

# ETSI EG 203 165 V1.1.1 (2012-04)



**Kvalita prenosu hovoru a multimédií (STQ);  
Pravidlá merania priepustnosti**

Speech and multimedia Transmission Quality (STQ);  
Throughput Measurement Guidelines

---

***Európsky inštitút pre telekomunikačné normy***

***European Telecommunications Standards Institute***

---

**Dôležité upozornenie pre používateľov tejto slovenskej verzie**

ETSI je vlastníkom autorských práv tohto dokumentu ETSI.

V prípade nezrovnalostí medzi anglickou a slovenskou verziou platí anglická verzia tohto dokumentu ETSI.

ETSI neskontroloval preklad a nepreberá žiadnu zodpovednosť za presnosť prekladu tohto dokumentu ETSI.

Anglická verzia tohto dokumentu ETSI sa môže stiahnuť zo stránky:

<http://www.etsi.org/standards-search>

---

**Referenčné číslo**

DEG/STQ-00162m

---

**Kľúčové slová**

3G, GSM, network, QoS, service

**ETSI**

650 Route des Lucioles  
F-06921 Sophia Antipolis Cedex – France

---

Tel.: +33 4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - NAF 742 C  
Neziskové združenie registrované  
na podprefektúre de Grasse (06) N° 7803/88

---

**Dôležité upozornenie**

Jednotlivé kópie tohto dokumentu možno stiahnuť z

<http://pda.etsi.org>

Tento dokument môže byť dostupný vo viacerých elektronických verziách alebo v tlačenej forme. V prípade existujúceho alebo viditeľného rozdielu v obsahu medzi takýmito verziami je referenčnou verziou verzia v prenosnom dokumentovom formáte (Portable Document Format – PDF).

V prípade sporu je referenčným výtlačok vytlačený na tlačiarni ETSI z verzie PDF uchováanej na určenom sieťovom serveri sekretariátu ETSI.

Používatelia tohto dokumentu by mali brať do úvahy, že dokument môže byť revidovaný alebo sa môže zmeniť jeho postavenie. Informácie o postavení tohto dokumentu a ďalších dokumentov ETSI sú dostupné na

<http://portal.etsi.org/tb/status/status.asp>

Ak nájdete v tomto dokumente chyby, svoje pripomienky zašlite na

[http://portal.etsi.org/chaicor/ETSI\\_support.asp](http://portal.etsi.org/chaicor/ETSI_support.asp)

---

**Oznam o autorských právach**

---

Nijaká časť sa nesmie reprodukovat' bez písomného povolenia.  
Autorské práva a z toho vyplývajúce obmedzenia sa vzťahujú na reprodukovanie všetkými druhmi médií.

© Európsky inštitút pre telekomunikačné normy 2012.  
Všetky práva vyhradené.

**DECT™**, **PLUGTESTS™**, **UMTS™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov.  
**3GPP™** a **LTE™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov a partnerských organizácií 3GPP.  
**GSM®** a logo GSM sú registrované obchodné značky vo vlastníctve asociácie GSM.

## Obsah

Obsah .....	3
Práva duševného vlastníctva .....	5
Predhovor .....	5
Úvod .....	5
1 Predmet .....	6
2 Referenčné dokumenty .....	6
2.1 Normatívne referenčné dokumenty .....	6
2.2 Informatívne referenčné dokumenty .....	6
3 Definície symboly a skratky .....	8
3.1 Definície .....	8
3.2 Symboly .....	8
3.3 Skratky .....	9
4 Všeobecné hľadiská merania priepustnosti .....	11
4.1 Účel merania .....	11
4.2 Rovnica priepustnosti .....	11
4.3 Priepustnosť v rozličných vrstvách .....	11
4.4 Priepustnosť v rozličných referenčných bodoch .....	15
4.5 Aktívne a pasívne meranie .....	15
4.6 Generovanie záťaže pri aktívnom meraní priepustnosti IP .....	15
4.7 Porovnanie metód "best effort" proti "windowed" .....	17
4.7.1 Metóda "best effort" .....	17
4.7.2 Metóda "windowed" .....	17
4.7.3 Pôsobenie systémovej chyby s metódami "best effort" a "windowed" .....	18
4.7.4 Prvý príklad .....	19
4.7.5 Závěry z prvého príkladu .....	19
4.7.6 Druhý príklad .....	20
4.7.7 Závěry z druhého príkladu .....	20
4.7.8 Kombinácia metód "best effort" a "windowed" .....	21
4.8 Horné medze na merania priepustnosti TCP .....	21
5 Hľadiská meracieho prostredia .....	22
5.1 Hardvér klient/server .....	22
5.2 Operačný systém .....	22
5.3 Zlepšenie výkonnosti sprostredkovacích serverov .....	23
5.4 Spoločne využívané médium .....	23
5.5 Porovnanie celej prevádzky a filtrovanej prevádzky .....	23
5.5.1 Používateľská prevádzka .....	23
5.5.2 Viacnásobne zreťazené aplikácie .....	24
5.5.3 Agregovaná prevádzka .....	25
6 Celkové plánovanie a vyhodnotenie prevádzky .....	26
6.1 Merania priemernej dátovej rýchlosti u používateľa oproti priemernému času prenosu .....	26
6.1.1 Príklad .....	27
6.1.2 Záver .....	29
6.2 Výpočet priepustnosti na základe času alebo prevádzky .....	29
6.2.1 Tvorenie priemeru bez vzorkovania .....	29
6.2.2 Tvorenie priemeru so vzorkovaním .....	29
6.3 Hlavná prevádzková hodina alebo čas mimo hlavnej prevádzkovej hodiny .....	30
6.4 Pracovné dni alebo víkendy .....	30
6.5 Lokality .....	30
6.5.1 Hľadiská mobility .....	30
6.5.2 Kategórie oblastí .....	30
6.6 Výpočet priemernej vzorky .....	30
7 Kontrolné zoznamy merania priepustnosti .....	31
Príloha A Analýza záznamov IP podľa rozličných hľadísk .....	35
A.1 Analýza podľa vrstvy .....	35
A.2 Analýzy podľa používateľa .....	35
A.3 Analýzy podľa objemu .....	35
A.4 Časové analýzy .....	36

A.5 Príklady ..... 36  
História ..... 37

---

## Práva duševného vlastníctva

Práva duševného vlastníctva, ktoré majú alebo môžu mať zásadný význam pre tento dokument, mohli byť oznámené organizácii ETSI. Informácie o týchto zásadných právach duševného vlastníctva, ak existujú, sú pre členov i nečlenov ETSI verejne dostupné a môžu ich nájsť v dokumente ETSI SR 000 314 s názvom Práva duševného vlastníctva (IPR), ktorý možno získať na sekretariáte ETSI. Najnovšie znenie je dostupné na serveri ETSI (<http://webapp.etsi.org/IPR/home.asp>).

V súlade so svojou politikou v oblasti práv duševného vlastníctva ETSI nevyhľadáva ani neskúma nijaké práva duševného vlastníctva. Neposkytuje ani záruku týkajúcu sa existencie iných IPR, ktoré nie sú uvedené v dokumente ETSI SR 000 314 (alebo v jeho aktualizovaných vydaniach na serveri ETSI), ktoré majú, môžu mať alebo môžu nadobudnúť zásadný význam pre predkladaný dokument.

---

## Predhovor

Túto príručku ETSI vypracovala technická komisia ETSI "Kvalita prenosu hovoru a multimédií (STQ)".

---

## Úvod

Hlavným účelom tohto dokumentu je pomôcť čitateľovi pochopiť a rozlišovať medzi rozličnými definíciami priepustnosti a výpočtovými metódami opísanými v súbore TS 102 250 a technickými správami vypracovanými STQ.

Táto príručka opisuje rozličné hľadiská (napríklad podľa špecifického protokolu, meranie – prostredie, štatistika), ktoré sú uvažované počas plánovania, vykonávania a vyhodnotenia meraní priepustnosti s cieľom zamedziť hlavným problémom, ktoré môžu vzniknúť.

TS 102 250-2 [i.2] normalizuje priepustnosť parametrov QoS všeobecných službách IP použité v mobilných sieťach z pohľadu používateľa. Podľa týchto definícií definuje TS 102 250-7 [i.6] model kvality siete. Nakoniec, TR 102 678 [i.8] zavádza novú metódu výpočtu priepustnosti založenú na časoch pevného dátového prenosu.

---

## 1 Predmet

Tento dokument sa zameriava na hľadiská merania priepustnosti a ich vyhodnotenia poskytnutím rozličných hľadísk. Obsahuje faktory, pravidlá a základné informácie, ktoré sa uvažujú počas výberu, plánovania, vykonávania a vyhodnotenia pri meraní priepustnosti.

---

## 2 Referenčné dokumenty

Referenčné dokumenty sú špecifikované (určené dátumom vydania, číslom vydania, číslom verzie atď.) alebo nešpecifikované. V prípade špecifikovaného referenčného dokumentu sa používajú len uvedené verzie. Pri nešpecifikovanom referenčnom dokumente sa použije posledná verzia referenčného dokumentu (vrátane akýchkoľvek dodatkov).

Uvádzané referenčné dokumenty, ktoré nie sú verejne dostupné na predpokladanom mieste, je možné vyhľadať na <http://docbox.etsi.org/Reference>.

POZNÁMKA. – Ak bol akýkoľvek hyperlink obsiahnutý v tejto kapitole platný v čase publikovania, ETSI nemôže garantovať jeho platnosť z dlhodobého hľadiska.

### 2.1 Normatívne referenčné dokumenty

Uvedené dokumenty sú nevyhnutné na túto špecifikáciu.

Nepoužívajú sa.

### 2.2 Informatívne referenčné dokumenty

Uvedené dokumenty nie sú dôležité na túto technickú špecifikáciu, ale pomáhajú používateľovi v konkrétnej predmetnej oblasti.

- [i.1] ETSI EG 102 396-1: "Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 1: Assessment of Quality of Service".
- [i.2] ETSI TS 102 250-2: "Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 2: Definition of Quality of Service parameters and their computation".
- [i.3] ETSI TS 102 250-3: "Speech and Multimedia Transmission and Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 3: Typical procedures for Quality of Service measurement equipment".
- [i.4] ETSI TS 102 250-4: "Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks; Part 4: Requirements for Quality of Service measurement equipment".
- [i.5] ETSI TS 102 250-6: "Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 6: Post processing and statistical methods".

- [i.6] ETSI TS 102 250-7: "Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in GSM and 3G networks; Part 7: Network based Quality of Service measurements".
- [i.7] ETSI TR 102 607: "Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ); TCP IP Stack Parameter Settings for Microsoft Windows XP and Microsoft Windows Vista; Comparison and Recommendations".
- [i.8] ETSI TR 102 678: "Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS Parameter Measurements based on fixed Data Transfer Times".
- [i.9] ETSI TR 102 807: "Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); Process description for the transaction view model".
- [i.10] ITU-T Recommendation X.290: "OSI conformance testing methodology and framework for protocol Recommendations for ITU-T applications - General concepts".
- [i.11] IETF RFC 793: "Transmission Control Protocol".
- [i.12] IETF RFC 1323: "TCP Extensions for High Performance".
- [i.13] IETF RFC 3481: "TCP over Second (2.5G) and Third (3G) Generation Wireless Networks".
- [i.14] M. Mathis, J. Semske, J. Mahdavi, and T. Ott: "The macroscopic behavior of the TCP congestion avoidance algorithm." *Computer Communication Review*, 27(3), July 1997.

---

### 3 Definície symboly a skratky

#### 3.1 Definície

V dokumente sa používajú termíny a definície:

**aplikácia** (angl. **application**): softvér, použitie osobitnej služby na poskytovanie súvisiacej funkcie pre používateľa

**bod riadenia a merania (PCO)** (angl. **point of control and observation (PCO)**): bod v skúšobnom prostredí, kde vznik skúšobných udalostí je riadený a meraný

POZNÁMKA. - PCO je určený a) referenčným bodom alebo rozhraním a b) prístupovým bodom služby (SAP) v špecifikovanom referenčnom bode alebo rozhraní, určujúcim jednoznačne kde (obyčajne v protokolovom zásobníku) sa merajú udalosti (alebo sa vykonávajú iné merania). Pozri odporúčanie ITU-T X.290 [i.10].

**služba** (angl. **service**): schopnosť špecifickej vrstvy a nižších vrstiev poskytovať súbor funkcií k vyšším vrstvám

POZNÁMKA. - Príkladom vyšších vrstiev je aplikačná vrstva.

