



3

4

Praha 12. července 2018

5

Návrh: verze 2.0

6

Český telekomunikační úřad (dále jen „Úřad“) v rámci svých kompetencí měří a vyhodnocuje vybrané parametry datových sítí. Měření a vyhodnocování vybraných parametrů sítí elektronických komunikací je v pevných sítích specifikováno v metodickém postupu

9

10

Metodika pro měření a vyhodnocení datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací, verze 2.0, který je zveřejněn a je ze strany ČTÚ uplatňován v případě kontrolních měření na pevných sítích.

12

13

Měření jsou prováděna pomocí vlastních měřicích zařízení (terminálů) s jasně definovanými parametry, a to v pevných sítích. Použitá měřicí metoda vychází z obecného metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu a standardu ITU-T Y.1564 „Ethernet service activation test methodology“.

16

17

I. Úvod

18

Účelem tohoto dokumentu (dále jen „Metodika“) je popsat a sjednotit postup pro měření a vyhodnocování datových parametrů pevných či semi-pevných (FWA) sítí elektronických komunikací, a to z hlediska přístupu koncového uživatele k službě přístupu k síti internet, popřípadě i k dalším službám. Metodika navazuje především na dokumenty Stanovení základních parametrů a měření kvality služby přístupu k internetu, Vyjádření Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality a dále na metodický postup Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu a standard ITU-T Y.1564 včetně technické specifikace MEF 23.1. Metodika dále upřesňuje konkrétní postupy měření a následné vyhodnocení naměřených hodnot.

26

27

Nutnou podmínkou pro měření a vyhodnocení datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací je dostupnost síťových zdrojů (IP adres, portů, služeb) a s tím související transparentnosti síťových tras (v souladu se síťovou neutralitou).

29

30

Dokument plně respektuje nebo bere na vědomí mezinárodní doporučení IETF RFC 1191, RFC 1981, RFC 2544, RFC 2681, RFC 2697, RFC 2923, RFC 3393, RFC 4443, RFC 4656, RFC 4821, RFC 4898, RFC 5136, RFC 5357 a RFC 7323, dále mezinárodní standardy ITU-T Y.1563 a Y. 1564 včetně technických specifikací MEF 10.1 a 23.1.

33

34

35

II. Vymezení měřicích stran a přenosové trasy

36

1. Měřicí server

37 Měřicím serverem (MS) nazýváme měřicí stranu, která v případě sestupného směru
38 poskytuje opačné straně služby (data) na vyžádání. Měřicí server je obecně zařízení připojené
39 k síti internet v definovaném bodě. Měřicí server by měl mít dostatečný výkon a nezávislost
40 datového připojení tak, aby byla zajištěna dostatečná prostupnost a garance datových
41 parametrů, a to i v případě vícenásobného připojení měřicích zařízení v jeden okamžik. Měřicí
42 server je součástí Měřicího systému elektronických komunikací (dále jen „MSEK“) pod správou
43 Úřadu.

44

2. Měřicí zařízení (terminál)

45 Měřicím zařízením, terminálem, (MT) nazýváme měřicí stranu, která v případě
46 sestupného směru je ve funkci příjemce služby (dat). Měřicím zařízením se rozumí terminál
47 s příslušným obslužným softwarem, který je schopen provádět měření dle platných
48 metodických postupů Úřadu a jehož výpočetní a síťový výkon je natolik vysoký, že žádným
49 způsobem negativně neovlivňuje výsledky měření. Měřicí zařízení musí být schopno během
50 měřicího procesu sledovat a zaznamenávat základní i rozšířený soubor datových parametrů
51 pevných sítí elektronických komunikací, exportovat je ve standardizovaném formátu vhodném
52 pro strojové či jiné další zpracování a následně umožňovat přenést takto získané naměřené
53 hodnoty do centrálního úložiště MSEK, nebo je uchovat v interní paměti.

54

3. Přenosová trasa

55 Přenosovou trasou (NUT) nazýváme takovou posloupnost přenosových uzlů, kdy mezi
56 každými dvěma po sobě jdoucími přenosovými uzly existuje spojení a zároveň prvním
57 přenosovým uzlem je MT a posledním MS. Měřená síť elektronických komunikací je taková
58 síť, která je součástí přenosové trasy a do které bylo měřicí zařízení (terminál) během měření
59 připojeno.

60

III. Vymezení souboru parametrů

61 Při vymezení souboru parametrů vycházel Úřad především z požadavku na
62 srozumitelnost jednotlivých parametrů z pohledu běžného uživatele služby přístupu k síti
63 internet. Dále přihlédl i ke skutečnosti, které parametry prezentují poskytovatelé služby ve
64 svých nabídkách služby přístupu k internetu s ohledem na Nařízení Evropského parlamentu
65 a Rady (EU) 2015/2120 (dále jen „Nařízení“) a s ním souvisejícím Vyjádření Českého
66 telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským
67 pravidlům síťové neutrality (smluvní garantování rychlostí stahování a odesílání dat viz čl. 4(1)
68 písm. d) Nařízení).

69 Úřad proto vybral dále uvedené parametry v podobě základního a rozšířeného souboru
70 z možných datových parametrů, doporučených pro sledování různých aspektů kvality služby
71 přístupu k síti internet. Nedílnou součástí je soubor identifikačních parametrů definujících
72 jednoznačným způsobem místo a čas prováděného měření datových parametrů pevných sítí
73 elektronických komunikací včetně informací o měřicím zařízení a měřené službě přístupu k síti
74 internet.

1. Soubor základních datových parametrů

Úřad se rozhodl z hlediska významu pro běžného uživatele (ve vztahu k běžně uzavíraným účastnickým smlouvám o poskytování služby přístupu k internetu a potřebě srozumitelnosti) pro tři základní datové parametry, které určují kvalitu služby přístupu k internetu, a to vzesupnou propustnost TCP datového toku (upload; TCP aTR_{up}), sestupnou propustnost TCP datového toku (download; TCP aTR_{down}) a zpoždění (Delay(avg)).

1.1. Vzesupná propustnost TCP datového toku (upload)

Vzesupnou propustnost TCP datového toku (upload), TCP aTR_{up}, si je možné představit jako datovou přenosovou rychlost ve směru od koncového uživatele směrem k poskytovateli služby přístupu k síti internet odpovídající transportní vrstvě modelu ISO/OSI (L 4) a využívající spojově orientovaného protokolu TCP. Proces měření a stanovení vzesupné propustnosti TCP datového toku NUT by měl odpovídat obecnému metodickému postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, přičemž výslednou hodnotu TCP aTR_{up} můžeme zapsat ve tvaru:

$$\text{TCP aTR}_{\text{up}} = \frac{\text{TCP RWND}_{\text{up}} \cdot 8}{\text{Delay}(\text{avg})_{\text{up}}}; [b/s; B, s]. \quad (1)$$

1.2. Sestupná propustnost TCP datového toku (download)

Sestupnou propustnost TCP datového toku (download), TCP aTR_{down}, si je možné představit jako datovou přenosovou rychlost ve směru od poskytovatele služby přístupu k síti internet směrem ke koncovému uživateli odpovídající transportní vrstvě modelu ISO/OSI (L 4) a využívající spojově orientovaného protokolu TCP. Proces měření a stanovení sestupné propustnosti TCP datového toku NUT by měl odpovídat obecnému metodickému postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, přičemž výslednou hodnotu TCP aTR_{down} můžeme zapsat ve tvaru:

$$\text{TCP aTR}_{\text{down}} = \frac{\text{TCP RWND}_{\text{down}} \cdot 8}{\text{Delay}(\text{avg})_{\text{down}}}; [b/s; B, s]. \quad (2)$$

1.3. Zpoždění

Zpoždění, Delay, si je možné představit v podobě uplynulé doby mezi odesláním prvního bitu segmentu TCP a příjmem posledního bitu odpovídajícího potvrzení segmentu TCP. Proces měření a stanovení zpoždění NUT by měl odpovídat obecnému metodickému postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, přičemž výsledná stanovená hodnota zpoždění by měla být definována v podobě Delay(avg), respektive:

$$\text{Delay}(\text{avg}) = \frac{1}{t} \sum_{i=0}^{N-1} \text{Delay}_i; [s; s, s], \quad (3)$$

kde Delay_i označuje jednotlivé hodnoty Delay, které jsou kontinuálně měřeny s periodou 1 s během daného testu, a parametr t označuje jeho celkovou délku trvání.

2. Soubor rozšířených datových parametrů

Soubor rozšířených datových parametrů vychází ze souboru základních datových parametrů, který je navíc doplněn o kvalitativní datové parametry, a to vzesupnou informační rychlost (upload; IR_{up}), sestupnou informační rychlost (download; IR_{down}), zpoždění rámců (FD), rozptyl zpoždění rámců (IFDV) a ztrátovost rámců (FLR). Tyto kvalitativní datové parametry jsou obecně úzce spojené s elementární funkčností sítě, a jsou tedy relevantní při aktivační analýze (zátěžovém testu). Na rozdíl od souboru základních datových parametrů, které odpovídají transportní vrstvě modelu ISO/OSI, rozšiřující kvalitativní datové parametry odpovídají spojové vrstvě modelu ISO/OSI a jsou tak úzce spjaty se strukturou ethernetového rámce Ethernet II, přičemž se při samotném měřicím procesu využívá na transportní vrstvě modelu ISO/OSI protokolu UDP. Kvalitativní parametry mohou přinést mimo jiné klíčové

informace o schopnosti sítě poskytovat koncovým účastníkům další pokročilé služby, např. služby v reálném čase v podobě IPTV, VoIP apod.

2.1. Vzestupná informační rychlost (upload)

Vzestupnou informační rychlost (upload), IR_{up} , si je možné představit jako datovou přenosovou rychlost ve směru od koncového uživatele směrem k poskytovateli služby přístupu k síti internet odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI (L 2) vycházející přitom ze struktury ethernetového rámce Ethernet II. Proces měření a stanovení vzestupné informační rychlosti (upload) NUT by měl vycházet ze standardu ITU-T Y.1564, tj. měření datové přenosové rychlosti ethernetových rámců začínajících MAC adresou a končících FCS.

