **art** of
optical
communication