**prenosová kapacita** (angl. **transmission capacity**): maximálna dosiahnuteľná priepustnosť určená fyzickými charakteristikami prenosového média

POZNÁMKA. - Príkladmi fyzických charakteristík prenosového média sú prenosová kapacita, použitá modulácia a systém kódovania.

#### 3.2 Symboly

V dokumente sa používa symbol:

$\Delta t_d$  vopred definovaný merací časový interval



### 3.3 Skratky

V dokumente sa používajú skratky:

BMC	Broadcast/Multicast Control	riadenie vysielania alebo skupinového vysielania
CDF	Cumulative Distribution Function	kumulatívna distribučná funkcia
CPU	Central Processing Unit	centrálna procesorová jednotka
FDTT	Fixed Data Transfer Time	pevný čas dátového prenosu
FTP	File Transfer Protocol	protokol prenosu súboru
FTTX	Fiber To The X (of any type)	vlákno k X (akýkoľvek druh)
GGSN	Gateway GPRS Support Node	pomocný uzol sieťového prechodu GPRS
HDD	Hard Disk Drive	pevný disk
HSPA	High Speed Packet Access	paketový prístup s vysokou rýchlosťou
HTTP	HyperText Transfer Protocol	hypertextový prenosový protokol
IP	Internet Protocol	internetový protokol
ISO	International Organisation for Standardization	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
MAC	Medium Access Control	riadenie prístupu k prenosovému prostrediu
MSS	Maximum Segment Size	maximálna veľkosť segmentu
NAT	Network Address Translation	prevod sieťových adries
NP	Network Performance	výkonnosť siete
OSI	Open System Interconnection	prepojenie otvorených systémov
PCO	Point of Control and Observation	bod riadenia a merania
PDCP	Packet Data Convergence Protocol	protokol konvergencie dátových paketov
PEP	Performance Enhancement Proxy	zvýšenie výkonnosti sprostredkovacieho servera
PHY	PHYsical layer	fyzická vrstva
QoS	Quality of Service	kvalita služby
RAM	Random Access Memory	pamäť s náhodným prístupom
RLC	Radio Link Control	riadenie rádiového spoja
RRC	Radio Resource Control	riadenie rádiových prostriedkov
RTP	Real Time Protocol	protokol komunikácie v reálnom čase
RTSP	Real Time Streaming Protocol	protokol postupného sťahovania v reálnom čase
RTT	Round-Trip Time	časová slučka
SDP	Session Description Protocol	protokol opisu relácie
SIM	Subscriber Identity Module	účastnícky identifikačný modul
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	jednoduchý protokol na prenos pošty

SYN	TCP synchronise flag	synchronizačná návesť TCP
TCP	Transmission Control Protocol	protokol riadenia prenosu
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	protokol riadenia prenosu/internetový protokol
UDP	User Datagram Protocol	používateľský datagramový protokol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	univerzálny mobilný telekomunikačný systém
USB	Universal Serial Bus	univerzálna sériová zbernica

## 4 Všeobecné hľadiská merania priepustnosti

Ak sa meria priepustnosť, na výsledky merania majú vždy vplyv určité špecifické hľadiská protokolu. Uvažujú sa účel merania a príslušná meracia metodika, keď sa vyhodnocujú a porovnávajú namerané výsledky. Špecifický protokol použitý na vykonávanie merania môže mať vplyv na výsledky meraní. Osobitne, výsledky merania priepustnosti získané použitím jedného protokolu sa nemôžu všeobecne prevziať do iných protokolov. Napríklad vykonávanie meraní na aplikačnej vrstve v dvoch odlišných mobilných sieťach používajúce FTP a HTTP môže spôsobiť situáciu, kde jedna sieť produkuje lepšie výsledky merania FTP, zatiaľ čo iná produkuje lepšie výsledky HTTP.

### 4.1 Účel merania

Tri hlavné parametre charakterizujú skutočnú výkonnosť siete IP: oneskorenie, stratovosť paketov, prenosová kapacita.

Hlavnou príčinou merania priepustnosti je určenie využiteľnej časti prenosovej kapacity, ovplyvnenej oneskorením a stratovosťou paketov v rozličných službách. Z hľadiska používateľa je priepustnosť kľúčová výkonnosť meraná v určenej službe vnímanú používateľom na aplikačnej úrovni.

Je značný rozdiel medzi sieťovou priepustnosťou a priepustnosťou aplikačnej vrstvy, ktoré poskytujú údaje o výkonnosti siete (NP) a kvalite služby (QoS). Správne objasnenie rozličných výhľadov sa nachádza v článkoch 5.1 až 5.3 v TS 102 250-1 [i.1].

### 4.2 Rovnica priepustnosti

Priepustnosť sa môže vypočítavať podľa tejto rovnice:

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Amount Of Transferred Data}}{\textit{Duration}}$$

priepustnosť = množstvo prenesených dát/trvanie

Využiteľná prenosová kapacita IP je veľmi premenlivý stochastický parameter, ktorý sa mení z krátkodobého a dlhodobého hľadiska. Každé hľadisko hodnoty priepustnosti sa musí spoľahlivo evidovať; inak to môže viesť k nedorozumeniam.

### 4.3 Priepustnosť v rozličných vrstvách

Do prenosu paketu zasahuje mnoho protokolov. Priepustnosť je možné interpretovať na každej vrstve protokolového zásobníka. Pokiaľ z hľadiska používateľa je dôležitá len najvyššia vrstva protokolového zásobníka, z pohľadu prevádzkovateľa siete má svoj vlastný význam priepustnosť každej vrstvy protokolového zásobníka.

V závislosti od použitej vrstvy sa využívajú rozličné PCO. Jednotlivé výsledky merania je potrebné primerane spracovať. Koncept PCO je vysvetlený v článku 7.1 v TS 102 250-1 [i.1] a v článku 5.1 v TR 102 807 [i.9].

Na merania sieťovej priepustnosti, na porovnanie meraní aplikačnej vrstvy sú potrebné rozličné prostredia merania a tiež rozličné nástroje, aj keď rozličné vrstvy protokolu sú dostupné v ich vlastných referenčných bodoch. Vyberie sa protokolová vrstva a uvažujú sa špecifické hľadiská protokolu, ako je napríklad stabilný stav TCP. Na hodnotenie výkonnosti rozličných služieb vzhľadom na sieťové charakteristiky sa generuje zodpovedajúca prevádzka aplikácie a meria sa v sieti s "reálnou" celkovou prevádzkovou záťažou. Merania priepustnosti siete a merania

priepustnosti aplikačnej vrstvy sa nesmú miešať, aj keď obidve používajú protokoly služby, ako je FTP alebo HTTP.

<b>vrstva 7: aplikačná</b>	sieťový proces podľa aplikácie
<b>vrstva 6: prezentačná</b>	prezentácia dát, šifrovanie a dešifrovanie, prevod strojových dát na nestrojové dáta
<b>vrstva 5: relačná</b>	medzihostiteľská komunikácia
<b>vrstva 4: transportná</b>	spojenia medzi koncovými bodmi, spoľahlivosť a kontrola textu
<b>vrstva 3: sieťová</b>	určenie trasy a logické adresovanie
<b>vrstva 2: vrstva dátového spoja</b>	fyzické adresovanie
<b>vrstva 1: fyzická</b>	médiá, signál a binárny systém

**Obrázok 1 – Ideálny pohľad: ISO referenčný model OSI**

Na obrázku 1 je znázornený ISO referenčný model OS. Vzťah medzi priepustnosťami rozličných protokolových vrstiev je obyčajne takýto:

$$\text{Lower Layer Throughput} \geq \text{Higher Layer Throughput}$$

priepustnosť dolnej vrstvy  $\geq$  priepustnosť hornej vrstvy

POZNÁMKA 1. - Následkom záhlaví vyšších vrstiev sa môže obyčajne predpokladať, že priepustnosť nižšej vrstvy je väčšia ako priepustnosť vyššej vrstvy, napríklad t. j. ">" a nie "≥".

Aj keď každá nová začlenená vrstva zvyšuje záhlavie, množstvo prenesených dát potrebné práve na komunikáciu sa zvyšuje, efektívnosť protokolu sa znižuje:

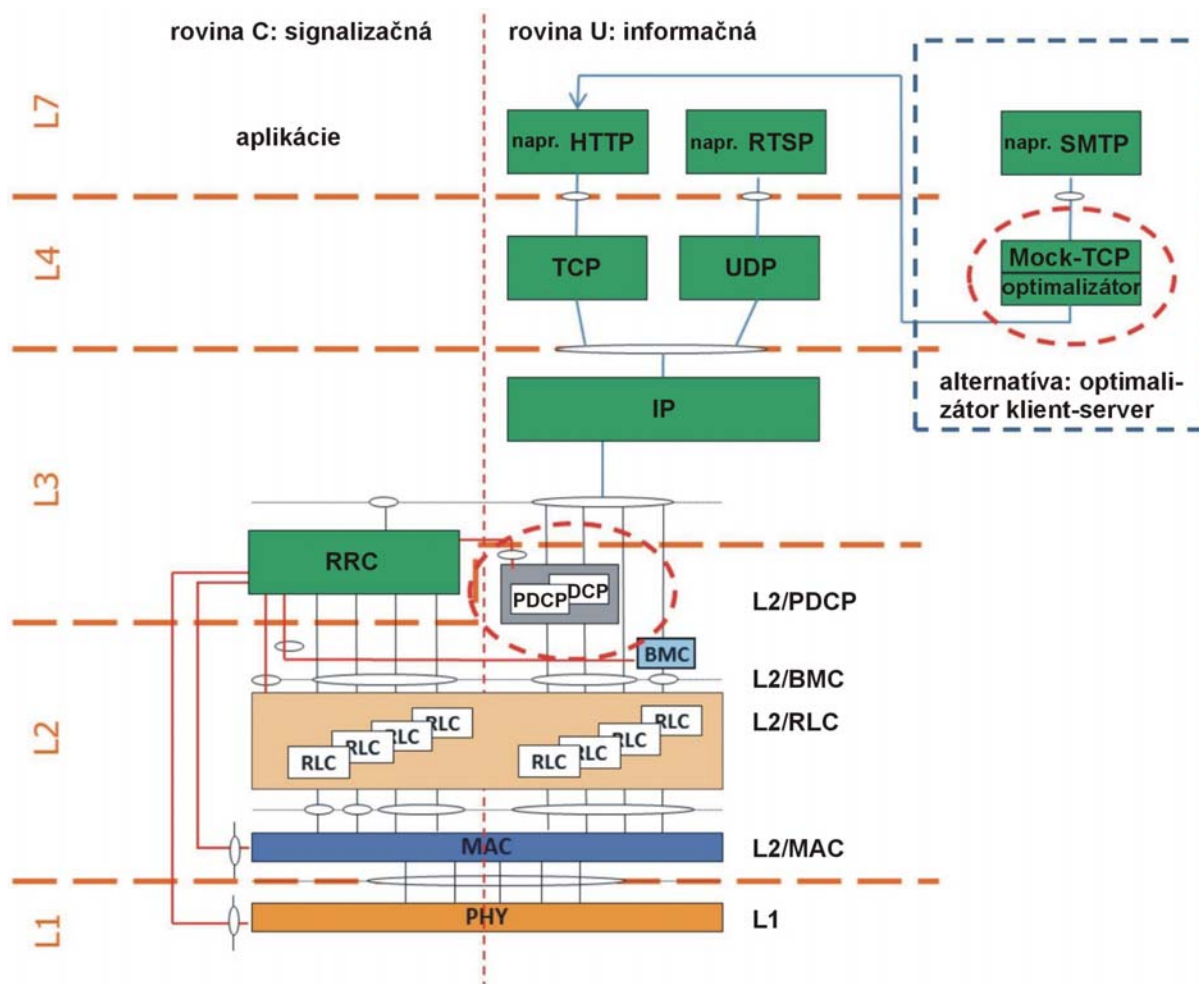
$$\text{Protocol Efficiency} = \frac{\text{Usable Traffic}}{\text{All Traffic}}$$

efektívnosť protokolu = využiteľná prevádzka/celá prevádzka

POZNÁMKA 2. - Ako bolo uvedené, horné vrstvy obsahujú záhlavia, ktoré pridávajú prevádzku a dodatočné dáta k prenášaným dátam, ktoré nie sú priamo dostupné alebo použiteľné pre používateľa.