Maximálně dosažitelná hodnota informační rychlosti IR je limitována maximálním množstvím rámců FPS, které je možné přenést za 1 s, což zapsat ve tvaru:

$$FPS = \frac{NBR}{(\text{Preamble} + \text{SFD} + \text{IFG} + \text{MAC SRC} + \text{MAC DST} + 802.1Q (802.1ad) + \text{Ethertyp} + \text{Payload} + \text{FCS}) \cdot 8}; [1/s; b/s, B], \quad (4)$$

kde NBR označuje datovou přenosovou rychlost odpovídající fyzické vrstvě modelu ISO/OSI (L 1). Výslednou maximální vzestupnou informační rychlost (upload) můžeme zapsat ve tvaru:

$$IR_{up}(\max) = MTU \cdot 8 \cdot FPS; [b/s; B, 1/s]. \quad (5)$$

2.2. Sestupná informační rychlost (download)

Sestupnou informační rychlost (upload), IR_{down} , si je možné představit jako datovou přenosovou rychlost ve směru od poskytovatele služby přístupu k síti internet směrem ke koncovému uživateli odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI (L 2) vycházející přitom ze struktury ethernetového rámce Ethernet II. Proces měření a stanovení vzestupné informační rychlosti (upload) NUT by měl vycházet ze standardu ITU-T Y.1564, tj. měření datové přenosové rychlosti ethernetových rámců začínajících MAC adresou a končících FCS. Výslednou maximální sestupnou informační rychlost (download) můžeme zapsat ve tvaru:

$$IR_{down}(\max) = MTU \cdot 8 \cdot FPS; [b/s; B, 1/s]. \quad (6)$$

2.3. Zpoždění rámců

Zpoždění rámců, FD, si lze představit jako výsledek měření časového zpoždění NUT mezi odesláním a příjmem ethernetového rámce. Obvykle se jedná o měření typu „round-trip“ z důvodu využití synchronizace pouze na straně měřicího zařízení, což odpovídá uplynulé době mezi odesláním prvního bitu rámce od koncového uživatele směrem k poskytovateli služby přístupu k síti internet a příjmem posledního bitu zpětně odeslaného rámce od poskytovatele služby směrem ke koncovému uživateli. Zpoždění rámců (obecně k-tého rámce) typu RTT můžeme také vyjádřit jako:

$$FD_k(RTT) = t_2 - t_1 \leq 2 \cdot T_{\max}; [s; s, s, s], \quad (7)$$

kde t_1 představuje čas odeslání prvního bitu k-tého rámce a t_2 představuje čas příjmu posledního bitu stejného k-tého rámce na měřicím zařízení, přičemž $T_{\max}$ je maximální hodnota zpoždění rámce, při jejímž překročení je rámec deklarován jako ztracený.

2.4. Rozptyl zpoždění rámců

Rozptyl zpoždění rámců, IFDV, často označovaný také jako kolísání zpoždění, variace zpoždění nebo jitter, si lze představit jako rozdíl mezi referenčním časem doručení ethernetového rámce (c_k) a jeho skutečným časem doručení (d_k) na straně poskytovatele služby přístupu k síti internet nebo na straně koncového uživatele, tzn. použití „end-to-end“ způsobu měření. Rozptyl zpoždění můžeme zapsat ve tvaru:

$$IFDV_k = |d_k - c_k|; [s; s, s], \quad (8)$$

kde $c_k = d_j + \Delta t$, $k > j$ a Δt je interval mezi odesláním j-tého a k-tého ethernetového rámce.

2.5. Ztrátovost rámců

Ztrátovost rámců, FLR, si lze představit jako poměr všech nedoručených (ztracených) ethernetových rámců k celkovému počtu všech odeslaných ethernetových rámců směrem k poskytovateli služby přístupu k síti internet nebo ke koncovému uživateli, tzn. použití „end-to-end“ způsobu měření. Ztrátovost rámců můžeme zapsat ve tvaru:

$$FLR = \frac{\sum_{n=1}^N L_n}{\sum_{n=1}^N S_n} \cdot 100; [\%; -, -], \quad (9)$$

kde L_n představuje n-tý ztracený rámec a S_n představuje n-tý odeslaný rámec.

3. Soubor identifikačních parametrů

Soubor identifikačních parametrů jako nedílná součást měřicího procesu definuje jednoznačným způsobem místo a čas prováděného měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací včetně informací o měřicím terminálu. Soubor identifikačních parametrů obsahuje přesný čas měření, který se dále skládá z data a přesného času zahájení měřicího procesu, přesného času zahájení jednotlivých testů a délky trvání měřicího procesu a jednotlivých testů, včetně přesného času ukončení měřicího procesu, a dále obsahuje přesnou pozici umístění měřicího terminálu, definovanou v podobě GPS souřadnice doplněné případně o konkrétní adresní místo, pokud je jeho označení známo. Tento soubor obsahuje také údaje jednoznačně identifikující měřicí zařízení a měřicí rozhraní, které bylo během procesu měření připojené k měřené pevné síti elektronických komunikací.

3.1. Přesný čas měření

Přesný čas měření obsahuje datum a přesný čas zahájení a ukončení měřicího procesu dle Metodiky včetně přesného času zahájení jednotlivých testů a dále délky trvání celého měřicího procesu včetně jednotlivých testů. Pro určení přesného času je doporučeno použít interního nebo externího GPS modulu použitého měřicího zařízení. Pokud není GPS modul dostupný, lze využít pro určení času vnitřní hodiny měřicího zařízení.

Datum provedení měřicího procesu dle Metodiky musí být uvedeno ve formátu DD. měsíc RRRR, například 01. ledna 2018. Požadovaná přesnost uvedení času zahájení a ukončení měřicího procesu, času zahájení jednotlivých testů a délky celého trvání měřicího procesu včetně délky trvání jednotlivých testů, je v sekundách a výsledný údaj musí být uveden ve formátu HH:MM:SS, například 08:03:24.

3.2. Přesná pozice měřicího zařízení

Přesná pozice měřicího zařízení představuje jednoznačně identifikované místo, kde bylo během měřicího procesu dle Metodiky umístěno měřicí zařízení. Pro určení přesné pozice je doporučeno použít interního nebo externího GPS modulu použitého měřicího zařízení. Pokud není GPS modul dostupný, lze zadat polohu měřicího zařízení manuálně. Doporučeno je uvést i konkrétní adresní místo měření, pokud je jeho označení známo.

GPS souřadnice musí být uvedeny ve formátu xx.xxxxxxN, yy.yyyyyyyE, například 50.1106225N, 14.4996508E. Pokud je označení známo, musí být konkrétní adresní místo měření uvedeno ve formátu Ulice č.p./č.o., PSČ Obec/Město, například Sokolovská 58/219, 190 00 Praha.

3.3. Identifikace měřicího zařízení a rozhraní

Identifikace měřicího zařízení a rozhraní představuje soubor údajů jednoznačně identifikujících měřicí zařízení v podobě ID chassis MT a ID měřicího modulu MT včetně uvedení měřicího rozhraní, které bylo během procesu měření připojené k měřené síti elektronických komunikací. Je doporučeno, aby bylo uvedeno i ID chassis MS a ID měřicího modulu MS pro jednoznačné identifikování celého měřicího řetězce.

Součástí těchto údajů je i název měřené technologie a název měřené služby přístupu k síti internet, název poskytovatele, jeho sídlo včetně údaje IČO a také údaje vycházející

210 z Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2120 (dále jen „Nařízení“) a s ním
211 souvisejícím Vyjádření Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu
212 k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality (smluvní garantování rychlostí
213 stahování a odesílání dat viz čl. 4(1) písm. d) Nařízení).

214 IV. Postup měření

215 Tato část definuje techniky měření datových parametrů pevných sítí elektronických
216 komunikací tak, aby bylo možné ověřit reálnou, případně maximálně dosažitelnou hodnotu.
217 Techniky měřicího procesu se liší podle toho, jaký soubor datových parametrů má být sledován
218 z hlediska různých aspektů kvality služby přístupu k síti internet, respektive jestli se jedná
219 o základní nebo rozšířený soubor datových parametrů.

220 Jelikož měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací je obecně
221 podmíněno správnou funkcí prvních čtyř vrstev modelu ISO/OSI, tj. od fyzické až po
222 transportní vrstvu, je před samotným zahájením měření zapotřebí se ujistit a ověřit funkčnost,
223 kapacitu přenosové trasy a další parametry na druhé a zejména na třetí vrstvě modelu
224 ISO/OSI. Doporučené kroky před zahájením měřicího procesu jsou následující:

- 225 • Základní ověření, např. pomocí dostupných testovacích nástrojů, které mohou naznačit
226 očekávané hodnoty. Pro stanovení parametrů daného měření je doporučeno ověřit
227 programem pro zachytávání paketů, např. Wireshark, co se skutečně na síťovém
228 rozhraní odehrává (jaké je skutečné TCP RWND, zda dochází k opakovaným přenosům
229 paketů a zda nedochází v průběhu přenosu k vyčerpání TCP RWND, apod.).
- 230 • Ověření, zda nedochází k prioritizaci provozu na základě IP adresy standardních
231 (všeobecně známých) měřicích serverů. Je tedy vhodné provést prvotní měření
232 propustnosti TCP datového toku vůči referenčním měřicím serverům.
- 233 • Vhodným postupem je i ověření plnění síťové neutrality, tzn. ověření, zda nedochází
234 k prioritizaci provozu některé služby. V tomto případě zda např. nedochází k prioritizaci
235 portů, které vyžadují větší kapacitu přenosové trasy. Speciálním případem může být
236 prioritizace portů, které využívají měřicí zařízení (terminály). V tomto případě by
237 samozřejmě byly výsledky značně zkresleny.
- 238 • V případě vysoké pravděpodobnosti, že vědomě dochází k prioritizaci provozu směrem
239 ke standardním měřicím serverům, ať už na základě IP adresy, či portu, je nutné
240 provést srovnávací měření dle výše uvedených bodů. Pokud se výsledky standardního
241 a srovnávacího měření budou značně lišit, je nutné tuto skutečnost příslušně uvést ve
242 výsledcích měření.
- 243 • Je vhodné provést doplňující, indikační, měření prostřednictvím veřejně dostupného
244 nástroje pro měření aktuální kvality služeb přístupu k internetu, např. NetMetr (měřicí
245 server v rámci MSEK).

246 1. Měřicí nástroje

247 Existuje několik měřicích nástrojů, které jsou schopny provádět měření souboru
248 základních i rozšířených datových parametrů vymezených v Metodice. Tyto měřicí nástroje
249 musí být implementovány na každou ze dvou měřicích stran, kdy se jedna chová jako klient
250 a druhá jako server. Měřicí nástroj musí umožňovat výběr měřicí techniky, tj. měřicího procesu
251 dle metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu vycházejícího
252 z doporučení IETF RFC 6349, jehož výstupem je soubor základních datových parametrů, nebo
253 měřicího procesu vycházejícího ze standardu ITU-T Y.1564, jehož výstupem jsou rozšiřující
254 datové parametry vymezené v Metodice včetně postupu měření.

255 Je nutné vzít v potaz výkon obou měřicích stran tak, aby nedocházelo k degradaci
256 měření. Z důvodu kvalitativního vývoje služby přístupu k síti internet je požadováno, aby
257 součástí měřicího nástroje bylo rozhraní umožňující provádět měření do maximální rychlosti

NBR ≤ 1000 Mb/s (na straně měřicího serveru až do NBR ≤ 10 Gb/s). Z důvodů výkonové náročnosti měřících procesů zvolených nástrojů při měření datových parametrů s rychlostí NBR > 100 Mb/s je doporučeno využít měřicí nástroje s dedikovaným hardwarem. V případě využití technologie koncového uživatele, např. při indikativním měření, je vždy potřeba brát na vědomí nominální výkon zařízení, zatížení běžnými aplikacemi i stáří zařízení. V těchto případech se může stát, že i měření rychlostí NBR ≈ 50 Mb/s může být nad možností dané technologie koncového uživatele.

2. Sekvence měření

Postup a sekvence měření, resp. měřicí proces jako celek, jsou odlišné pro případ, kdy je prováděno měření pouze souboru základních nebo rozšířených datových parametrů.

V případě, kdy je prováděno měření pouze souboru základních datových parametrů, tj. vzestupné propustnosti TCP datového toku (upload; TCP aTR_{up}), sestupné propustnosti TCP datového toku (download; TCP aTR_{down}) a zpoždění (Delay (avg)), odpovídá měřicí proces metodickému postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu.

V případě, kdy je prováděno měření souboru rozšířených datových parametrů, je doplněn soubor základních datových parametrů o kvalitativní datové parametry, a to vzestupnou informační rychlost (upload; IR_{up}), sestupnou informační rychlost (download; IR_{down}), zpoždění rámců (FD), rozptyl zpoždění rámců (IFDV) a ztrátovost rámců (FLR), nicméně svojí strukturou takto definovaný měřicí proces vychází opět z metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu.

2.1. Měření souboru rozšířených datových parametrů

Měření v pevných sítích elektronických komunikací z hlediska umístění měřicího zařízení (terminálu) odpovídá stacionárnímu měření. Pro všechna měření ve stacionárním bodě je doporučeno provádět opakovaná měření s dostatečnou časovou a provozní diverzitou.

Je doporučeno provádět tři hlavní, nezávislé, měření včetně dodržení dostatečné časové diverzity, tzn. minimálně jedno měření v provozní špičce a minimálně jedno měření mimo provozní špičku. Vzhledem k časové náročnosti procesu měření rozšířeného souboru datových parametrů je přípustné provést všechny tři hlavní měření v provozní špičce v případě stávajících pevných sítí elektronických komunikací (zatížené pevné sítě), v případě nově vybudovaných pevných sítí elektronických komunikací (nezatížené pevné sítě) je možné provádět všechny tři hlavní měření i mimo provozní špičku.

Jedno měření by nemělo přesáhnout časový rámec 20 minut, ve kterém proběhne sekvence 3 testů (základní, basic test, dále jen „testB“) dle metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu vycházejícího z doporučení IETF RFC 6439 a 1 testu (doplňující, complementary test, dále jen „testC“) dle standardu ITU-T Y.1564. Jeden testB musí garantovat délku měření propustnosti TCP datového toku v intervalu:

$$60 \text{ s} < T_{\text{TCP}} < 120 \text{ s}, \quad (10)$$

přičemž za doporučenou hodnotu délky měření propustnosti TCP datového toku lze považovat $T_{\text{TCP}} = 90$ s. Důvodem tohoto stanovení je detekce velké opakující se odchylky od běžně dostupné rychlosti (BDR). Vzhledem k samotnému procesu zpracování naměřených hodnot (T_{proc}) použitými měřicími nástroji by celková délka trvání jednoho testu neměla překračovat hodnotu T_{testB} :

$$T_{\text{testB}} = T_{\text{TCP}} + T_{\text{proc}} \leq 150 \text{ s}. \quad (11)$$

Standard ITU-T Y. 1564 doporučuje provést základní test o celkové délce 15 minut. Protože je doporučeno v rámci měřicího procesu provádět 3 hlavní, nezávislé, měření, musí jeden testC, resp. zátěžový test, garantovat délku měření kvalitativních datových parametrů:

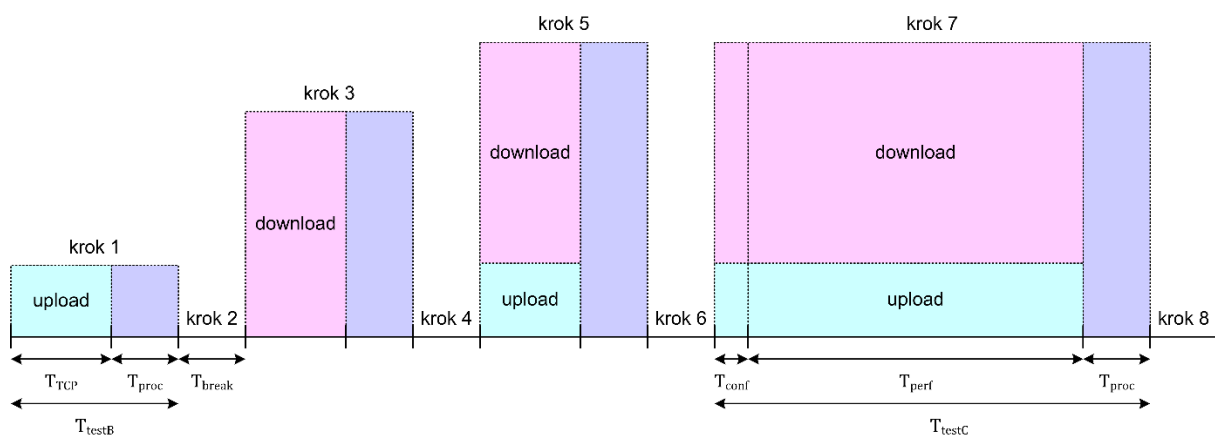
$$T_{\text{perf}} \geq 300 \text{ s.} \quad (12)$$

Je doporučeno, aby testC obsahoval i tzv. konfigurační test služby. Tento test představuje měření kvalitativních datových parametrů v závislosti na změně vstupní hodnoty CIR v šesti krocích, konkrétně při 50 % CIR, 75 % CIR, 90 % CIR a 100 % CIR, dále při EIR a max NBR. Každý krok by měl odpovídat délce testu od 1 do 60 s. Úřad se rozhodl využít pouze prvních 5 kroků při délce jednoho kroku 5 s ($T_{\text{conf}} = 25 \text{ s}$). Vzhledem k samotnému procesu zpracování naměřených hodnot (T_{proc}) použitými měřicími nástroji by celková délka trvání jednoho testu neměla překračovat hodnotu T_{testC} :

$$T_{\text{testC}} = T_{\text{conf}} + T_{\text{perf}} + T_{\text{proc}} \leq 400 \text{ s.} \quad (13)$$

Výsledný proces měření by se měl skládat z následujících kroků (viz obr. 1):

- krok 1 – jednosměrný test vzestupné propustnosti TCP datového toku (upload) včetně hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu $T_{\text{testB}} \leq 150 \text{ s}$,
- krok 2 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$,
- krok 3 – jednosměrný test sestupné propustnosti TCP datového toku (download) včetně hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu $T_{\text{testB}} \leq 150 \text{ s}$,
- krok 4 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$,
- krok 5 – obousměrný test propustnosti TCP datového toku (upload + download) včetně hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu $T_{\text{testB}} \leq 150 \text{ s}$,
- krok 6 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$,
- krok 7 – obousměrný test kvalitativních datových parametrů dle standardu ITU-T Y.1564 o celkové délce testu $T_{\text{testC}} \leq 400 \text{ s}$,
- krok 8 – pauza do zahájení další sekvence měření odpovídající časovému odstupu (uložení předcházejících výsledků testu, příprava na další test) o délce $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$.



Obr. 1: Doporučená podoba procesu měření rozšířeného souboru datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací

Pokud měřicí nástroj neumožňuje nastavení pořadí sekvence testů v doporučené podobě, je možné uvedené pořadí změnit, aniž by byla porušena integrita měření. Stejně tak je možné vypustit obousměrný test propustnosti TCP datového toku (krok 5), nebo sekvenci pauz mezi jednotlivými testy (kroky 2, 4, 6 a 8). Minimální přípustná podoba procesu měření rozšířeného souboru datových parametrů se musí skládat z jednosměrného vzestupného testu (krok 1), z jednosměrného sestupného testu (krok 3) propustnosti TCP datového toku a z obousměrného testu kvalitativních datových parametrů dle standardu ITU-T Y.1564 (krok 7). Možné kombinace realizace minimální přípustné podoby procesu měření závisí na použitých měřicích nástrojích.

2.2. Vstupní parametry sekvence měření

Vstupní parametry sekvence měření musí vycházet z parametrů prezentovaných poskytovateli služeb elektronických komunikací ve svých nabídkách služby přístupu

k internetu s ohledem na Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2120 (dále jen „Nařízení“) a s ním souvisejícím Vyjádřením Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality (smluvní garantování rychlostí stahování a odesílání dat viz čl. 4(1) písm. d) Nařízení), a také z měřicích procesů specifikovaných v metodickém postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založeném na doporučení IETF RFC 6349, a dle standardu ITU-T Y.1564. Při definování vstupních parametrů byly brány v potaz také vlastnosti přístupových technologií.