POZNÁMKA 3. - V reálnej praxi existujú výnimky od stanovených pravidiel podľa obrázka 2 (reálny príklad). Určité protokoly, napríklad protokol konvergencie dátových paketov (Packet Data Convergence Protocol), sú

navrhnuté na zvýšenie efektivity protokolu v porovnaní s hornými vrstvami vykonávajúcimi kompresiu záhlavia s cieľom účinne využiť obmedzené rádiové zdroje. Iným príkladom je využitie optimalizačného/kompresného softvéru, ktorý môže modifikovať dáta používateľa v súlade so zvýšením vnímanej priepustnosti. V tomto prípade sa môže konštatovať, že priepustnosť dolnej vrstvy je vyššia ako priepustnosť hornej vrstvy.



**Obrázok 2 – Reálny príklad: protokolový zásobník UMTS (zjednodušený) s internetovými aplikáciami a možnou optimalizáciou**

Pohľad používateľa na priepustnosť komunikácie medzi koncovými bodmi je obvyčajne odlišný v porovnaní s pohľadom siete. V prostredí IP sa protokoly hornej vrstvy vykonávajú v koncových bodoch (napríklad v koncových zariadeniach), pokiaľ sieť vykonáva len transportnú funkciu obsahujúcu len protokoly dolnej vrstvy.

Koncový používateľ, ktorý je ovplyvnený celou trasou medzi koncovými bodmi, vrátane koncových zariadení, sa zaoberá s úplným protokolovým zásobníkom, zatiaľ čo sieť sa zaoberá len časťou trasy obsahujúcou len niekoľko protokolových vrstiev.

Hlásenie výsledkov meraní bez poskytovania informácie o obsiahnutej vrstve, o použítom protokole a o účele merania, napríklad o meranej sieti alebo aplikácii, môže viesť k chybným interpretáciám. Ďalej protokoly rôznych služieb využívajú základné transportné protokoly rôzne a musia sa zaznamenať. Ďalšie podrobnosti sú uvedené v článku 5.5.2.

V určitých skúšobných prostrediach sa služba nebude vyhodnocovať alebo sa nemôže vyhodnotiť spúšťacími bodmi definovanými práve na jednej vrstve. Začiatkové a ukončovacie spúšťacie body môžu byť napríklad na rozličných vrstvách, alebo je potrebné ich namapovať do iných vrstiev. Napríklad ak sa využíva sprostredkovací server na zlepšenie výkonnosti PEP (Performance Enhancement Proxy), mapovanie spúšťacích bodov môže odkazovať na bod medzi sieťou a aplikačnou vrstvou, najčastejšie transportnou vrstvou. Podrobný pohľad na ovplyvňovanie PEP sa nachádza v článku 4.2.1 v TS 102 250-2 [i.2].

#### 4.4 Priepustnosť v rozličných referenčných bodoch

Z hľadiska používateľa je dôležitá dostupná priepustnosť na strane koncového používateľa. Táto metrika môže byť celkom rozdielna, ak sa použije v akomkoľvek inom bode siete.

Napríklad v prípade TCP je spojenie ukončené v dvoch určených bodoch z hľadiska používateľa. Napríklad PC prevádzkujúce webové vyhľadávanie, ktoré je prístupné na vzdialenom webovom serveri. Z hľadiska siete je možné nájsť mnoho vložených spojení a omnoho viac koncových bodov, napríklad smerovače a firewally. Rozličné charakteristiky týchto spojení TCP (prevádzka, rýchlosť opakovaného prenosu) spôsobia rozličné priepustnosti.

Vykonávanie meraní sieťovej priepustnosti proti týmto koncovým bodom (cieľoví hostitelia) pomôže nájsť slabé miesta v sieti alebo porovnať rozličné agregáčny body IP v služobnom spoji. Príkladom možného scenára merania na skúšanie výkonnosti rozličných GGSN môže byť meranie dosiahnuteľnej prenosovej kapacity TCP proti serveru FTP umiestnenom na rozhraní Gi v GGSN. Iným scenárom merania môže byť skúška výkonnosti firewallov alebo NAT, alebo nástrojmi L3-L7 na hĺbkovú inšpekciu paketu v služobnom spoji umiestnením servera FTP pred tieto zariadenia a za tieto zariadenia a porovnanie výsledkov merania. Výsledky merania pre rozličných cieľových hostiteľov na rozličných logických miestach v sieti sa nemôžu sčítať.

#### 4.5 Aktívne a pasívne meranie

Aktívne meranie generuje špecifickú prevádzku na sieti počas skúšky a zvyčajne využívané na prístupovej úrovni. Pasívne meranie zaznamenáva "živú" prevádzku na určených bodoch siete. Tento druh merania sa obyčajne využíva v chrbticovej sieti.

Je ťažké vypočítať dosiahnuteľnú priepustnosť na používateľa zo zaznamenatej „živej“ prevádzky v chrbticovej sieti. Pri takýchto pasívnych meraniach je napríklad neznáme, či používateľ nechcel generovať alebo negeneroval väčšiu prevádzku na prístupovej strane následkom technických obmedzení aplikácií klientom. Správanie používateľa nie je predvídateľné, ale má priamy vplyv na vypočítanú priepustnosť.

Ak sa použije aktívne meranie na určenie kapacity chrbticového spoja s požiadavkami maximálnej dosiahnuteľnej priepustnosti, má sa brať do úvahy, že na chrbticovom spoji existuje obyčajne ďalší používateľ alebo signalizačná prevádzka. V takomto prípade aktívne meranie bude merať priepustnosť, ktorá je dosiahnuteľná so zostávajúcimi (voľnými) sieťovými kapacitami ešte nepridelenými k iným prostriedkom/prevádzke.

Všeobecne sa aktívne merania priepustnosti vykonávajú na prístupovej strane siete generovaním prevádzky vzhľadom na saturovanú dostupnú prenosovú kapacitu. V chrbticovej sieti sú bežnejšie pasívne merania priepustnosti.

#### 4.6 Generovanie záťaže pri aktívnom meraní priepustnosti IP

Z pohľadu koncového používateľa existuje niekoľko spôsobov na vyhodnotenie priepustnosti v sieti IP. Najčastejšie sa priepustnosť siete IP meria na základe UDP alebo TCP, pretože sa nemôže merať priamo na vrstve 3. Generovanie príslušnej prevádzky v sieťach IP sa obyčajne vykonáva

použitím TCP, pretože väčšina aplikácií na prenos dát v súčasnosti používa tento protokol. Na merania priepustnosti sa tiež používa UDP, aj keď nameraná priepustnosť UDP predstavuje horné medze priepustnosti TCP v prípade, že pakety IP sú v rovnakej kategórii QoS.

TCP bolo navrhnuté na prispôsobenie sa skutočnej prenosovej kapacity IP a na zamedzenie nepriechodnosti, preto koncové TCP poskytuje mechanizmy, ako sú napríklad pomalý štart, rýchle opakovanie vysielania a rýchla obnova. TCP neustále monitoruje aktuálny RTT a stratovosť paketov a používa ich na optimalizáciu využitia prenosovej kapacity. Na nastavenie a vyhodnotenie merania sa musia stanoviť špecifické hľadiská mnohých protokolov vzhľadom na TCP, také ako napríklad:

- parametre zásobníka TCP/IP;
- ustálený stav TCP;
- RTT;
- strata paketov.

Uvedené činitele ovplyvnia dosiahnuteľnú priepustnosť. Ďalšie informácie ohľadne parametrov zásobníka TCP/IP sú uvedené v TR 102 607 [i.7].

Ak sa hovorí o priepustnosti, predpokladá sa ustálený stav, t. j. že mechanizmus riadenia nepriechodnosti TCP má dostatočný čas na prispôsobenie sa aktuálnej kapacite siete.

Obyčajne ustálený stav priepustnosti sám odráža priepustnosť TCP, ktorú môže dosiahnuť z dlhodobého hľadiska, v dosiahnutom čase, ktorý je tiež dôležitý. Na hodnotenie, ako rýchlo používatelia môžu pristúpiť k sieťovým prostriedkom, sa odporúčajú merania s malými súbormi, pretože pomalý štart TCP má silnejší vplyv v porovnaní s veľkými súbormi.

Všeobecnejším spôsobom generovania prevádzky TCP je použitie FTP alebo HTTP. V prípade vyhodnotenia dosiahnuteľnej priepustnosti nie je zámerom vyhodnotenie služby, t. j. služba sa používa na generovanie prevádzky, ale treba brať do úvahy, že iné sieťové špecifické hľadiská môžu ovplyvniť dosiahnuteľnú priepustnosť v rôznych službách a dosiahnuteľnú priepustnosť IP, takú ako napríklad:

- smerovanie závislé od protokolu;
- priepustnosť vložených uzlov, napríklad:
  - PEP;
  - NAT;
  - firewally.

Ak generátor prevádzky, napríklad určitý server FTP, je schopný vyslať dátové pakety s vyššou rýchlosťou ako sieť môže preniesť, rozdiel medzi rôznymi protokolmi aplikačnej vrstvy je zanedbateľný za predpokladu, že každý analyzátor vrstvy 7 použitý v sieti analyzuje pakety rovnakou rýchlosťou a TCP dosiahol ustálený stav. Napríklad ak TCP dosiahol stacionárny stav, všetky služby IP používajúce TCP ako transportnú službu musia poskytovať približne rovnaké výsledky. To nemusí byť nevyhnutne pravdivé, ak sa na internete používajú kategórie QoS a v prístupových sieťach (mobilnej, xDSL, FTTH) sa priradia služby k rozličným kategóriám služby, na ktoré sa môžu definovať špecifické kategórie. Vzhľadom na to sa musí pozorne vybrať protokol použitý na meranie dosiahnuteľnej priepustnosti IP v špecifickej kategórii služby, napríklad FTP pri prevádzke na pozadí, HTTP pri interaktívnu prevádzke a RTP pri prevádzku v reálnom čase.



V prípade UDP je meranie priamočiarejšie, pretože UDP nepoužíva žiadne mechanizmy na riadenie priepustnosti, ako je to v TCP: vysielač vyšle pakety bez akéhokoľvek hodnotenia schopností vloženej siete alebo prijímača, t. j. vysielač sa neprispôsobí aktuálnej prenosovej kapacite a meranie len počíta prijaté bajty.

Z pohľadu skúšobnej metodiky sa musí vybrať pozorne vysielač rýchlosť paketov a má byť vyššia ako očakávaná dosiahnuteľná prenosová kapacita skúšanej siete. Tiež sa musí brať do úvahy očakávaná stratovosť paketov.

Hoci meranie UDP poskytuje veľmi dobrý odhad priepustnosti IP, ak meranie je veľmi dobre navrhnuté, neposkytuje žiadny odhad priepustnosti TCP. Príčinou je, že sa nemeria RTT a stratovosť paketov a neuvažuje sa žiadna prevádzka a funkcie riadenia nepriechodnosti. Navyše, sieťové prvky, ako sú formátovač prevádzky alebo tvarovač, obyčajne vyradením paketov ovplyvnia len prevádzku TCP, ale nie prevádzku UDP.

#### 4.7 Porovnanie metód "best effort" proti "windowed"

V nasledujúcich článkoch sú uvedené a porovnané v dvoch príkladoch metódy "best effort" a "windowed".

##### 4.7.1 Metóda "best effort"

Metóda "best effort" je najvhodnejšia metóda na dosiahnutie maximálnych meracích vzoriek kvôli pevnej veľkosti skúšobného súboru v danom čase. Meracie lokality/oblasti s vyššou dosiahnuteľnou priepustnosťou poskytujú viac meracích vzoriek ako tie s nižšou dosiahnuteľnou priepustnosťou, čo skresľuje priemernú hodnotu nameranej rýchlosti všetkých vzoriek.

Ak je možné v dátových prenosoch použiť metódu "best effort", meranie sa vykonáva v reálnom čase. Počet prenosov závisí od dátovej prenosovej rýchlosti, pretože množstvo prenášaných dát je konštantné (neuvažujú sa opakované prenosy).



Obrázok 3 – Metóda "best effort"

Obrázok 3 znázorňuje metódu „best effort“. Meria sa počet následných prenosov, ale nie všetky prenosy majú rovnaké trvanie.

##### 4.7.2 Metóda "windowed"

Pri použití metódy "windowed" sa prenosy dát vykonávajú v meracích oknách s vopred definovanou dĺžkou. Počet prenosov je konštantný a prenášané množstvo dát na prenos závisí od dátovej rýchlosti.



Obrázok 4 – Metóda "windowed"

Obrázok 4 znázorňuje metódu „windowed“. Tu je možné vidieť, že všetky prenosy majú rovnaké trvanie, napríklad konfigurovanú veľkosť okna.