Úřad uvedl na základě Nařízení čtyři definice rychlostí související s poskytováním služby přístupu k internetu v pevných sítích v rozsahu od bodu předání služby koncovému uživateli (DeP 7) po bod přístupu MSEK peeringovým uzlem NIX.CZ (DeP 1). V případě stahování (download) a odesílání (upload) jsou níže uvedené definice rychlostí platné pro každý směr samostatně:

- Minimální rychlost ($R_{\min}$) – nejnižší garantovaná rychlost stahování (download) a odesílání (upload), kterou se příslušný poskytovatel služby přístupu k internetu smluvně zavázal koncovému uživateli poskytnout. V případě, že rychlost klesne pod tuto hodnotu, znamená takový stav výpadek služby. To znamená, že rychlost stahování, resp. odesílání dat, by neměla nikdy klesnout pod tuto hodnotu.
- Maximální rychlost ($R_{\max}$) – nejvyšší možná rychlost stahování (download) a odesílání (upload), kterou příslušný poskytovatel služby přístupu k internetu uvedl ve smlouvě koncovému uživateli pro poskytování dané služby. Maximální rychlost musí být stanovena realisticky a s ohledem na použitou technologii její přenosové možnosti a s ohledem na konkrétní podmínky nasazení, které jsou pro rychlosti stahování a odesílání limitující. Maximální rychlost musí být v dané přípoje či v daném místě připojení reálně dosažitelná.
- Běžně dostupná rychlost (BDR) – taková rychlost, kterou může koncový uživatel předpokládat a reálně dosahovat při stahování a odesílání dat v době, kdy danou službu používá. Běžně dostupná rychlost je definována jako podíl množství stažených a odeslaných dat a příslušného časového úseku, ve kterém je služba poskytována. Běžně dostupná rychlost může být specifikována různou hodnotou pro čas špičky i mimo špičku, avšak v takovém případě musí být dané rychlosti běžně dosažitelné v daných časových úsecích (ve špičce, mimo špičku). Poskytovatel služby přístupu k internetu musí také jasně uvést časové vymezení úseků ve špičce a mimo špičku, a to jasnými numerickými hodnotami.
- Inzerovaná rychlost (R_{inzer}) – rychlost stahování a odesílání, kterou poskytovatel služby přístupu k internetu používá ve svých obchodních sděleních, včetně reklamy a marketingu, v souvislosti s propagací, prodejem nebo dodáním dané služby. Inzerovaná rychlost, včetně další komerční komunikace, podléhá rovněž příslušných ustanovením spotřebitelského a soutěžního práva a nesmí být vyšších hodnot než ve smlouvě uvedené hodnoty maximálních rychlostí.

2.2.1. Vstupní parametry sekvence měření souboru základních datových parametrů

Metodický postup Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založený na doporučení IETF RFC 6349, definuje jako vstupní parametry BB, minRTT, TCP RWND a MTU. Většina dostupných měřicích nástrojů umožňuje nastavit vstupní parametry BB a MTU, ostatní parametry jsou schopny tyto měřicí nástroje stanovit sami dle kritérií uvedených v doporučení IETF RFC 6349. Někteří výrobci měřicích nástrojů chybně uvádějí v souvislosti s parametrem BB označení CIR. Toto označení je zavádějící, protože to inklinuje k chybnému nastavení hodnoty BB odpovídající hodnotou spojové vrstvě modelu ISO/OSI („committed information rate“), ale ve skutečnosti se jedná o vrstvu fyzickou. Je tedy doporučeno dotazovat se výrobce měřicího nástroje, na které vrstvě modelu ISO/OSI se zadává vstupní parametr BB.

V případě měření základních datových parametrů bude vstupní parametr BB roven definované hodnotě maximální rychlosti stahování (download) a odesílání (upload):

$$395 \quad BB_{up/down}(L1) = CIR_{up/down}(L1) = R_{maxup/down}(L1); [b/s; b/s]. \quad (14)$$

396 Hodnotu MTU měřené přenosové trasy NUT, pokud není známa (např. pro rámec IEEE
397 802.3 + IEEE 802.2 s rozšířením SNAP je MTU = 1492 B nebo Ethernet II je MTU = 1500 B),
398 je doporučeno identifikovat pomocí dostupných testovacích nástrojů, např. programem pro
399 zachytávání paketů Wireshark, nebo případně nástrojem pracujícím na základě doporučení
400 IETF RFC 4821 „Packetization Layer Path MTU Discovery“.

401 2.2.2. Vstupní parametry sekvence měření kvalitativních datových parametrů

402 Při měření kvalitativních datových parametrů v podobě doplňkových parametrů
403 k parametrům základním v rámci rozšířeného souboru datových parametrů je nutné vycházet
404 ze standardu ITU-T Y.1564, který definuje mimo jiné jako vstupní parametry CIR, EIR a velikost
405 ethernetového rámce FS (od 64 B do 1526 B). Jak už plyne z označení CIR, EIR, jedná se
406 o parametry odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI. Někteří výrobci měřicích nástrojů
407 chybně označují v souvislosti s parametrem CIR a EIR hodnoty odpovídající fyzické vrstvě
408 modelu ISO/OSI. Je tedy doporučeno dotazovat se výrobce měřicího nástroje, na které vrstvě
409 modelu ISO/OSI se zadávají vstupní parametr CIR a EIR.

410 V případě měření kvalitativních datových parametrů by měl být vstupní parametr CIR
411 roven definované hodnotě běžně dostupné rychlosti BDR stahování (download) a odesílání
412 (upload):

$$413 \quad CIR_{up/down}(L1) = BDR_{up/down}(L1); [b/s; b/s], \quad (15)$$

414 a to z důvodů eliminace prioritizace a také možnosti zkrácení kvalitativních parametrů dané
415 NUT zvláště v případě, kdy by se hodnota $SDR_{avg}(L1)$ měřicího procesu blížila hodnotě R_{max}
416 (L1). Nicméně pro účely konfiguračního testu je vhodné nastavit parametr EIR v podobě:

$$417 \quad EIR_{up/down}(L1) = R_{maxup/down}(L1); [b/s; b/s], \quad (16)$$

418 a to z důvodů ověření schopnosti dané NUT poskytovat definované hodnoty maximální
419 rychlosti stahování (download) a vkládání (upload). Výsledkem je informační rychlost IR
420 odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI pro oba směry a definované kvalitativní datové
421 parametry. Při stanovení hodnoty velikosti rámce FS je vhodné vycházet z určené hodnoty
422 MTU použité při měření základních datových parametrů, respektive:

$$423 \quad FS = MTU + MAC DST + MAC SRC + 802.1Q(802.1ad) + Ethertyp + FCS; [B; B], \quad (17)$$

424 pokud bude pro danou NUT stanovena hodnota MTU = 1500 B, potom pro případ MAC SRC =
425 6 B, MAC DST = 6 B, 802.1Q(802.1ad) = 0 B, Ethertyp = 2 B a FCS = 4 B bude FS = 1518 B.

426 2.3. Vyhodnocení měření

427 S ohledem na skutečnost, že se vyhodnocení měření dle daného měřeného souboru
428 datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací mohou výrazně lišit i s ohledem
429 na výkon kompetencí Úřadu, budou detailní informace k jednotlivým případům (scénářům)
430 uvedeny v příslušných přílohách tohoto dokumentu.

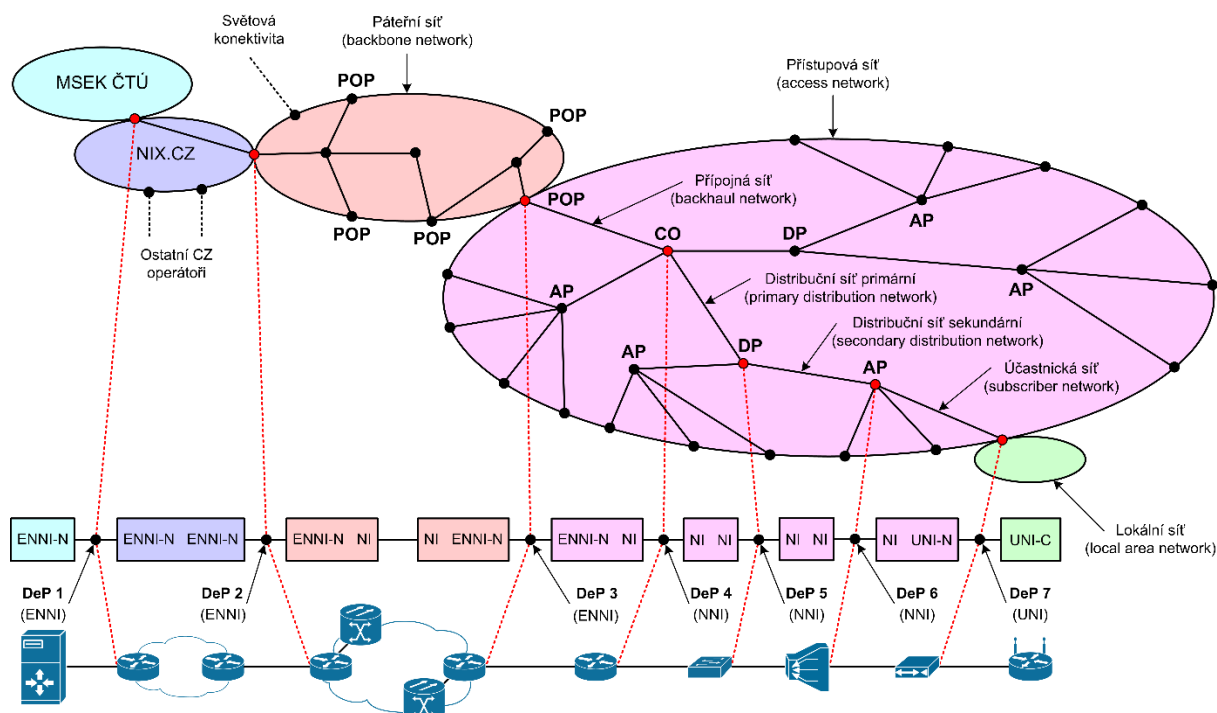
431 3. Demarkační body měření

432 Demarkační body měření představují takové body v síti, mezi kterými bude probíhat
433 měření souborů datových parametrů pevné sítě elektronických komunikací. Demarkační bod
434 si lze obecně představit v podobě rozhraní síťového uzlu (konkrétního portu aktivního prvku).
435 Úřad bude provádět měření dle metodického postupu přímo v konkrétním demarkačním bodě,
436 nebo případně v místě blízkém v rozsahu nepřekračujícím vzdálenost příslušného sousedního
437 demarkačního bodu dle smluvních podmínek. Úřad definuje následující demarkační body,
438 přičemž je vždy předpokládáno provádění měření na ethernetovém rozhraní (zvláště při
439 provádění měření pro výkon kompetencí Úřadu):

- První demarkační bod je definován v podobě přístupu MSEK (měřicího serveru) do sítě internet peeringovým uzlem NIX.CZ, viz. DeP 1 na obr. 2. Prvním demarkačním bodem lze definovat i jiné místo v síti, avšak pouze v těch případech, kdy nelze danou situaci řešit pomocí demarkačního bodu DeP 1. Typickou situací může být např. měření vyhrazené linky.
- Druhý demarkační bod si lze představit v podobě rozhraní síťového uzlu (konkrétního portu aktivního prvku) případně v místě blízkém v rozsahu nepřekračujícím vzdálenost příslušného sousedního demarkačního bodu dle smluvních podmínek, kde bude probíhat měření dle metodického postupu prostřednictvím měřicího zařízení (terminálu). V rámci tohoto dokumentu jsou definovány pozice demarkačních bodů DeP 2 až DeP 7, viz obr. 2, dle obecné struktury přístupové sítě a jejího přístupu do sítě internet, respektive do MSEK (DeP 1). Je zřejmé, že v rámci reálné struktury přístupové sítě konkrétního poskytovatele služby přístupu k síti internet může docházet ke sloučení některých demarkačních bodů, případně k jejich vynechání.

Takto definované demarkační body, viz obr. 2, je možné uplatnit i v případě potřeby provádět monitorování datového provozu s využitím protokolu SNMP, který mimo jiné umožňuje průběžný sběr datového provozu (upload a download) na příslušném rozhraní aktivních prvků souvisejících s daným demarkačním bodem. Monitorované hodnoty datového provozu odpovídají ve většině případů spojové vrstvě modelu ISO/OSI (L 2), tj. IR.

V případě, kdy není dostupné ethernetové rozhraní, je nutné využít certifikovaný převodník provozovatele sítě pro realizaci měření. Pokud není takový převodník dostupný, použije se převodník, který je dodáván zákazníkovi při aktivaci služby, avšak pokud si to situace vyžaduje, je možné využít i jiný převodník, který je pro tuto službu a technologii vhodný. Po zapojení a zapnutí takového převodníku je nutné vyčkat potřebný čas pro dosažení synchronizace a ustáleného stavu v síti (např. 5 minut), v ideálním případě postupovat na základě konzultace s provozovatelem sítě.



Obr. 2: Definované pozice demarkačních bodů v rámci obecného schéma struktury přístupové sítě a jejího připojení do sítě internet

469 **4. Bezpečnostní úvahy**

470 Jelikož při měření rozšířeného souboru datových parametrů se využívá UDP protokolu
471 na transportní vrstvě modelu ISO/OSI, může být chování měřicího procesu vnímáno sítovými
472 operátory (poskytovateli) jako pokus o DoS či DDoS útok. Proto měření rozšířeného souboru
473 datových parametrů může vyžadovat koordinaci s poskytovatelem internetového připojení.

474 **4.1. Problematika měření v sítích s IPv6 a NAT**

475 Vzhledem k možnosti zapouzdření TCP a UDP protokolů do IPv6 paketu může
476 v dnešní době v síti elektronických komunikací s nativní podporou IPv6 docházet k značnému
477 rozdílu v měření propustnosti TCP datového toku mezi IPv6 a IPv4. Je tedy vhodné ověřit, zda
478 je dostupná IPv6 konektivita a v případě, že ano, provést měření i v situaci, kdy TCP a UDP
479 spojení bude zapouzdřeno do IPv6 paketů.

480 **4.2. Problematika měření v prostředí neveřejných IP adres a stavových firewallů**

481 V případě, že je z nějakého důvodu zamezena možnost inicializace sítového spojení
482 sestupným směrem server („remote“) → klient („local“), je nutné použít takový měřicí nástroj,
483 který umožňuje reverzní inicializaci sítového spojení při měření sestupného směru. Tato
484 situace může nastat např. v sítích elektronických komunikací s NAT nebo s nastaveným
485 stavovým firewalllem, který např. blokuje TCP segment s příznakem SYN (navázání spojení)
486 z vnější strany.

487 **4.3. Postup při chybových stavech**

488 V případě, že při měření dojde k problému (např. s navázáním datového spojení) či
489 zjevně chybovému stavu, je nutné postupovat přiměřeně. Obsluha měřicího terminálu by se
490 měla pokusit určit příčinu daného problému, pokud je to možné, ji odstranit a popř. provést
491 následně opakované měření.

- 493 AP (access point) – označuje soustředovací bod na straně přístupové sítě.
- 494 BB (bottleneck bandwidth) – nejnižší hodnota kapacity měřené přenosové trasy odpovídající
495 první vrstvě modelu ISO/OSI
- 496 BDR – běžně dostupná rychlost, kterou může koncový uživatel předpokládat a reálně
497 dosahovat při stahování a odesílání dat v době, kdy danou službu používá
- 498 CIR (committed information rate) – garantovaná minimální informační rychlost odpovídající
499 druhé vrstvě modelu ISO/OSI
- 500 CO (central office) – centrální místo poskytovatele, prostřednictvím kterého je poskytován
501 přístup k síti internet (přístup do páteřní sítě)
- 502 Delay – je uplynulá doba mezi odesláním prvního bitu segmentu TCP a příjmem posledního
503 bitu odpovídajícího potvrzení segmentu TCP
- 504 $Delay_i$ – i -tá hodnota Delay, která je zaznamenána v rámci kontinuálního měření s periodou
505 1 s během testu propustnosti TCP datového toku
- 506 Delay(avg) – průměrná hodnota Delay během testu propustnosti TCP datového toku
- 507 DeP x (demarcation point x) – označuje konkrétní demarkační bod jako předávací rozhraní
508 mezi dvěma odlišnými síťovými entitami (páteřní síť, přístupová síť, lokální síť atd.)
- 509 DP (distribution point) – distribuční bod (uzel) distribuční sítě náležící do množiny přístupové
510 sítě
- 511 **EIR** (excess information rate) – ~~negarantovaná informační rychlost~~ odpovídající druhé vrstvě
512 modelu ISO/OSI a pokrývající pásmo od horní hranice CIR k maximální hodnotě NBR
- 513 ENNI (external network to network interface) – rozhraní mezi dvěma poskytovateli služby
514 připojení k síti internet
- 515 ENNI-N (external network to network interface-network side) – port na aktivním síťovém prvku
516 fyzicky připojeným k rozhraní mezi dvěma poskytovateli služby připojení k síti internet
- 517 FS (frame size) – velikost ethernetového rámce
- 518 FD (frame delay) – zpoždění rámců představující časového zpoždění NUT mezi odesláním
519 a příjmem ethernetového rámce
- 520 FD (RTT) – odpovídá uplynulé době mezi odesláním prvního bitu rámce od koncového
521 uživatele směrem k poskytovateli služby přístupu k síti internet a příjmem posledního bitu
522 zpětně odeslaného rámce od poskytovatele služby směrem ke koncovému uživateli
- 523 FLR (frame loss ratio) – ztrátovost paketů jako poměr všech nedoručených (ztracených)
524 ethernetových rámců k celkovému počtu všech odeslaných ethernetových rámců
- 525 FWA (fixed wireless access) – bezdrátová síť elektronických komunikací v pevném místě
- 526 IFDV (inter-frame delay variation) – rozptyl zpoždění rámců, často také kolísání zpoždění,
527 variace zpoždění nebo jitter, představuje rozdíl mezi referenčním časem doručení
528 ethernetového rámce (c_k) a jeho skutečným časem doručení (d_k)
- 529 IR – hodnota informační rychlosti odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI
- 530 L x (layer x) – konkrétní vrstva modelu ISO/OSI
- 531 minDelay – označuje nejmenší naměřenou hodnotu Delay během navázaného spojení při
532 úvodním testovacím intervalu
- 533 MS – měřicí server

534 MSEK – Měřicí systém elektronických komunikací, významný informační systém Úřadu
535 MT – měřicí terminál

536 MTU (maximum transmission unit) – označení pro maximální velikost IP datagramu (TCP
537 segment), který je možné vyslat daným síťovým rozhraním

538 NBR (net bit rate) – označuje datovou přenosovou rychlost odpovídající fyzické vrstvě modelu
539 ISO/OSI (L 1) daného rozhraní s předpokladem využití ethernetového rámce

540 NNI (network to network interface) – rozhraní mezi aktivními síťovými prvky poskytovatele
541 služby připojení k síti internet

542 NI (network interface) – port na aktivním síťovém prvku

543 NUT (network under test) – označuje testovanou přenosovou trasu

544 POP (point of presence) – demarkační bod mezi dvěma odlišnými typy datových sítí (páteří
545 a přístupové sítí). POP je především infrastruktura, která umožňuje vzdáleným uživatelům
546 připojit se k síti internet.