Metóda "windowed" najlepšie vyhovuje na meranie siete, v ktorej sa dosahuje výkonnosť siete pravidelným vzorkovaním. Ak je vzorkovanie pravidelné v časovej oblasti, môže sa dosiahnuť približne pravidelné geografické vzorkovanie vykonávania skúšok, napríklad skúškou s nízkou, ale konštantnou rýchlosťou. Priemerná hodnota všetkých nameraných prenosových rýchlostí bude lepšie odrážať priemernú predpokladanú rýchlosť za predpokladu, že používatelia používajú sieť v náhodných lokalitách.

Ako v reálnej sieti využitie nie je náhodné alebo rovnomerne distribuované, v oblasti s geograficky distribuovanou prevádzkou sa má stanoviť priemerná hodnota rýchlosti, ktorá lepšie odráža skúsenosť používateľa.

Vzhľadom na uvedené závery a špeciálne na splnenie všeobecnej požiadavky na mnohé merania QoS, je potrebné obmedziť a pravidelne spracovávať individuálne meracie úlohy. TR 102 678 [i.8] opisuje koncept parametrov QoS pevného dátového času prenosu (FDDT-QoS) pri dátových meraniach špeciálne pri dátových prenosoch FTP a HTTP.

POZNÁMKA. - Metóda "windowed" sa nemôže použiť na určenie poruchovosti platných relácií v použitých službách, pretože po určitom čase je prerušený dátový prenos.

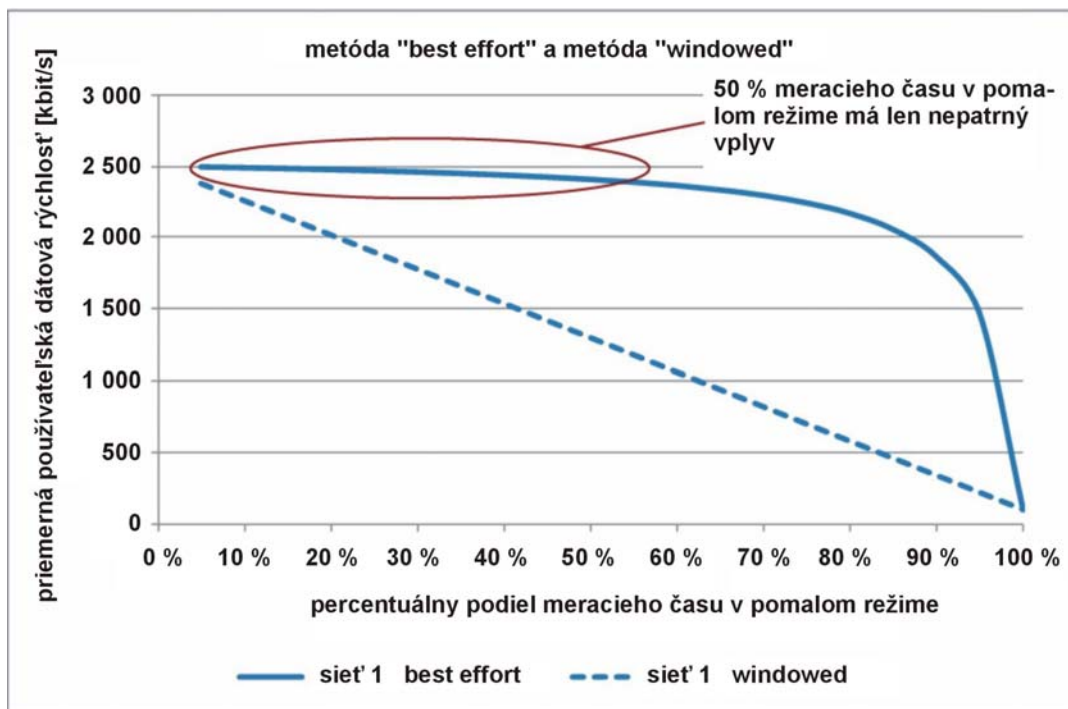
#### **4.7.3 Pôsobenie systémovej chyby s metódami "best effort" a "windowed"**

S metódou "best effort" merané lokality/oblasti s vyššou dosiahnuteľnou priepustnosťou prispievajú viacerými meracími vzorkami ako tie s nižšou dosiahnuteľnou priepustnosťou. "Pomalé" vzorky majú práve mierny vplyv na priemernú používateľskú dátovú rýchlosť, vypočítanú zo všetkých meracích vzoriek.

S metódou "windowed" merané lokality/oblasti s vyššou dosiahnuteľnou priepustnosťou prispievajú rovnakým spôsobom ako tie s nižšou dosiahnuteľnou priepustnosťou.

#### 4.7.4 Prvý príklad

Obrázok 5 znázorňuje príklad porovnávajúci metódu "best effort" a "windowed" jednej siete.



Obrázok 5 – Porovnanie metód "best effort" a "windowed"

Na zjednodušenie sa predpokladá sieť poskytujúca len dve určené rýchlosti: 100 kbit/s a 2 500 kbit/s (napríklad EDGE a HSPA). Graf znázorňuje priemernú hodnotu používateľskej dátovej rýchlosti vypočítanú z (virtuálnych) meraní v tejto sieti s určitým percentuálnym podielom času merania  $x$  v "pomalom" režime (100 kbit/s) a  $(1-x)$  v "rýchlom" režime (2 500 kbit/s).

Komentáre k výsledkom:

- s metódou "best effort" pomalé časti siete ovplyvnia priemernú používateľskú dátovú rýchlosť významným spôsobom, ak viac ako polovicu času sa strávilo v "pomalom" režime;
- s metódou "windowed" pomalé časti siete ovplyvnia priemernú používateľskú dátovú rýchlosť úmerne času strávenému v pomalom režime.

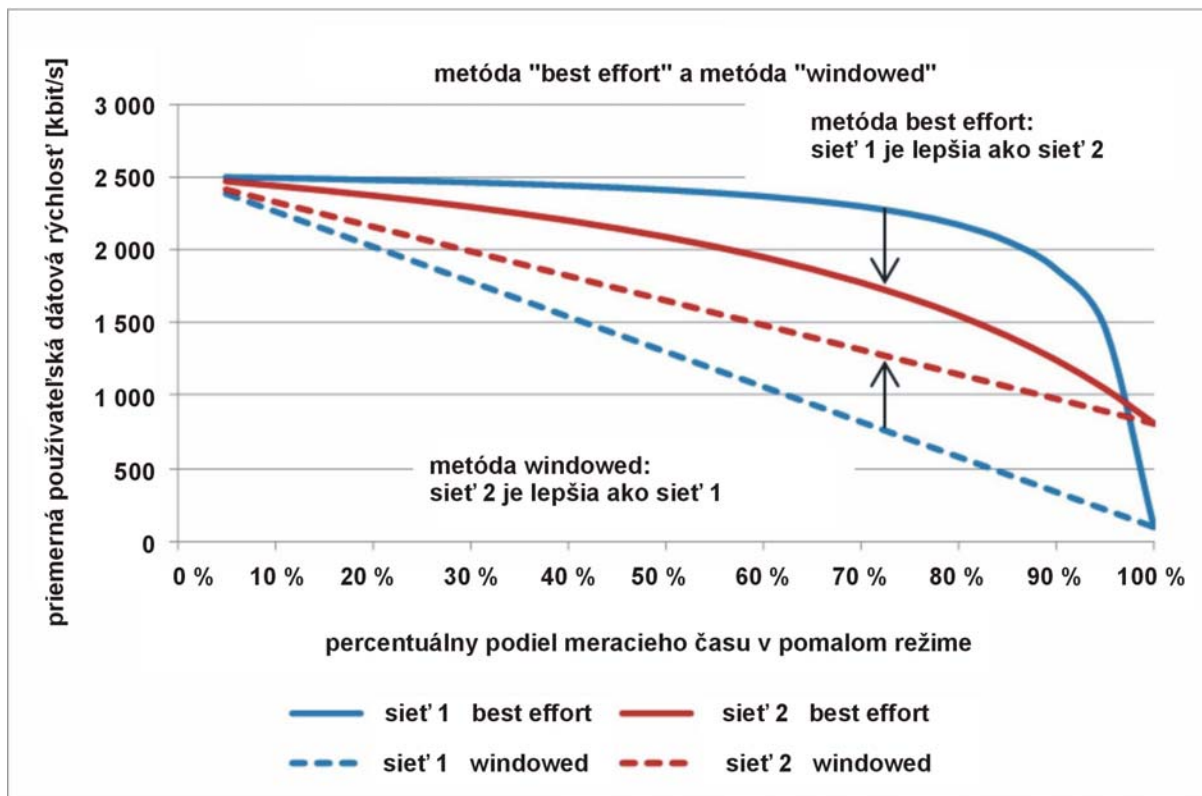
#### 4.7.5 Závery z prvého príkladu

S metódou "best effort" priemerná používateľská dátová rýchlosť v sieťach poskytujúcich "strednú" a "vysokú" dátovú rýchlosť (napríklad sieť 3G) môže byť nižšia ako priemerná používateľská dátová rýchlosť nameraná v sieťach poskytujúcich "pomalú" a "vysokú" dátovú rýchlosť (napríklad sieť 2G/3G).

Príčina je, že ak obidve siete sú vo "vysokom" rýchlostnom režime v rovnakom trvaní, väčší počet vzoriek "strednej" rýchlosti zozbieraných v zostávajúcom čase merania z jednej siete prispieva viac k priemernej hodnote ako menší počet "pomalých" vzoriek rýchlosti v inej sieti.

#### 4.7.6 Druhý príklad

Druhý príklad porovnáva metódy "best effort" a "windowed" v dvoch sieťach, podľa obrázka 6.



Obrázok 6 – Porovnanie metód v dvoch sieťach s rozličnými rýchlosťami

Na zjednodušenie sa predpokladá rovnaká sieť (1) ako predtým, poskytujúca len dve určené dátové rýchlosti: 100 kbit/s a 2 500 kbit/s (napríklad sieť s EDGE a HSPA). Druhá sieť (2) sa predpokladá tiež len s dvomi dátovými rýchlosťami: 800 kbit/s a 2 500 kbit/s (napríklad len HSPA).

Graf znázorňuje priemernú hodnotu používateľskej dátovej rýchlosti vypočítanú z (virtuálnych) meraní v týchto sieťach s určitým percentuálnym podielom času merania x v "pomalom" režime (100 kbit/s sieť 1 a 800 kbit/s sieť 2).

Komentáre k výsledkom:

- metóda "best effort" je znázornená v rovnakom časovom úseku a rovnakých dátových rýchlostiach v oboch sieťach; sieť 2 má úplné pokrytie 3G HSPA a je vyhodnotená horšie ako sieť 1 s pokrytím EDGE/HSPA;
- s metódou "windowed" je sieť 2 vyhodnotená lepšie ako sieť 1.

#### 4.7.7 Závery z druhého príkladu

Metóda „best effort“ je všeobecná a najčastejšia na hodnotenie parametrov kvality služby medzi koncovými bodmi. Veľkou výhodou je skutočnosť, že skúšobné prípady zamerané na koncového používateľa sa môžu vytvárať jednoducho, napríklad stiahnutím súboru alebo webovej stránky s typickým obsahom. Metóda "best effort" je najvhodnejšia metóda na skúšanie osobitných služieb (webové vyhľadávanie, webové sídla so spoločným využívaním videa, email a pod.).

S metódou sa musí pracovať s upozornením, že vymedzuje merania "best effort" a používateľskú skúsenosť, alebo práve očakáva výkonnosť iných služieb ako meraných. Metóda "windowed" sa

použije v dodatku k metóde "best effort" týkajúceho sa hodnotenia celkovej výkonnosti siete a vymedzenia na očakávanú celkovú používateľskú skúsenosť nezávislú od služby.

#### 4.7.8 Kombinácia metód "best effort" a "windowed"

Existuje možnosť kombinovať implementáciu metódy "best effort" a neustrannosť metódy "windowed" použitím "windowing" alebo "time binning" k dátam zbieraným z najúčinniejšieho merania best effort. Sú možné obidve metódy nadvzorkovania a podvzorkovania, až kým sa dosiahne uloženie množstva sťahovaných dát v intervale určitého časového okna.

POZNÁMKA. – Iný spôsob kombinovania výhody "vyhovujúceho výpočtu" s "významnými dátovými rýchlosťami" a "chybovosťami služby" metódy „best effort“ sa dosiahne spriemerovaním dosiahnutých časov prenosov a opakovane vypočítanej priemernej priepustnosti z priemerného času prenosu snímaného v zmysle nastaveného priemeru. Tiež pozri odkaz na článok 6.1.