547 R_{inzer} – inzerovaná rychlost, tj. rychlost stahování a odesílání, kterou poskytovatel služby
548 přístupu k internetu používá ve svých obchodních sděleních, včetně reklamy a marketingu,
549 v souvislosti s propagací, prodejem nebo dodáním dané služby

550 R_{max} – maximální rychlost, tj. nejvyšší možná rychlost stahování (download) a odesílání
551 (upload)

552 R_{min} – minimální rychlost, tj. nejnižší garantovaná rychlost stahování (download) a odesílání
553 (upload)

554 SDR – skutečně dosahovaná rychlost, tj. aktuální rychlost v daném časovém okamžiku

555 SDR(avg) – průměrná hodnota skutečně dosahované rychlosti po dobu délky trvání testu t

556 síťový uzel – seskupení jednoho nebo více síťových elementů (síťových prvků)

557 SNAP (SubNetwork Access Protocol) – rozšíření LLC rámce IEEE 802.2 tak, aby mohl
558 pracovat s různými variantami ethernetového pole Ethertyp (např. s typem rámce Ethernet II)

559 t – délka trvání testu obecně (např. v případě testu testB odpovídá hodnotě T_{testB})

560 TCP aTR – aktuální hodnota propustnosti TCP datového toku odpovídající transportní vrstvě
561 modelu ISO/OSI

562 TCP RWND (TCP receive window) – označuje velikost TCP okna na přijímací straně

563 UNI (user network interface) – rozhraní mezi poskytovatelem služby připojení k síti internet
564 a koncovým účastníkem

565 UNI-C (user network interface-customer side) - port na aktivním síťovém prvku na straně
566 koncového účastníka připojení fyzicky připojený k rozhraní mezi poskytovatelem služby
567 připojení k síti internet a koncovým účastníkem

568 UNI-N (user network interface-network side) - port na aktivním síťovém prvku na straně
569 poskytovatele služby připojení k síti internet fyzicky připojený k rozhraní mezi poskytovatelem
570 a koncovým účastníkem

571

572

574 1. Měření pevné sítě elektronických komunikací pro účely kontroly datových 575 parametrů náležících do souboru základních datových parametrů

576 Příloha 1 verze 2.0 je určena pro měření datových parametrů v běžném síťovém
577 provozu náležících do souboru základních datových parametrů. Měření podle přílohy 1 je
578 určeno pro výkon kompetencí Úřadu ve smyslu kontroly datových parametrů služby přístupu
579 k síti internet.

580 1.1. Popis měřicího scénáře

581 Měřicí scénář odpovídá měřicímu procesu specifikovaném v metodickém postupu
582 Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu. Specifikovaný měřicí scénář je Úřadem
583 stanoven pro měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací náležících
584 do souboru základních datových parametrů pro účel jejich kontroly. Měřicí scénář i zvolený
585 soubor základních datových parametrů jsou v souladu s dokumenty Stanovení základních
586 parametrů a měření kvality služby přístupu k internetu a Vyjádření Českého
587 telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským
588 pravidlům síťové neutrality.

589 1.2. Volba měřicí metody

590 Pro účely měření dle stanoveného měřicího scénáře je zvolena měřicí metoda
591 definovaná v metodickém postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu,
592 založeném na doporučení IETF RFC 6349. Úřad uvedl na základě Nařízení čtyři definice
593 rychlostí související s poskytováním služby přístupu k internetu v pevných sítích v rozsahu od
594 bodu předání služby koncovému uživateli (DeP 7) po bod přístupu MSEK do peeringového
595 uzlu NIX.CZ (DeP 1). V případě stahování (download) a odesílání (upload) jsou definice
596 rychlostí platné pro každý směr samostatně. Zvolená měřicí metoda bude Úřadem
597 uplatňována v případě kontrolních měření dodržování definovaných rychlostí, a to z hlediska
598 ověření vzniku výpadku služby a tzv. odchylek jako indikátorů skutečnosti, že výkon služby
599 nedosahuje smluvných parametrů. Úřadem zvolená měřicí metoda definuje provádění
600 měření na transportní vrstvě modelu ISO/OSI (L 4) prostřednictvím protokolu TCP.

601 Ve výjimečných případech, např. pro měření datových parametrů vyhrazených linek,
602 např. MPLS, nebo v případě potřeby měřit v demarkačních bodech DeP < 6, lze použít měřicí
603 metodu definovanou standardem ITU-T Y.1564, respektive provádět měření kvalitativních
604 datových parametrů spadajících do souboru rozšířených datových parametrů definovaných
605 v tomto dokumentu. Takto zvolená náhradní metoda definuje provádění měření na spojové
606 vrstvě modelu ISO/OSI (L 2) s využitím protokolu transportní vrstvy UDP (L 4), tj. uplatnění
607 pouze kroku č. 8 definované sekvence měření v rámci tohoto dokumentu. Vstupní parametry
608 sekvence měření se budou odvíjet od smluvních podmínek, přičemž nebude uplatňován
609 vstupní parametr $EIR_{up/down}$. Konfigurační test bude obsahovat pouze první 4 kroky (plně
610 v souladu s minimálním počtem kroků dle ITU-T Y.1564).

611 1.3. Měřicí sekvence

612 Je doporučeno provádět tři hlavní, nezávislé, měření včetně dodržení dostatečné
613 časové diverzity, tzn. minimálně jedno měření v provozní špičce a minimálně jedno měření
614 mimo provozní špičku. Vzhledem k časové náročnosti procesu měření základního souboru
615 datových parametrů je přípustné provést všechny tři hlavní měření v provozní špičce, tj.
616 v případě měření v běžném síťovém provozu. Jedno měření by nemělo přesáhnout časový
617 rámec 20 minut, ve kterém proběhne sekvence 3 testů kategorie testB dle podkapitoly
618 Sekvence měření metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu
619 (kroky 1 až 6), případně lze vycházet analogicky z podkapitoly Sekvence měření tohoto
620 dokumentu při vynechání kroků 7 a 8.

Pokud měřicí nástroj neumožňuje nastavení pořadí sekvence testů v doporučené podobě, je možné uvedené pořadí změnit, aniž by byla porušena integrita měření. Stejně tak je možné vypustit obousměrný test propustnosti TCP datového toku (krok 5), nebo sekvenci pauz mezi jednotlivými testy (kroky 2, 4 a 6). Minimální přípustná podoba procesu měření základního souboru datových parametrů se musí skládat z jednosměrného vzestupného testu (krok 1), z jednosměrného sestupného testu (krok 3) propustnosti TCP datového toku. Možné kombinace realizace minimální přípustné podoby procesu měření závisí na použitých měřicích nástrojích. Nedoporučuje se při měření využívat tzv. „loopback“ testu, a to ani v případě symetrických přenosových tras NUT.

1.4. Demarkační body

Prvním demarkačním bodem bude v souladu s podkapitolou Demarkační body měření tohoto dokumentu přístup MSEK (měřicího serveru) do sítě internet peeringovým uzlem NIX.CZ, viz. DeP 1 na obr. 2. Druhý demarkační bod si lze představit v podobě rozhraní síťového uzlu (konkrétního portu aktivního prvku) případně v místě blízkém v rozsahu nepřekračujícím vzdálenost příslušného sousedního demarkačního bodu dle smluvních podmínek, kde bude probíhat měření prostřednictvím měřicího zařízení (terminálu). V rámci přílohy 1 tohoto dokumentu je předpokládán jako druhý demarkační bod DeP 7, viz obr. 2, tj. demarkační bod mezi poskytovatelem služby přístupu k síti internet a koncovým účastníkem. Vzhledem k technologiím přístupových sítí a jejich struktuře může být druhým demarkačním bodem v ojedinělých případech i DeP 6, viz. obr. 2 (např. situace, kdy je soustředovací bod AP realizován v podobě směrovače (routeru) nebo síťového přepínače (switchu)).

1.5. Nastavení měřicího terminálu a zahájení procesu měření

Po stanovení měřicí metody, měřicí sekvence a určení demarkačních bodů následuje fyzické zapojení měřicího zařízení dle stanoveného demarkačního bodu (DeP 7). Správné zapojení se následně ověří pomocí měřicího zařízení, kde je nutné následně provést volbu a nastavení parametrů měřicího rozhraní. Dále je nutné provést další případné nastavení parametrů vyšších síťových vrstev, pokud je to nutné, např. MAC SRC, 802.1Q (802.1ad), IP adresu měřicího terminálu, pokud ji neobdrží prostřednictvím DHCP serveru a číslo TCP portu měřicího nástroje na měřicím zařízení i na měřicím serveru, pokud již není přednastaveno.

V další fázi je nutné provést nastavení vstupních parametrů měřicího nástroje na straně měřicího zařízení. Vstupní parametry měřicího nástroje, resp. sekvence měření, musí vycházet z parametrů prezentovaných poskytovateli služeb elektronických komunikací ve svých nabídkách služby přístupu k internetu s ohledem na Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2120 (dále jen „Nařízení“) a s ním souvisejícím Vyjádřením Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality (smluvní garantování rychlostí stahování a odesílání dat viz čl. 4(1) písm. d) Nařízení), a také z měřicích procesů specifikovaných v metodickém postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založeném na doporučení IETF RFC 6349. Vstupní parametry je nutné nastavit dle použitého měřicího nástroje v souladu s podkapitolou Vstupní parametry sekvence měření základních datových parametrů tohoto dokumentu, kde je ovšem nutné si dávat pozor, na které vrstvě modelu ISO/OSI a pod jakým označením se do měřicího nástroje zadává vstupní parametr BB. V tomto případě vždy musí platit rovnice (14), resp. $BB_{up/down}(L1) = CIR_{up/down}(L1) = R_{maxup/down}(L1)$.

Dalším klíčovým parametrem je hodnota MTU. Hodnotu MTU měřené přenosové trasy NUT, pokud není známa, je doporučeno identifikovat pomocí dostupných testovacích nástrojů, např. programem pro zachytávání paketů Wireshark, nebo případně nástrojem pracujícím na základě doporučení IETF RFC 4821 „Packetization Layer Path MTU Discovery“.

Na základě nastavení vstupních parametrů měřicího nástroje včetně intervalů měřicí sekvence je možné provést samotný test dle zvolených kroků, nejlépe v doporučeném pořadí, jehož výsledkem jsou naměřené hodnoty souboru základních datových parametrů. Výsledky

671 jednotlivých testů kategorie testB se následně uloží v podobě reportů umožňující další strojové
672 zpracování (HTML, CSV atd.) do výsledné podoby záznamu o měření.

673 1.6. Vyhodnocení výsledku procesu měření

674 Při vyhodnocování výsledků procesu měření kategorie testB dle přílohy 1 tohoto
675 dokumentu bude Úřadem sledováno dodržování definovaných rychlostí, a to z hlediska
676 ověření vzniku výpadku služby a tzv. odchylek jako indikátorů skutečnosti, že výkon služby
677 nedosahuje smluvených parametrů. V případě minimální rychlosti ($R_{\min}$) platí, že se jedná
678 o nejnižší garantovanou rychlost stahování (download) a odesílání (upload), kterou se
679 příslušný poskytovatel služby přístupu k internetu smluvně zavázal koncovému uživateli
680 poskytnout. V případě, že rychlost klesne pod tuto hodnotu, znamená takový stav výpadek
681 služby. Pro rychlost stahování, resp. odesílání dat, by mělo tedy platit:

$$682 \text{TCP aTR} \geq R_{\min}; [b/s; b/s], \quad (18)$$

683 v opačném případě došlo k výpadku služby přístupu k síti internet.

684 Úřad ve svém dokumentu Vyjádření Českého telekomunikačního úřadu k vybraným
685 otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality na základě
686 Nařízení zavádí velkou trvalou a velkou pravidelně se opakující odchylku od běžně dostupné
687 rychlosti (BDR). Obě definované odchylky se odvozují od detekovatelné změny výkonu služby
688 přístupu k internetu. Detekovatelná změna výkonu služby přístupu k internetu (dále jen „DZV“)
689 v pevné síti elektronických komunikací označuje pokles alespoň jedné ze skutečně
690 dosahovaných rychlostí (dále jen „SDR“) stahování či odesílání dat pod 50 % hodnoty uvedené
691 jako BDR. Úroveň poklesu SDR pod BDR může označit jako $p_{\text{SDR}} = 0,5$. Hranici detekovatelné
692 změny výkonu je možné následně stanovit z rovnice:

$$693 \text{DZV} = \text{BDR} \cdot p_{\text{SDR}}; [b/s; b/s, -]. \quad (19)$$

694 Za velkou trvalou odchylku od BDR stahování a odesílání dat považuje Úřad takovou
695 odchylku, která vytváří souvislou detekovatelnou změnu výkonu služby přístupu k internetu
696 delší než 30 minut. Je možné tedy napsat, že pro velkou trvalou odchylku od BDR platí:

$$697 T_{\text{DZV}} > 30 \text{ min}, \quad (20)$$

698 kde T_{DZV} označuje délku intervalu překročení hranice DZV odpovídající čas zahájení měřicího
699 procesu t_0 . Vzhledem k samotnému procesu měření a jeho jednotlivým krokům bude
700 považovat Úřad za vznik velké trvalé odchylky případ, kdy pro všechny výsledky testů
701 kategorie testB stahování nebo odesílání bude platit podmínka $\text{TCP aTR} < \text{DZV}$.

702 Za velkou opakující se odchylku od BDR stahování a odesílání dat považuje Úřad
703 takovou odchylku, při které dojde alespoň ke třem detekovatelným změnám výkonu služby
704 přístupu k internetu delším než 1 minuta v časovém úseku 1 hodiny. Pokud tedy označíme čas
705 zahájení testu, při kterém byla překročena hranice DZV, v podobě t_x , kde $x \in \mathbb{N}^+$, a dále
706 použijeme stanovenou délku intervalu samotného testu T_{testB} , je možné tedy napsat, že pro
707 velkou opakující se odchylku od BDR platí:

$$708 \exists t_1, t_2, t_3: T_{\text{DZV}} > 1 \text{ min} \wedge (t_3 - t_1) \leq (60 \text{ min} - T_{\text{testB}}). \quad (21)$$

709 Konstatování, zda během měřicího procesu došlo k vzniku výpadku služby nebo k tzv.
710 odchylek jako indikátorů skutečnosti, že výkon služby přístupu k síti internet nedosahuje
711 smluvených parametrů, bude nedílnou součástí záznamu o měření.

712

713

714

2. Měření pevné sítě elektronických komunikací pro účely kontroly datových parametrů náležících do souboru rozšířených datových parametrů

Příloha 2 verze 2.0 je určena pro měření datových parametrů náležících do souboru rozšířených datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací spadajících do kategorie NGA. Měření podle přílohy 2 je uplatnitelné pro účel kontroly datových parametrů nově budovaných NGA sítí, stávajících NGA sítí nebo případně k naplnění potřeby Úřadu posouzení stávajících pevných sítí z hlediska dosahovaných kvalitativních datových parametrů.

2.1. Popis měřicího scénáře

Měřicí scénář odpovídá měřicímu procesu specifikovaném v metodickém postupu tohoto dokumentu. Specifikovaný měřicí scénář je Úřadem stanoven pro měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací náležících do souboru rozšířených datových parametrů pro účel jejich kontroly. Měřicí scénář i zvolený soubor rozšířených datových parametrů jsou v souladu s dokumenty Stanovení základních parametrů a měření kvality služby přístupu k internetu a Vyjádření Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality.

2.2. Volba měřicí metody

Pro účely měření dle stanoveného měřicího scénáře vychází zvolená měřicí metoda z metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založeném na doporučení IETF RFC 6349, doplněna standardem ITU-T Y.1564. Úřad uvedl na základě Nařízení čtyři definice rychlostí související s poskytováním služby přístupu k internetu v pevných sítích v rozsahu od bodu předání služby koncovému uživateli (DeP 7) po bod přístupu MSEK do peeringového uzlu NIX.CZ (DeP 1). V případě stahování (download) a odesílání (upload) jsou definice rychlostí platné pro každý směr samostatně. Zvolená měřicí metoda bude Úřadem uplatňována nejen v případě kontrolních měření dodržování definovaných rychlostí, a to z hlediska ověření vzniku výpadku služby a tzv. odchylek jako indikátorů skutečnosti, že výkon služby nedosahuje smluvených parametrů, ale i z hlediska dosažení kvalitativních datových parametrů, a to ve srovnání s technickou specifikací MEF 23.1 kategorie Performance Tier 2 (Regional). Úřadem zvolená měřicí metoda definuje provádění měření na transportní vrstvě modelu ISO/OSI (L 4) prostřednictvím protokolu TCP pro soubor základních datových parametrů a měření na spojové vrstvě modelu ISO/OSI (L 2) prostřednictvím protokolu UDP na transportní vrstvě pro měření doplňujících kvalitativních datových parametrů v rámci souboru rozšířených datových parametrů.

2.3. Měřicí sekvence

Je doporučeno provádět tři hlavní, nezávislé, měření včetně dodržení dostatečné časové diverzity, tzn. minimálně jedno měření v provozní špičce a minimálně jedno měření mimo provozní špičku. Vzhledem k časové náročnosti procesu měření rozšířeného souboru datových parametrů je přípustné provést všechny tři hlavní měření v provozní špičce v případě stávajících pevných sítí elektronických komunikací (zatížené pevné sítě), v případě nově vybudovaných pevných sítí elektronických komunikací (nezatížené pevné sítě) je možné provádět všechny tři hlavní měření i mimo provozní špičku. Jedno měření by nemělo přesáhnout časový rámec 20 minut, ve kterém proběhne sekvence 3 testů kategorie testB a 1 testu kategorie testC, dle podkapitoly Sekvence měření tohoto dokumentu (kroky 1 až 8).

Pokud měřicí nástroj neumožňuje nastavení pořadí sekvence testů v doporučené podobě, je možné uvedené pořadí změnit, aniž by byla porušena integrita měření. Stejně tak je možné vypustit obousměrný test propustnosti TCP datového toku (krok 5), nebo sekvenci pauz mezi jednotlivými testy (kroky 2, 4, 6 a 8). Minimální přípustná podoba procesu měření rozšířeného souboru datových parametrů se musí skládat z jednosměrného vzestupného testu (krok 1), z jednosměrného sestupného testu (krok 3) propustnosti TCP datového toku a z obousměrného testu kvalitativních datových parametrů dle standardu ITU-T Y.1564

(krok 7). Možné kombinace realizace minimální přípustné podoby procesu měření závisí na použitých měřicích nástrojích. Nedoporučuje se při měření využívat tzv. „loopback“ testu, a to ani v případě symetrických přenosových tras NUT.

2.4. Demarkační body

Prvním demarkačním bodem bude v souladu s podkapitolou Demarkační body měření tohoto dokumentu přístup MSEK (měřicího serveru) do sítě internet peeringovým uzlem NIX.CZ, viz. DeP 1 na obr. 2. Druhý demarkační bod si lze představit v podobě rozhraní síťového uzlu (konkrétního portu aktivního prvku) případně v místě blízkém v rozsahu nepřekračujícím vzdálenost příslušného sousedního demarkačního bodu dle smluvních podmínek, kde bude probíhat měření prostřednictvím měřicího zařízení (terminálu). V rámci přílohy 2 tohoto dokumentu je předpokládán jako druhý demarkační bod DeP 7, viz. obr. 2, tj. demarkační bod mezi poskytovatelem služby přístupu k síti internet a koncovým účastníkem. Vzhledem k technologiím přístupových sítí a jejich struktuře může být druhým demarkačním bodem v ojedinělých případech i DeP 6, viz. obr. 2 (např. situace, kdy je soustředovací bod AP realizován v podobě směrovače (routeru) nebo síťového prepínače (switche)).

2.5. Nastavení měřicího terminálu a zahájení procesu měření

Po stanovení měřicí metody, měřicí sekvence a určení demarkačních bodů následuje fyzické zapojení měřicího zařízení dle stanoveného demarkačního bodu. Správné zapojení se následně ověří pomocí měřicího zařízení, kde je nutné následně provést volbu a nastavení parametrů měřicího rozhraní. Dále je nutné provést další případné nastavení parametrů vyšších síťových vrstev, pokud je to nutné, např. MAC SRC, 802.1Q (802.1ad), IP adresu měřicího terminálu, pokud ji neobdrží prostřednictvím DHCP serveru a číslo TCP portu měřicího nástroje na měřicím zařízení i na měřicím serveru, pokud již není přednastaveno.