#### 4.8 Horné medze na merania priepustnosti TCP

V mnohých prípadoch sa môže odhadovať maximálna dosiahnuteľná priepustnosť. Napríklad maximálna priepustnosť TCP na logickej zásuvke je obmedzená nasledovným vzťahom:

$$\textit{Throughput} \leq \frac{\textit{TCP Receive Window Size}}{\textit{RTT}}$$

priepustnosť ≤ veľkosť prijímacieho okna TCP/RTT

Tento vzorec odráža tvrdenie, že na jednej logickej zásuvke nemôže byť väčšia nepotvrdená prevádzka v sieti, ako je maximálna veľkosť prijímacieho okna TCP. Ďalšie podrobnosti sa nachádzajú napríklad v RFC 793 [i.11], RFC 1323 [i.12] a RFC 3481 [i.13].

Lepší odhad stabilnej priepustnosti TCP na logickú zásuvku sa môže získať z oneskorenia, stratovosti paketov a znalosti postupov zamedzenia nepriechodnosti. V nasledujúcom vzťahu, je MSS platná s maximálnou veľkosťou segmentu a  $P_{\text{loss}}$  je platná s pravdepodobnou stratovosťou paketu. Ďalšie podrobnosti sú uvedené v dokumente [i.14].

$$\textit{Throughput} < \frac{\textit{MSS}}{\textit{RTT} \sqrt{P_{\text{loss}}}}$$

priepustnosť < (MSS/RTT ( $P_{\text{loss}}$ )<sup>1/2</sup>)

---

## 5 Hľadiská meracieho prostredia

### 5.1 Hardvér klient/server

Akýkoľvek hardvér použitý na vykonávanie meraní priepustnosti môže mať vplyv na celkové výsledky ovplyvňujúce dosiahnuteľnú priepustnosť. To je obzvlášť pravdivé s použitím meracieho systému, vrátane akéhokoľvek hardvéru na strane klienta a servera.

V závislosti od použitých hardvérových a softvérových prvkov meracieho systému množstvo meraných dát môže meranie priepustnosti ovplyvniť. Tieto sú zaznamenané na pamäťovom médiu. Extrémna priepustnosť môže spôsobiť vysoké zaťaženie CPU, ako aj vysoké zaťaženie CPU môže mať vplyv na maximálnu dosiahnuteľnú priepustnosť. Každý hardvérový prvok (CPU, pevný disk, matičná doska a pod.) môže ovplyvniť celkovú výkonnosť meracieho systému.

Použitý merací systém musí poskytovať prostriedky vysielania, zberu a ukladania všetkých dôležitých nameraných údajov, vrátane súvisiacich prihlasovacích dát samotného systému, spoľahlivým spôsobom.

V prípade pasívnych meraní úložné médium, rýchlosť pamäte alebo veľkosť meracieho zariadenia obmedzujú množstvo dát, ktoré sa môže uložiť počas získavania dát.

V prípade aktívnych meraní vysielanie alebo sťahovanie dát obvyčajne viac obmedzí IO ako CPU. Napríklad ak sa hodnota priepustnosti blíži k rýchlosti pevného disku, celé vysielanie alebo sťahovanie sa môže spomaliť, pretože je obmedzené rýchlosťou pevného disku.

V tomto scenári môže byť možným riešením zamedzenie zápisu akéhokoľvek prijatého súboru na pevný disk na strane klienta alebo servera. Prirodzene, ak vysielateľ nemôže vyslať dáta s dostatočnou rýchlosťou, to sa musí riešiť predtým, ako sa začne vykonávať akékoľvek meranie. V sieťach s vysokou dátovou rýchlosťou môže riešiť tento problém zaznamenávanie meracích súborov v pamäti (disky RAM).

**POZNÁMKA.** – Na prekonanie obmedzení IO inou možnosťou je znížiť množstvo dát zapísaných na pevný disk vypustením alebo celkovým vypnutím určitých prihlasovacích informácií, ak merací systém umožní takúto optimalizáciu. Špeciálne sú prípady, kde sú obsiahnuté sprostredkovacie servery zlepšujúce výkonnosť (PEP, tiež nazývané akcelerátory) a sú použité spolu so zlepšením výkonnosti klienta, ktorý je súčasťou meracieho systému, sledovanie TCP sa obvyčajne vypína. Príčinou toho je, že tieto softvérové prvky často implementujú spôsoby optimalizácie a šifrovania protokolu, čím sa stávajú záznamy TCP nepotrebné vzhľadom na vyhodnotenie priepustnosti podľa definícií uvedených v TS 102 250-2 [i.2].

Inou možnosťou, v prípade, že sa počas merania očakávajú hodnoty vysokej priepustnosti, je použitie niekoľkých úložných médií na distribúciu aktivity pevného disku. V tomto scenári sa jeden pevný disk môže použiť na uloženie prijatých dát, zatiaľ čo iný pevný disk sa môže použiť na uloženie prihlasovacích informácií samotného miestneho meracieho systému. Ďalšie informácie vzhľadom na požiadavky na meracie zariadenie kvality služby sa nachádzajú v TS 102 250-4 [i.4], kde sú definované minimálne požiadavky na meracie zariadenie QoS na digitálne rádiové siete. Hodnotenie parametrov QoS, definované v TS 102 250-2 [i.2], sa musí vykonať podľa postupov definovaných v TS 102 250-3 [i.3].

### 5.2 Operačný systém

V závislosti od platformy a operačného systému meracieho systému sa môže zásobník TCP/IP implementovať s rozdielnymi dostupnými nastaveniami TCP. Rozličná parametrizácia má vplyv na správanie zásobníka TCP/IP a na priepustnosť. Používa sa na platformu PC ako aj mobilné platformy, napríklad inteligentné telefóny.

Prevádzkovatelia siete často poskytujú špecifické riadiace programy na operačné systémy alebo pre účastníka upravený pripojovací softvér, nazývaný *called dashboard*. Okrem ponúkajúceho jednoduchého spôsobu zriadenia a udržiavania internetového spojenia pre účastníka prevádzkovateľa siete tento softvér často prispôsobuje implementáciu zásobníka TCP/IP k systému používateľa vzhľadom na sieť prevádzkovateľa. Ak sa použije softvér *called dashboard* ako súčasť meracieho systému, priepustnosť sa môže ovplyvniť následkom zmien vykonaných v zásobníku TCP/IP, ako aj dodatočne generovanou prevádzkou. Môže to byť prevádzka súvisiaca s komentármi v softvéri riadiacej jednotky na prenos používateľských dát medzi klientom a serverom prevádzkovateľa.

Ďalšie podrobnosti a príklady zmien všeobecne aplikované takýmto softvérom sú v TR 102 607 [i.7].

### 5.3 Zlepšenie výkonnosti sprostredkovacích serverov

Na aplikačnej úrovni je možné zlepšiť výkonnosť vnímanú z pohľadu používateľa zástupným serverom zdokonaľujúcim výkonnosť (PEP, tiež nazývanými akcelerátormi alebo rýchlostnými sprostredkovacími servermi).

Existuje mnoho riešení ako zrýchliť prenos, jedným je zníženie signalizačného času použitím trvalých logických zásuviek. Inou metódou je zníženie množstva bajtov, ktoré je potrebné preniesť vzhľadom na zníženie času potrebného na stiahnutie obsahu. Na výpočet priepustnosti sa musia použiť reálne sťahované dátové bajty namiesto očakávaného počtu bajtov.

Ďalšie informácie a pravidlá použiteľné ohľadom sprostredkovacích serverov na zdokonalenie výkonnosti sa nachádzajú v TS 102 250-2 [i.2], článok 4.2.1.

### 5.4 Spoločne využívané médium

Ak sa použije spoločne využívané médium, aktívne meranie znázorňuje dosiahnuteľnú priepustnosť pre (N+1) používateľov využívajúcich médium, pretože samotné aktívne meranie ovplyvňuje dosiahnuteľnú priepustnosť iných. Význam tohto faktu je väčší, ak prístupová sieť nadobúda nepriechodnosť, pretože sa vykonáva meranie. Prevádzka generovaná meraním musí byť najnižšia možná časť celej prevádzky v súvisiacej geografickej oblasti/média.

POZNÁMKA. – Musí sa zaznamenať záťaž buniek. Ďalej sa musí uvažovať, že v reprezentatívnom meraní sa musia zahrnúť do merania reprezentatívne oblasti, napríklad kombinácia mestských a prímestských oblastí.

### 5.5 Porovnanie celej prevádzky a filtrovanej prevádzky

#### 5.5.1 Používateľská prevádzka

V tomto pracovnom rámci zameranie na QoS spočíva z hľadiska používateľa na úplnom posudzovaní medzi koncovými bodmi. O tom sa tiež podrobne píše v článku 5 "QoS Background" v TS 102 250-1 [i.1].

Uvedené konštatovanie tiež inštruuje presne o vykonávaní merania priepustnosti medzi koncovými bodmi. Používateľ obvyčajne pristupuje k jednej špecifickej službe IP použitím určeného zariadenia (napríklad dátovej karty alebo dátového kľúča USB) a zameriava sa na výkonnosť tejto špecifickej služby. Paralelne pri využívaní tejto služby používateľské zariadenie môže tiež generovať inú prevádzku IP, ktorá ovplyvní výkonnosť skúšanej špecifickej služby.

Hlavný rozdiel je medzi QoS z pohľadu používateľa a z hľadiska výkonnosti siete. QoS z pohľadu používateľa poskytuje informáciu o kvalite medzi koncovými bodmi na základe služby, kde sieťová výkonnosť odráža technickú prevádzkyschopnosť telekomunikačných systémov, napríklad prvkov siete a koncových zariadení alebo častí siete.

Vzhľadom na to je pred plánovaním meraní priepustnosti nutné odpovedať na otázku, či sa musí merať úplná prenosová kapacita kanála/spojenia alebo len jedna služba.

Ak je zámerom merať úplnú prenosovú kapacitu, pri výpočte priepustnosti sa musí uvažovať každý dátový paket. Inak, ak sa skúša len jedna služba, musí sa zaistiť, že prevádzka IP generovaná skúšanou službou nie je ovplyvnená akoukoľvek inou prevádzkou, napríklad používateľom alebo použitým meracím zariadením.

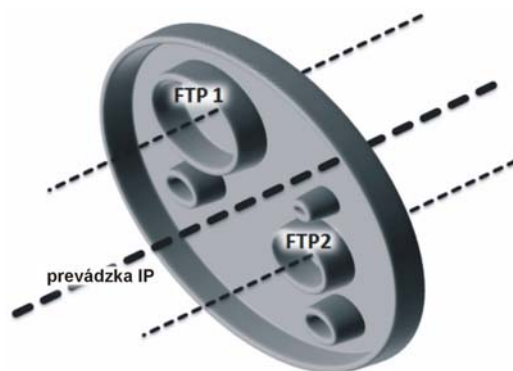
### 5.5.2 Viacnásobne zret'azené aplikácie

Existujú služby, ktoré používajú na prenos dát viac ako jednu samostatnú logickú zásuvku, aby sa dosiahlo lepšie využitie siete. Použitím viacnásobných logických zásuviek dochádza k vyššiemu spoločnému využívaniu dostupnej prenosovej kapacity, teda narastá efektivita spojenia. Tieto služby obyčajne implementujú niekoľko spojov na vysielanie alebo prijímanie dát paralelne cez určené dátové logické zásuvky. Teda, počet použitých dátových logických zásuviek počas prenosu môže mať vplyv na výkonnosť služby a zodpovedajúcu priepustnosť. Ďalej, v sieťach s vysokým RTT alebo vyššou stratovosťou paketov použitie viacerých logických zásuviek môže dosiahnuť lepšiu priepustnosť aplikačnej vrstvy.

Napríklad počas internetového vyhľadávania aplikácia webového vyhľadávača obyčajne využíva paralelne niekoľko logických zásuviek na sťahovanie špecifických častí webovej stránky. Maximálny počet súbežných logických zásuviek závisí od implementácie internetového vyhľadávača. Ak sa porovnávajú výsledky merania, musí sa uvažovať maximálny možný počet logických zásuviek a počet logických zásuviek skutočne použitých počas merania.

Iným príkladom služby využívajúcej niekoľko dátových logických zásuviek je aplikácia FTP, ktorá umožňuje prenášať špecifické časti jedného súboru paralelne alebo aplikácie implementované pre klientov RTP s postupným sťahovaním.