V další fázi je nutné provést nastavení vstupních parametrů měřicího nástroje (měřicího zařízení). Vstupní parametry měřicího nástroje, resp. sekvence měření, musí vycházet z parametrů prezentovaných poskytovateli služeb elektronických komunikací ve svých nabídkách služby přístupu k internetu s ohledem na Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2120 (dále jen „Nařízení“) a s ním související Vyjádření Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality (smluvní garantování rychlostí stahování a odesílání dat viz čl. 4(1) písm. d) Nařízení), a také z měřicích procesů specifikovaných v metodickém postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založeném na doporučení IETF RFC 6349. Vstupní parametry je nutné nastavit dle použitého měřicího nástroje v souladu s podkapitolou Vstupní parametry sekvence měření základních datových parametrů tohoto dokumentu, kde je ovšem nutné si dávat pozor, na které vrstvě modelu ISO/OSI a pod jakým označením se do měřicího nástroje zadává vstupní parametr BB. V tomto případě vždy musí platit rovnice (14), resp. $BB_{up/down}(L1) = CIR_{up/down}(L1) = R_{maxup/down}(L1)$.

Dalším klíčovým parametrem je hodnota MTU. Hodnotu MTU měřené přenosové trasy NUT, pokud není známa, je doporučeno identifikovat pomocí dostupných testovacích nástrojů, např. programem pro zachytávání paketů Wireshark, nebo případně nástrojem pracujícím na základě doporučení IETF RFC 4821 „Packetization Layer Path MTU Discovery“.

Na základě nastavení vstupních parametrů měřicího nástroje včetně intervalů měřicí sekvence je možné provést samotný test dle zvolených kroků, nejlépe v doporučeném pořadí (kroky 1 až 6), jehož výsledkem jsou naměřené hodnoty souboru základních datových parametrů. Výsledky jednotlivých testů (testB) se následně uloží v podobě reportů umožňující další strojové zpracování (HTML, CSV atd.) do výsledné podoby záznamu o měření.

V poslední fázi se provede nastavení vstupních parametrů měřicího zařízení v rámci měření kvalitativních datových parametrů v podobě doplňkových parametrů k parametrům základním v rámci rozšířeného souboru datových parametrů. V tomto případě se vychází ze standardu ITU-T Y.1564, který definuje mimo jiné jako vstupní parametry CIR, EIR a velikost ethernetového rámce FS (od 64 B do 1526 B). Jak už plyne z označení CIR, EIR, jedná se

o parametry odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI. Vstupní parametry je nutné nastavit dle použitého měřicího nástroje v souladu s podkapitolou Vstupní parametry sekvence měření kvalitativních datových parametrů tohoto dokumentu, kde je ovšem nutné si dávat pozor, na které vrstvě modelu ISO/OSI a pod jakým označením se do měřicího nástroje zadává vstupní parametry CIR a EIR. V tomto případě vždy musí platit rovnice (15) a (16), resp. $CIR_{up/down}(L1) = BDR_{up/down}(L1)$ a $EIR_{up/down}(L1) = R_{max_{up/down}}(L1)$. Při stanovení hodnoty velikosti rámce FS je vhodné vycházet z určené hodnoty MTU z předchozí fáze, resp. $FS = MTU + MAC_{DST} + MAC_{SRC} + 802.1Q(802.1ad) + Ethertyp + FCS$.

Na základě nastavení vstupních parametrů měřicího nástroje včetně intervalů měřicí sekvence je možné provést samotný test dle zvolených kroků, nejlépe v doporučeném pořadí (kroky 7 až 8), jehož výsledkem jsou naměřené hodnoty doplňkových parametrů k parametrům základním v rámci rozšířeného souboru datových parametrů. Výsledky jednotlivých testů (testC) se následně uloží v podobě reportů umožňující další strojové zpracování (HTML, CSV atd.) do výsledné podoby záznamu o měření.

2.6. Vyhodnocení výsledku procesu měření

Při vyhodnocování výsledků procesu měření kategorie testB dle přílohy 2 tohoto dokumentu bude Úřadem sledováno dodržování definovaných rychlostí, a to z hlediska ověření vzniku výpadku služby a tzv. odchylek jako indikátorů skutečnosti, že výkon služby nedosahuje smluvených parametrů. V případě minimální rychlosti (R_{min}) platí, že se jedná o nejnižší garantovanou rychlost stahování (download) a odesílání (upload), kterou se příslušný poskytovatel služby přístupu k internetu smluvně zavázal koncovému uživateli poskytnout. V případě, že rychlost klesne pod tuto hodnotu, znamená takový stav výpadek služby. Pro rychlost stahování, resp. odesílání dat, by mělo tedy platit:

$$TCP\ aTR \geq R_{min}; [b/s; b/s], \quad (18)$$

v opačném případě došlo k výpadku služby přístupu k síti internet.

Úřad ve svém dokumentu Vyjádření Českého telekomunikačního úřadu k vybraným otázkám přístupu k otevřenému internetu a evropským pravidlům síťové neutrality na základě Nařízení zavádí velkou trvajíc a velkou pravidelně se opakující odchylku od běžně dostupné rychlosti (BDR). Obě definované odchylky se odvozují od detekovatelné změny výkonu služby přístupu k internetu. Detekovatelná změna výkonu služby přístupu k internetu (dále jen „DZV“) v pevné síti elektronických komunikací označuje pokles alespoň jedné ze skutečně dosahovaných rychlostí (dále jen „SDR“) stahování či odesílání dat pod 50 % hodnoty uvedené jako BDR. Úroveň poklesu SDR pod BDR může označit jako $p_{SDR} = 0,5$. Hranici detekovatelné změny výkonu je možné následně stanovit z rovnice:

$$DZV = BDR \cdot p_{SDR}; [b/s; b/s, -]. \quad (19)$$

Za velkou trvajíc odchylku od BDR stahování a odesílání dat považuje Úřad takovou odchylku, která vytváří souvislou detekovatelnou změnu výkonu služby přístupu k internetu delší než 30 minut. Je možné tedy napsat, že pro velkou trvajíc odchylku od BDR platí:

$$T_{DZV} > 30\ min, \quad (20)$$

kde T_{DZV} označuje délku intervalu překročení hranice DZV odpovídající čas zahájení měřicího procesu t_0 . Vzhledem k samotnému procesu měření a jeho jednotlivým krokům bude považovat Úřad za vznik velké trvajíc odchylky případ, kdy pro všechny výsledky testů (testB) stahování nebo odesílání bude platit podmínka $TCP\ aTR < DZV$.

Za velkou opakující se odchylku od BDR stahování a odesílání dat považuje Úřad takovou odchylku, při které dojde alespoň ke třem detekovatelným změnám výkonu služby přístupu k internetu delším než 1 minuta v časovém úseku 1 hodiny. Pokud tedy označíme čas zahájení testu, při kterém byla překročena hranice DZV, v podobě t_x , kde $x \in \mathbb{N}^+$, a dále použijeme stanovenou délku intervalu samotného testu T_{testB} , je možné tedy napsat, že pro velkou opakující se odchylku od BDR platí:

$$\exists t_1, t_2, t_3: T_{DZV} > 1 \text{ min} \wedge (t_3 - t_1) \leq (60 \text{ min} - T_{\text{testB}}). \quad (21)$$

Konstatování, zda během měřicího procesu došlo k vzniku výpadku služby nebo k tzv. odchylek jako indikátorů skutečnosti, že výkon služby přístupu k síti internet nedosahuje smluvených parametrů, bude nedílnou součástí záznamu o měření.

Při vyhodnocování výsledků procesu měření kategorie testC dle přílohy 2 tohoto dokumentu je nutné také posoudit naměřené kvalitativní datové parametry náležící do souboru rozšířených datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací. Měření podle přílohy 2 je uplatnitelné pro účel kontroly datových parametrů nově budovaných NGA sítí, stávajících NGA sítí nebo případně k naplnění potřeby Úřadu posouzení stávajících pevných sítí z hlediska dosahovaných kvalitativních datových parametrů. Z důvodů umístění měřicího serveru jako součásti MSEK s přístupem do sítě internet prostřednictvím peeringového uzlu NIX.CZ, viz DeP 1 na obr. 2, a z důvodů samotné rozlohy České republiky, se Úřad rozhodl doporučit použití pro vyhodnocování výsledků procesu měření kvalitativních datových parametrů hodnoty uvedené v technické specifikaci MEF 23.1, Performance Tier 2 (Regional) odpovídající vzdálenostem < 1200 km, přičemž hodnoty konkrétních CoS v podobě použitelných kvalitativních úrovní jsou uvedeny v tabulkách tab. 1, tab. 2 a tab. 3.

Tab. 1: Kategorie Performance Tier 2 (Regional) **úrovně** CoS High dle MEF 23.1

Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FD – zpoždění rámců ¹	≤ 25 ms
IFDV – rozptyl zpoždění rámců	≤ 8 ms
FLR – ztrátovost rámců	≤ 0,01 %

882

Tab. 2: Kategorie Performance Tier 2 (Regional) **úrovně** CoS Medium dle MEF 23.1

Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FD – zpoždění rámců	≤ 75 ms
IFDV – rozptyl zpoždění rámců	≤ 40 ms
FLR – ztrátovost rámců	≤ 0,01 %

884

Tab. 3: Kategorie Performance Tier 2 (Regional) **úrovně** CoS Low dle MEF 23.1

Kvalitativní datový parametr	Požadovaná hodnota
FD – zpoždění rámců	≤ 125 ms
IFDV – rozptyl zpoždění rámců	N/S
FLR – ztrátovost rámců	≤ 0,1 %

886

Úřad doporučuje použít pro účel kontroly datových parametrů nově budovaných NGA sítí úrovně CoS High, viz. tab. 1, v případě stávajících NGA sítí doporučuje použít úrovně CoS Medium, viz. tab. 2. Tab. 3 bude Úřad používat pro svoje interní účely. Konstatování, zda během měřicího procesu byla splněna stanovená kritéria kategorie Performance Tier 2 (Regional) vybraných **úrovní** CoS dle MEF 23.1, bude nedílnou součástí záznamu o měření.

¹ Zpoždění rámců FD je v rámci technické specifikace MEF 23.1 definováno jako výsledná hodnota typu měření „end-to-end“. V případě měřicího procesu úřadu dle přílohy 2 bude sledována jeho dvojnásobná hodnota, resp. FD (RTT).