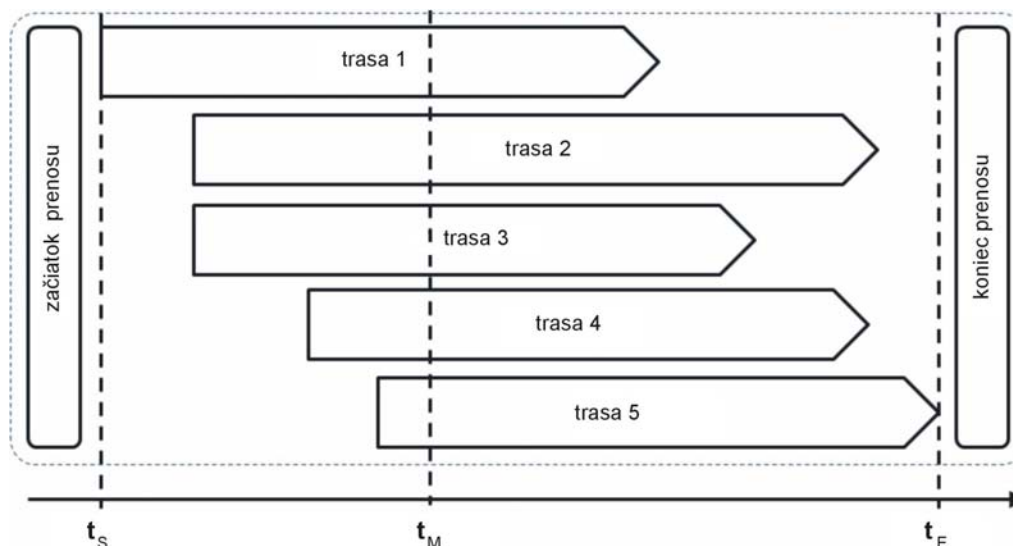
Vzhľadom na merania priepustnosti to znamená, že hodnoty priepustnosti namerané na určitú službu na aplikačnej vrstve sa nemôžu priamo porovnať, pretože výsledky merania môžu značne závisieť od konfigurácie použitej služby. Obrázok 7 znázorňuje aplikáciu FTP využívajúcu dve dátové logické zásuvky.



**Obrázok 7 – Viacnásobne zret'azená prevádzka FTP s prevádzkou IP**

Príklad meranej priepustnosti FTP v aplikácii FTP konfigurovanú s použitím troch dátových logických zásuviek môže poskytovať rozdielne hodnoty priepustnosti v porovnaní s vykonávaným meraním s použitím rovnakej aplikácie konfigurovanej na použitie len jednej logickej zásuvky. Určité možné príčiny tohto rozdielu sú napríklad obmedzenie prístupovej siete, nesprávne parametre tvarovania, vysoké RTT alebo pravdepodobnosť vysokej stratovosti paketov.





POZNÁMKA. – Používatelia sa zaujímajú o priepustnosť dosiahnutú v čase  $t_E - t_S$ , zatiaľ čo prevádzkovatelia sa môžu tiež zaujímať o okamžitú maximálnu priepustnosť dosiahnutú v čase  $t_M$ .

**Obrázok 8 – Príklad sťahovania viacnásobného zreťazenia prevádzky**

Vzhľadom na viacnásobne zreťazenú priepustnosť sa môžu stanoviť rozličné metódy, ktoré sú znázornené na obrázku 8. Z pohľadu prevádzkovateľa/poskytovateľa prístupu je dôležitá maximálna priepustnosť alebo priemerná priepustnosť, ak sú vybrané všetky logické zásuvky a generujú prevádzku. Z pohľadu používateľa je zaujímavá priemerná priepustnosť, pokiaľ sú vybrané akékoľvek logické zásuvky a generujú prevádzku, čo znamená, že prenos stále prebieha.

POZNÁMKA. – Musí sa zaznamenať, koľko logických zásuviek sa použilo na prenos obsahu.

### 5.5.3 Agregovaná prevádzka

Z pohľadu siete celá prevádzka generovaná v sieti sa môže považovať za základ na meranie priepustnosti. Prevádzkovateľ siete sa môže tiež zaujímať o priepustnosť agregovanej prevádzky generovanej len jedným špecifickým druhom služby, napríklad webové vyhľadávanie HTTP, ale všetkými používateľmi.

## 6 Celkové plánovanie a vyhodnotenie prevádzky

Musí sa stanoviť rozsah štatistických hľadísk, ak sa plánujú a vyhodnocujú merania priepustnosti. V nasledujúcich článkoch sa píše o určitých najdôležitejších hľadiskách, ako je poskytovanie informácií na plánovanie a vyhodnotenie merania.

### 6.1 Merania priemernej dátovej rýchlosti u používateľa oproti priemernému času prenosu

Dátová rýchlosť sa môže vypočítať meraním času prenosu definovaného množstva dát alebo meraním množstva dát prenesených v definovanej časovej perióde. V oboch prípadoch sú rovnaké štartovacie a ukončovacie spúšťacie body. Pri jednom meraní sa môže vypočítať dátová rýchlosť z času prenosu a opačne zo znalosti množstva prenesených dát. Priemerná hodnota dátovej rýchlosti sa nemôže vypočítať z priemerných hodnôt príslušných časov prenosov.

Ak sa dátová rýchlosť vypočíta z času prenosu definovaného množstva dát, potom krátke časy prenosov majú väčší vplyv na priemernú hodnotu dátovej rýchlosti ako dlhšie časy prenosu, t. j. priemerná hodnota dátovej rýchlosti je skreslená kratšími časmi prenosov ("rýchlymi" sťahovaniami).

$$\text{Mean Transfer Time} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i$$

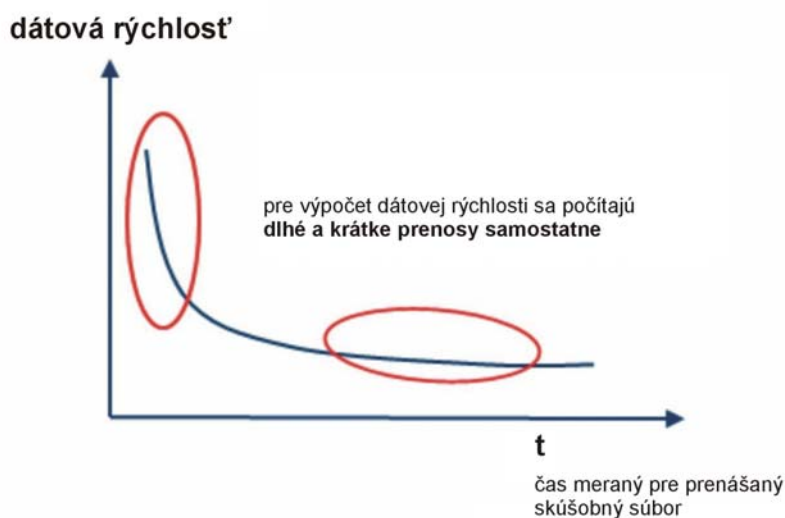
(*Mean Transfer Time*: priemerný čas prenosu; *N*: počet vzoriek; *t*: čas prenosu dát)

Vo výpočte priemernej hodnoty času prenosu je každá časová hodnota počítaná rovnako. Ak prenášané množstvo dát je konštantné, potom dátová rýchlosť má pomer  $1/x$  k času prenosu.

$$\text{Mean Data Rate} = \frac{D}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{t_i}$$

(*Mean Data Rate*: priemerná dátová rýchlosť; *D*: množstvo prenesených dát (konštantné); *N*: počet vzoriek; *t*: čas prenosu dát)

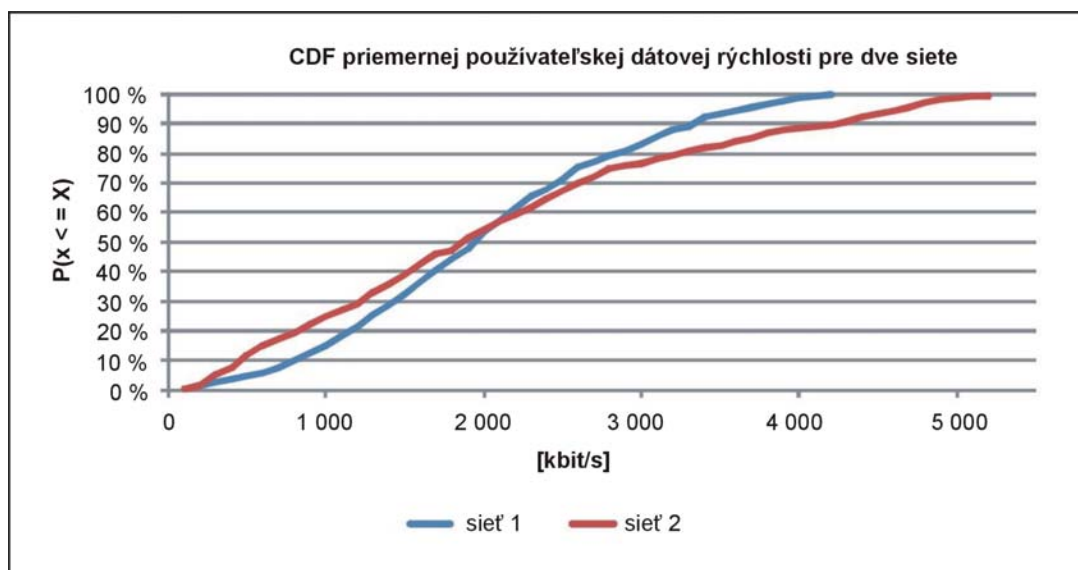
Pri výpočte priemernej hodnoty dátovej rýchlosti sa nepočíta rovnako každá časová hodnota, ale v závislosti  $1/x$ . Tu majú krátke časy vyšší vplyv ako dlhé časy. Je to znázornené na obrázku 9.



Obrázok 9 – Závislosť nameraného času prenosu a dátovej rýchlosti

### 6.1.1 Príklad

Obrázok 10 znázorňuje CDF priemernej používateľskej dátovej rýchlosti dvoch sietí použitých v tomto príklade.



Obrázok 10 – CDF priemernej používateľskej dátovej rýchlosti v dvoch sieťach

Sieť 1 má užšie rozdelenie dátovej rýchlosti, t. j. nižšiu časť pomalého sťahovania a nižšiu časť rýchleho sťahovania, ako sieť 2. Sieť 2 znázorňuje širšie rozloženie dátových rýchlostí a viac vyrovnané rozdelenie.

	<b>Priemerná používateľská dátová rýchlosť</b>	<b>Priemerný čas prenosu</b>
		[s]

	[kbit/s]	
sieť 1	1 984,5	13,4
sieť 2	2 058,9	16,8

**Obrázok 11 – Závislosť priemernej používateľskej dátovej rýchlosti a priemerného času prenosu**

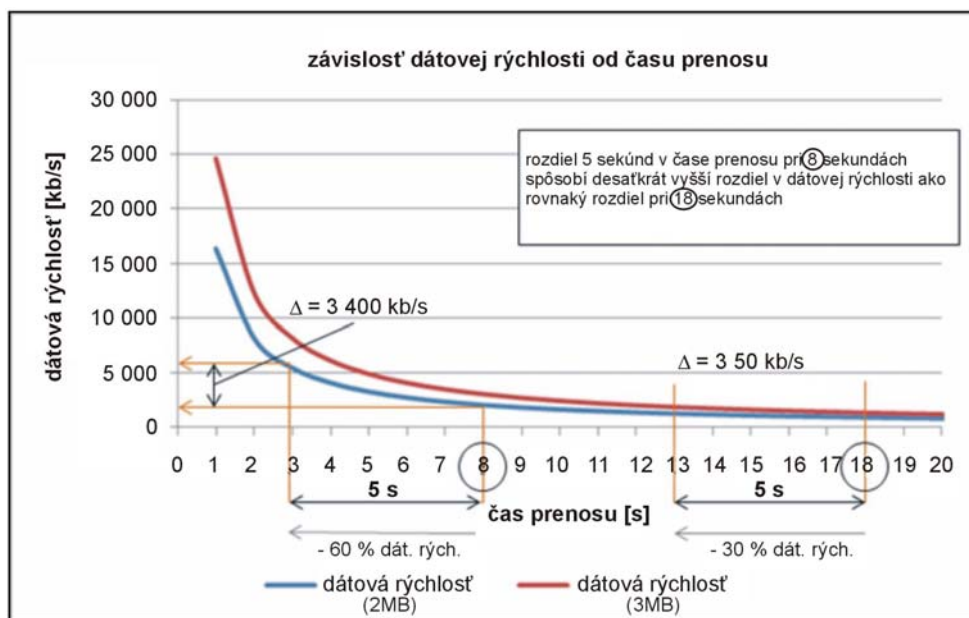
Vypočítanie priemerných hodnôt dátových rýchlostí a časov prenosov na obrázku 11 znázorňuje, že sieť 2 dosiahla vyššie priemerné používateľské dátové rýchlosti ako sieť 1, ale sieť 1 má kratšie priemerné časy prenosov ako sieť 2, pretože z hľadiska dátovej rýchlosti krátke sťahovania vykompenzujú vplyv dlhotrvajúceho sťahovania na priemernú hodnotu dátových rýchlostí.

	Medián používateľskej dátovej rýchlosti [kbit/s]	Priemerný čas prenosu [s]
sieť 1	1 937,5	8,7
sieť 2	1 884,0	8,9

**Obrázok 12 – Závislosť mediánu používateľskej dátovej rýchlosti a mediánu času prenosu**

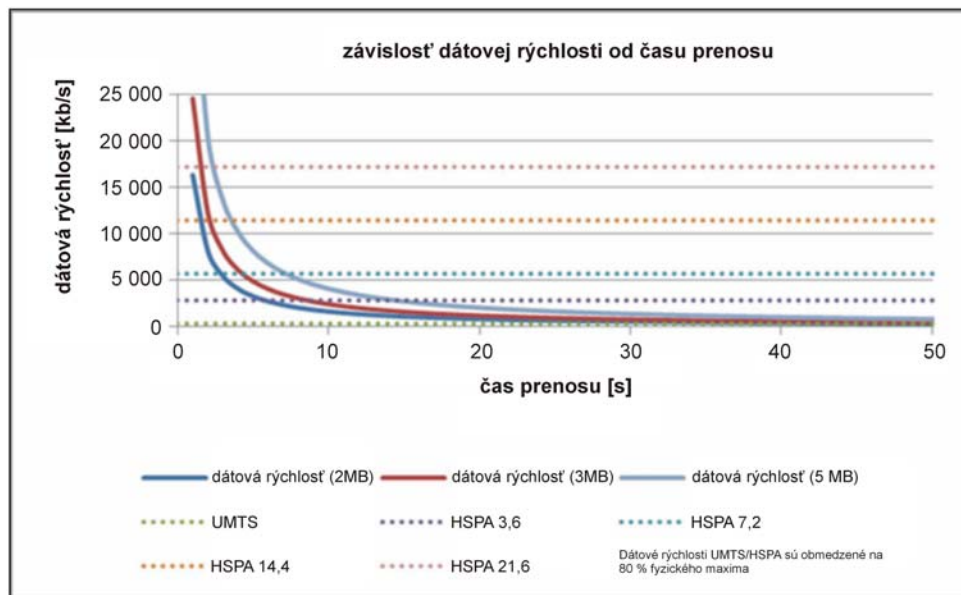
Hodnota mediánu podľa obrázka 12 nie je ovplyvnená týmto vplyvom.

Vplyv sa stáva nepriaznivejší so zvyšovaním ponúkaných dátových rýchlostí, podľa obrázkov 13 a 14. Pri vysokých dátových rýchlostiach odchýlka niekoľkých ms spôsobí veľmi veľkú odchýlku priemernej používateľskej dátovej rýchlosti, zatiaľ čo pri nízkych dátových rýchlostiach vplyv rovnakej odchýlky bude zanedbateľný. V rovnakom čase je dobré stanoviť, že odchýlky niekoľkých ms v prenosovom čase neovplyvnia skúsenosť používateľa pri väčšine sťahovaní.



**Obrázok 13 – Odchýlka niekoľkých ms môže spôsobiť veľmi veľké odchýlky priemernej používateľskej dátovej rýchlosti**

Čím rýchlejšie sú siete skúšané, tým sú väčšie rozdiely. Obrázok 14 znázorňuje medze UMTS a HSPA s 80 % využitelnou kapacitou možného fyzického maxima – uvedené bodkovanou čiarou. Krivky znázorňujú rozličné hodnoty pri rozličných veľkostiach súborov.



**Obrázok 14 – Závislosť dátovej rýchlosti a času prenosu v závislosti od rozličných medzí fyzickej dátovej rýchlosti**

### 6.1.2 Záver

Ak sa priemerná dátová rýchlosť vypočíta z času prenosu, je potrebné definovať pevné množstvo dát. Krátke časy sťahovania sú potom vykompenzované vplyvom dlhých časov sťahovania na priemernej hodnote dátových rýchlostí.

Priemerná hodnota dátových rýchlostí je skreslená hodnota a nemôže sa vypočítať z priemernej hodnoty zodpovedajúcich časov prenosov.

Používatelia vnímajú čas, čo potvrdzuje ich skúsenosť, že môžu lepšie vnímať skôr časy prenosov súvisiace s množstvom prenesených dát ako dátové rýchlosti.

## 6.2 Výpočet priepustnosti na základe času alebo prevádzky

Merania priepustnosti sú založené na vopred definovanej časovej perióde alebo vopred definovanom množstve prevádzky.

### 6.2.1 Tvorenie priemeru bez vzorkovania

Počas merania priepustnosti sa používa len jedna vzorka. Napríklad priepustnosť FTP sa môže merať sťahovaním súboru, ktorý je dostatočne veľký, alebo sa môže merať sťahovaním súboru s pevným časom sťahovania, za predpokladu, že súbor je dostatočne veľký na trvanie počas celého času sťahovania. Štartovací čas alebo udalosť štartujúca meranie sa môže líšiť od nuly.

### 6.2.2 Tvorenie priemeru so vzorkovaním

Počas meraní priepustnosti sa môže merať niekoľko vzoriek a vzorkovanie môže byť založené na čase alebo prevádzke. Vzorkovanie na základe prevádzky generuje vzorku po dosiahnutí určitej

prevádzky alebo počítania paketov, vzorkovanie na základe času generuje vzorku po dosiahnutí určitej časovej periódy. Štartovací čas alebo udalosť štartujúca meranie sa môže líšiť od nuly.

V prípade priemerovania so vzorkovaním sa vzorky nemôžu spracovať nezávisle, identické rozloženie vzoriek, pretože vzorka vytvorená počas existujúceho sťahovania nie je nezávislá od predchádzajúcej vzorky.

### **6.3 Hlavná prevádzková hodina alebo čas mimo hlavnej prevádzkovej hodiny**

Priepustnosť sa mení v čase, pretože používatelia siete generujú odlišné množstvo prevádzky počas dňa. Keď sa pripravuje meranie, musí byť známy profil prevádzky siete alebo profil vzorky pripravovaného merania, ktoré musí byť rovnomerne rozdelené počas dňa.

### **6.4 Pracovné dni alebo víkendy**

Priepustnosť sa mení dlhodobo v čase, tiež používatelia siete generujú rozličné množstvo prevádzky počas týždňa. Keď sa pripravuje meranie, musí byť známy profil prevádzky siete alebo profil vzorky pripravovaného merania, ktoré musí byť rovnomerne rozdelené počas dní v týždni.

### **6.5 Lokality**

Keď sa pripravuje meranie, musí sa stanoviť profil pokrytej oblasti a neskôr zaznamenať spolu s výsledkom merania.

#### **6.5.1 Hľadiská mobility**

Musí sa stanoviť druh merania vzhľadom na mobilitu (napríklad stacionárna alebo pohyblivá skúška) a neskôr zaznamenať spolu s výsledkom merania.

#### **6.5.2 Kategórie oblastí**

Kategórie oblastí sa musia definovať na základe geografických oblastí alebo na základe hustoty obyvateľstva, napríklad veľké mestá, väčšie mestá, malé mestá, vidiecke oblasti, hlavné cesty, menšie cesty alebo dediny.

Alternatívne je možné náhodne vybrať hodnoty zemepisnej šírky a dĺžky a zmerať ich. V tomto prípade sa musia lokality obmedziť na oblasť služby.

### **6.6 Výpočet priemernej vzorky**

Keď sa pripravujú merania, musí sa stanoviť dostatočný počet vzoriek na vypočítanie priemernej vzorky, konfidenčný interval, významná úroveň a neskôr zaznamenať spolu s výsledkom merania. Ďalšie podrobnosti sú v TS 102 250-6 [i.5].

## 7 Kontrolné zoznamy merania priepustnosti

Všetky uvedené jednotlivé hľadiská sa stanovujú v poskytovaných kontrolných záznamoch na začiatku prípravy merania a vyhodnotenia výsledkov.

Tabuľka 1 poskytuje kontrolný záznam, ktorý je vhodný na vykonávanie prípravy merania v jednej sieti. Musí sa stanoviť každý krok zahrnutý do zoznamu.

**Tabuľka 1 – Kontrolný zoznam na vykonávanie prípravy merania v jednej sieti**

Krok	Predmet merania priepustnosti		
	Sieť	Služba/Aplikácia	Zariadenie
Vybrať skúšanú časť siete, pozri poznámku 1	prístupová, IP, chrbticová – podľa účelu merania		
Vybrať účel merania	Prístupová sieť/sieť IP (dosiahnuteľná účastníkom/vyhľadať slabé miesto)/E2E	Koncový bod definovaný službou	Prístupová sieť/sieť IP (dosiahnuteľná účastníkom/vyhľadať slabé miesto)/E2E
Vybrať PCO, pozri poznámku 2	Závisí od účelu merania	Vybrať PCO najbližšie k úrovni služby	Vybrať PCO najbližšie k úrovni zariadenia
Vybrať typ merania, pozri poznámku 3	Aktívne alebo pasívne meranie		
Vybrať protokol (PCO, časť siete), pozri poznámku 4	Vybrať protokol	Vybrať protokol definovaný službou	Vybrať protokol
Plánovanie prípravy merania z pohľadu štatistiky	Hĺbková identifikácia informácie potrebná – priemerná, maximálna, minimálna, konfidenčný interval, meranie prahu		
Plánovanie prípravy merania z pohľadu vzorkovania, pozri poznámku 5	Prístupová sieť – mnoho lokalít /distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed sieť IP – určité lokality/distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed E2E – mnoho lokalít/distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed	Mnoho alebo len jedna lokalita/distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed	Prístupová sieť – mnoho lokalít/distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed sieť IP – určité lokality/distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed E2E – mnoho lokalít/distribúovaná v čase/metóda best effort alebo windowed
Plánovanie lokalít, pozri poznámku 6	Definovať lokality, oblasti, stacionárne alebo pohyblivé skúšky		
Plánovanie meracích hodín, pozri poznámku 7	Definovať hodiny merania v závislosti od potrebnej informácie, napríklad – najdostupnejšia priepustnosť – mimo hlavnej prevádzkovej hodiny, najhoršie dostupná v počas hlavnej prevádzkovej hodiny		
Plánovanie prípravy merania z pohľadu meracích zariadení, pozri poznámku 8	Kontrolovať CPU/HDD/pamäť/rýchlosti sieťového rozhrania/Operačný systém – vybrať najdostupnejší pri najlepších výsledkoch alebo vybrať priemerný pri priemerných hodnotách závisiacich od účelu merania	Kontrolovať CPU/HDD/pamäť/rýchlosti sieťového rozhrania/Operačný systém – vybrať najvhodnejší na aplikáciu s najlepšimi výsledkami alebo vybrať priemerný pri priemerných hodnotách závislých od účelu merania	Kontrolovať CPU/HDD/pamäť/rýchlosti sieťového rozhrania/Operačný systém – vybrať najvhodnejší do zariadenia s najlepšimi výsledkami alebo priemerný s priemernými hodnotami závislých od účelu merania
Plánovanie konfigurácie meraní, pozri poznámku 9	Druhy merania, parametre merania závislé od účelu skúšky – napríklad veľkostiach súboru, časových dohľadoch, blokoch skúšky	Druh merania definovaný službou, merané parametre najbližšie k parametrom služby	Druhy merania, parametre merania závislé od účelu skúšky – napríklad veľkostiach súboru, časových dohľadoch, blokoch skúšky

Krok	Predmet merania priepustnosti		
	Sieť	Služba/Aplikácia	Zariadenie
Nastavenie zásobníka protokolu	V prípade merania TCP: kontrolovať parametre TCP v TS 102 250-7 [i.6] v prípade merania UDP kontrolovať vysielaciu rýchlosť na strane servera	V prípade merania TCP: kontrolovať parametre TCP v TS 102 250-7 [i.6] len na strane klienta v prípade merania UDP: konfigurácia na strane klienta musí byť rovnaká ako pre používateľov	
Umiestnenie koncového bodu merania, pozri poznámku 10	Prístup – najbližšie k prístupu sieť IP – umiestniť mnoho lokalít pri spoji služby a skúšať každú z nich E2E – na konci reťazca služby	Lokalita servera definovaná službou	Prístup – najbližšie k prístupu sieť IP – umiestniť mnoho lokalít pri spoji služby a skúšať každú z nich E2E – na konci reťazca služby v prípade skúšania zariadenia sa všeobecne použije E2E
Plánovanie ako meracie zariadenie pripojiť na sieť	Skúška prístupovej siete – rádiové podmienky (tlmenie rozmanitosť/mobilita) závisí od účelov merania skúška siete IP – najdosiahnuteľnejšie rádiové podmienky skúška E2E – rádiové podmienky (tlmenie/výberový príjem/mobilita) závisí od účelov merania		
Plánovanie zariadenia na skúšanie	Skúška prístupovej siete – použité zariadenie závisí od účelu merania skúška siete IP – najdosiahnuteľnejšie zariadenie skúška E2E – použité zariadenie závisí od účelu merania		Zariadenie je definované podľa merania
Plánovanie poplatku	SIM/konfigurácia služby – maximálna bitová rýchlosť/priorita/politika primeraného použitia meranie prístupovej siete – použitý poplatok závisí od účelu merania meranie siete IP – najdosiahnuteľnejší poplatok skúška E2E – použitý poplatok závisí od účelu merania	Poplatok odporúčaný za službu	SIM/konfigurácia služby – maximálna bitová rýchlosť/priorita/politika primeraného použitia meranie prístupovej siete – použitý poplatok závisí od účelu merania meranie siete IP – najdosiahnuteľnejší poplatok skúška E2E – použitý poplatok závisí od účelu merania
Plánovanie ako nadobudnúť SIM	Anonymita SIM nie je povinná		
Pamätať na ovplyvňovanie transparentnosti zariadení L4/L7, pozri poznámku 11	Použité sieťové prvky L4/L7 závisia od koncového bodu merania	Použité sieťové prvky L4/L7 závisia od meranej služby	Použité sieťové prvky L4/L7 závisia od koncového bodu merania
Plánovanie konfigurácie merania	Plánovanie konfigurácie merania podľa typov merania, parametre merania závisia od účelu merania	Plánovanie konfigurácie merania podľa typu merania definovaného službou, parametre merania najbližšie k parametrom služby	Plánovanie konfigurácie merania podľa typov merania, parametre merania závisia od účelu merania
POZNÁMKA 1. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.3. POZNÁMKA 2. – Koncept PCO je vysvetlený v článku 7.1 v TS 102 250-1 [i.1] a v článku 5.1 v TR 102 807 [i.9]. POZNÁMKA 3. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.5. POZNÁMKA 4. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.8. POZNÁMKA 5. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.7. POZNÁMKA 6. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 6.5. POZNÁMKA 7. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 6.3 a 6.4. POZNÁMKA 8. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 5.1 a 5.2. POZNÁMKA 9. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 5.5.2 a 4.6. POZNÁMKA 10. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.4. POZNÁMKA 11. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 5.3.			

Tabuľka 2 poskytuje kontrolný zoznam, ktorý je vhodný na vykonávanie prípravy merania benchmarkingom. Musí sa stanoviť každý krok zahrnutý do zoznamu.



Tabuľka 2 – Kontrolný zoznam na prípravu merania benchmarkingom

Krok	Predmet merania priepustnosti		
	Sieť	Služba/Aplikácia	Zariadenie
Vybrať skúšanú časť siete, pozri poznámku 1	Meranie je možné len s E2E		
Vybrať účel merania	Meranie je možné len s E2E		
Vybrať PCO, pozri poznámku 2	Rovnaký PCO na všetky siete		
Vybrať typ merania, pozri poznámku 3	Aktívne meranie		
Vybrať protokol (PCO, časť siete), pozri poznámku 4	Rovnaký protokol na všetky siete	Protokol definovaný službou	Rovnaký protokol na všetky siete
Plánovanie prípravy merania z pohľadu štatistiky	Hĺbková identifikácia informácie potrebná – priemerná, maximálna, minimálna, konfidenčný interval, meranie prahu Meranie rovnaké vo všetkých sieťach		
Plánovanie prípravy merania z pohľadu vzorkovania, pozri poznámku 5	Je možné len meranie E2E – mnoho lokalít, distribuované v čase, metóda best effort alebo windowed, ale rovnaké vo všetkých skúšaných sieťach		
Plánovanie lokalít, pozri poznámku 6	Definovať lokality, oblasti, stacionárne a pohyblivé skúšky, vybrať rovnaké lokality a typy merania vo všetkých sieťach		
Plánovanie meracích hodín, pozri poznámku 7	Definovať hodiny merania v závislosti od potrebnej informácie, napríklad – najdosiahnuteľnejšia priepustnosť – mimo hlavnej prevádzkovej hodiny, najhoršie dosiahnuteľné počas hlavnej prevádzkovej hodiny, meranie v rovnakých hodinách vo všetkých sieťach		
Plánovanie prípravy merania z pohľadu meracích zariadení pozri poznámku 8	Meracie prostredie – CPU/HDD/pamäť/rýchlosti sieťového rozhrania/Operačný systém rovnaký na všetky siete, nesmie obmedziť QoS poskytované sieťou		Meracie prostredie – CPU/HDD/pamäť/rýchlosti sieťového rozhrania – neprispôbovať, použiť ich vlastné nastavenia zariadenia na každú sieť
Plánovanie konfigurácie meraní, pozri poznámku 9	Plánovanie konfigurácie merania, typu merania, parametre merania musia byť rovnaké vo všetkých sieťach	Plánovanie konfigurácie merania, typu merania definovaného službou, parametre merania najbližšie k parametrom služby	Plánovanie konfigurácie merania, typu merania, parametre merania musia byť rovnaké vo všetkých sieťach
Nastavenie zásobníka protokolu	V prípade merania TCP: kontrolovať parametre TCP v TS 102 250-7 [i.6] – musia byť nastavené rovnako na všetky siete V prípade merania UDP kontrolovať vysielanú rýchlosť na strane servera	V prípade merania TCP: kontrolovať parametre TCP v TS 102 250-7[i.6] nastavenie len na strane klienta a rovnako na všetky siete alebo s odporúčanou hodnotou	V prípade merania TCP: kontrolovať parametre TCP v TS 102 250-7 [i.6] len na strane servera V prípade merania UDP kontrolovať vysielanú rýchlosť na strane servera
Umiestnenie koncového bodu merania, pozri poznámku 10	Je to možné len pri E2E, nie prístup ku všetkým prevádzkovateľom siete IP, rovnaký koncový server na všetky siete, umiestniť ich napríklad do internetovej ústredne bez systémovej chyby na všetky siete		
Plánovanie ako meracie zariadenie pripojiť na sieť	Meranie E2E – rovnaké tmenia/výberový príjem/mobilita na všetky siete alebo najlepšiu konfiguráciu všetkých sietí		
Plánovanie zariadenia na skúšanie	Merania E2E – rovnaké zariadenie alebo najlepšie zariadenie v každej sieti	Prístupová sieť – zariadenie Merania E2E – rovnaké zariadenie alebo najlepšie zariadenie v každej sieti	Zariadenie je definované podľa merania

Krok	Predmet merania priepustnosti		
	Sieť	Služba/Aplikácia	Zariadenie
Plánovanie poplatku	SIM/konfigurácia služby – maximálna bitová rýchlosť/priorita/politika primeraného použitia meranie E2E – rovnaké/najbližšia konfigurácia na každú sieť	SIM/konfigurácia služby – maximálna bitová rýchlosť/priorita poplatok odporúčaný za službu v každej sieti	SIM/konfigurácia služby – maximálna bitová rýchlosť/priorita meranie E2E – rovnaké/najbližšia konfigurácia na každú sieť
Plánovanie ako nadobudnúť SIM	Anonymita SIM nie je povinná		
Pamätať na ovplyvňovanie transparentnosti zariadení L4/L7, pozri poznámku 11	Konfigurácia siete používa len tie prvky siete L4/L7, ktoré sú platné vo všetkých sieťach	Konfigurácia siete používa prvky siete definované podľa služby	Konfigurácia siete používa len tie prvky siete L4/L7, ktoré sú platné vo všetkých sieťach
Plánovanie konfigurácie merania	Plánovanie konfigurácie merania, typov merania, parametre merania musia byť rovnaké vo všetkých sieťach	Plánovanie konfigurácie merania podľa typu merania definovaného službou, parametre merania najbližšie k parametrom služby	Plánovanie konfigurácie merania, typov merania, parametre merania musia byť rovnaké vo všetkých sieťach
POZNÁMKA 1. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.3. POZNÁMKA 2. – Koncept PCO je vysvetlený v článku 7.1 v TS 102 250-1 [i.1] a v článku 5.1 v TR 102 807 [i.9]. POZNÁMKA 3. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.5. POZNÁMKA 4. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.8. POZNÁMKA 5. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.7. POZNÁMKA 6. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 6.5. POZNÁMKA 7. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 6.3 a 6.4. POZNÁMKA 8. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 5.1a 5.2. POZNÁMKA 9. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 5.5.2 a 4.6. POZNÁMKA 10. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 4.4. POZNÁMKA 11. – Ďalšie podrobnosti pozri v článku 5.3.			

---

## Príloha A Analýza záznamov IP podľa rozličných hľadísk

Nasledovne sa predpokladá, že je k dispozícii správny záznam IP z príslušného PCO.

---

### A.1 Analýza podľa vrstvy

Počas analýzy záznamu, na výpočet množstva generovanej prevádzky, sa používa dĺžka paketu vrstvy zvoleného zásobníka. Výpočet všetkých priepustností IP: každá dĺžka paketu zachytená na špecifikovanom rozhraní IP sa musí sčítať a vydeliť časom (napríklad od prvého paketu k poslednému paketu).

Záznamový analyzátor musí identifikovať logickú zásuvku aplikácie použítu na prenášanie paketov a vybrať len prevádzku, ktorá patrí k jednej špecifickej službe:

- v FTP, záznamový analyzátor deteguje kontrolnú logickú zásuvku, a potom na základe získanej informácie na kontrolnej logickej zásuvke sa identifikuje dátová zásuvka; dĺžka všetkých prijatých paketov na dátovej logickej zásuvke sa musí sčítať a vydeliť časom;
- v HTTP, použité logické zásuvky sa môžu filtrovať podľa typu obsahu, dĺžky obsahu alebo na základe akéhokoľvek parametra aplikačnej vrstvy;
- v prípade sťahovania RTP použité logické zásuvky sa môžu filtrovať podľa SDP.

V každej službe IP analyzátor prevádzky môže nájsť logickú zásuvku, ktorá sa použila na vysielanie paketov služby.

Na výpočet priepustnosti sa môžu použiť spúšťače body definované v TS 102 250-2 [i.2] v každej službe IP, pretože spúšťače sú definované na úrovni paketu a môžu sa jednoducho nájsť v zázname IP. Spúšťače body sú definované na aplikačnej vrstve, ale sa môžu jednoducho rozšíriť k nižším vrstvám protokolového zásobníka, pretože prvky protokolu hornej vrstvy sú prenášané prvkami protokolu dolnej vrstvy. Napríklad TCP SYN alebo príkaz FTP GET sa tiež vysiela v pakete IP.

---

### A.2 Analýzy podľa používateľa

Nadalej sa študujú.

---

### A.3 Analýzy podľa objemu

Prevádzkové analýzy znamenajú, že merania priepustnosti merajú množstvo prevádzky alebo pevný počet paketov namiesto času.

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Amount Of Traffic}}{\textit{Fixed Duration}}$$

priepustnosť = množstvo prevádzky/pevné trvanie

Meranie prevádzky môže začať v ľubovoľnom čase po začiatku prenosu, t. j. začiatkový čas nemusí byť nevyhnutne nula.

V TS 102 250-2 [i.2] všetky definície priepustnosti a dátová rýchlosť sú objemovo založené parametre QoS.

---

## A.4 Časové analýzy

Časové analýzy znamenajú, že merania priepustnosti merajú množstvo času a neuvažuje sa prevádzka.

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Fixed Amount Of Traffic}}{\textit{Duration}}$$

priepustnosť = pevné množstvo prevádzky/trvanie

Meranie prevádzky môže začať v ľubovoľnom čase po začiatku prenosu, t. j. začiatkový čas nemusí byť nevyhnutne nula.

V TR 102 678 [i.8] je podrobnejšie vysvetlený tento druh výpočtovej metódy.

---

## A.5 Príklady

Nadalej sa študuje.

---

**História**

<b>História dokumentu</b>		
V1.1.1	február 2012	Členský schvaľovací postup MV 20120424: 2012-02-24 až 2012-04-24
V1.1.1	apríl 2012	Publikovanie