



Praha 1. října 2018

Čj. ČTÚ-6 145/2017-620

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

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.

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“.

I. Úvod

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.

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).

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.

II. Vymezení měřicích stran a přenosové trasy

1. Měřicí server

Měřicím serverem (MS) nazýváme měřicí stranu, která v případě sestupného směru poskytuje opačné straně služby (data) na vyžádání. Měřicí server je obecně zařízení připojené k síti internet v definovaném bodě. Měřicí server by měl mít dostatečný výkon a nezávislost

datového připojení tak, aby byla zajištěna dostatečná prostupnost a garance datových parametrů, a to i v případě vícenásobného připojení měřicích zařízení v jeden okamžik. Měřicí server je součástí Měřicího systému elektronických komunikací (dále jen „MSEK“) pod správou Úřadu.

2. Měřicí zařízení (terminál)

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

3. Přenosová trasa

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

III. Vymezení souboru parametrů

Při vymezení souboru parametrů vycházel Úřad především z požadavku na srozumitelnost jednotlivých parametrů z pohledu běžného uživatele služby přístupu k síti internet. Dále přihlédl i ke skutečnosti, které parametry prezentují poskytovatelé služby 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).

Úřad proto vybral dále uvedené parametry v podobě základního a rozšířeného souboru z možných datových parametrů, doporučených pro sledování různých aspektů kvality služby přístupu k síti internet. Nedílnou součástí je soubor identifikačních parametrů definujících jednoznačným způsobem místo a čas prováděného měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací včetně informací o měřicím zařízení a měřené službě přístupu k síti 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 vzestupnou propustnost TCP datového toku (upload; TCP aTR_{up}), sestupnou propustnost TCP datového toku (download; TCP aTR_{down}) a zpoždění (Delay(avg)).

1.1. Vzestupná propustnost TCP datového toku (upload)

Vzestupnou 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 vzestupné 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:

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

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:

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

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:

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

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 vzestupnou 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 lze 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:

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

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:

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

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:

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

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 identifikující 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 z Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2120 (dále jen „Nařízení“) a s ním souvisejícím 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).

IV. Postup měření

Tato část definuje techniky měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací tak, aby bylo možné ověřit reálnou, případně maximálně dosažitelnou hodnotu.

Techniky měřicího procesu se liší podle toho, jaký soubor datových parametrů má být sledován z hlediska různých aspektů kvality služby přístupu k síti internet, respektive jestli se jedná o základní nebo rozšířený soubor datových parametrů.

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

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

1. Měřicí nástroje

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

Je nutné vzít v potaz výkon obou měřicích stran tak, aby nedocházelo k degradaci měření. Z důvodu kvalitativního vývoje služby přístupu k síti internet je požadováno, aby součástí měřicího nástroje bylo rozhraní umožňující provádět měření do maximální rychlosti $NBR \leq 1000 \text{ Mb/s}$ (na straně měřicího serveru až do $NBR \leq 10 \text{ Gb/s}$). Z důvodů výkonové náročnosti měřicích procesů zvolených nástrojů při měření datových parametrů s rychlostí $NBR > 100 \text{ Mb/s}$ 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 $NBR \approx 50 \text{ Mb/s}$ 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 přesahovat 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 $T_{\text{TCP}} = 90 \text{ s}$. 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 výkonnosti o celkové délce 15 minut. Protože je doporučeno v rámci měřicího procesu provádět 3 hlavní, nezávislá, měření, musí jeden testC, resp. zátěžový test, garantovat délku měření kvalitativních datových parametrů:

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

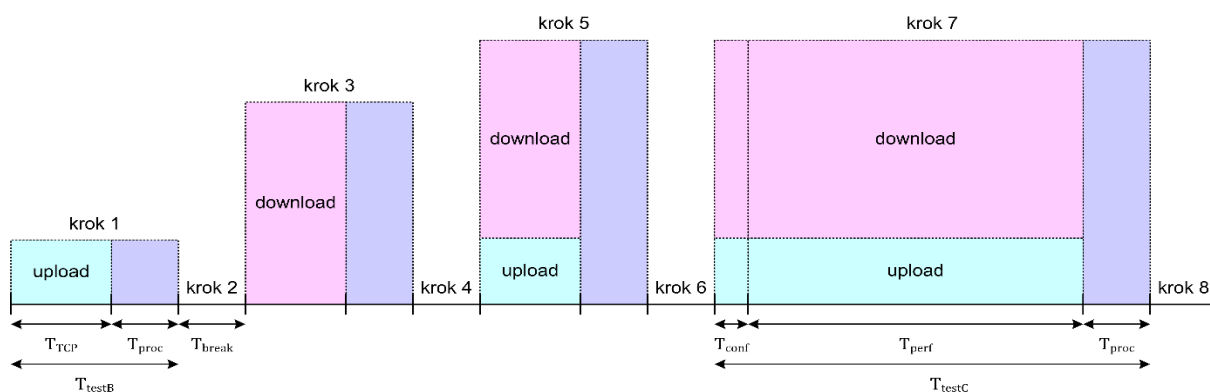
Základní test výkonnosti se použije pro ověření parametrů dle MEF 23.1. Standard ITU-T Y.1564 také doporučuje, aby součástí testC byl i tzv. konfigurační test služby. Tento test představuje měření kvalitativních datových parametrů v závislosti na změně vstupní hodnoty CIR v šesti krocích, konkrétně při 50 % CIR, 75 % CIR, 90 % CIR a 100 % CIR, dále při CIR +

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 ($T_{\text{conf}} = 25$ 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 $T_{\text{testB}} \leq 150$ s,
- krok 2 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce $T_{\text{break}} \leq 120$ s,
- krok 3 – jednosměrný test sestupné propustnosti TCP datového toku (download) včetně hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu $T_{\text{testB}} \leq 150$ s,
- krok 4 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce $T_{\text{break}} \leq 120$ s,
- krok 5 – obousměrný test propustnosti TCP datového toku (upload + download) včetně hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu $T_{\text{testB}} \leq 150$ s,
- krok 6 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce $T_{\text{break}} \leq 120$ s,
- krok 7 – obousměrný test kvalitativních datových parametrů dle standardu ITU-T Y.1564 o celkové délce testu $T_{\text{testC}} \leq 400$ s,
- krok 8 – pauza do zahájení další sekvence měření odpovídající časovému odstupu (uložení předcházejících výsledků testu, příprava na další test) o délce $T_{\text{break}} \leq 120$ 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 přípojece 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):

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

Hodnotu MTU měřené přenosové trasy NUT, pokud není známa (např. pro rámeček IEEE 802.3 + IEEE 802.2 s rozšířením SNAP je MTU = 1492 B nebo Ethernet II je MTU = 1500 B), 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“.

2.2.2. Vstupní parametry sekvence měření kvalitativních datových parametrů

Při měření kvalitativních datových parametrů v podobě doplňkových parametrů k parametrům základním v rámci rozšířeného souboru datových parametrů je nutné vycházet ze standardu ITU-T Y.1564, který definuje mimo jiné jako vstupní parametry CIR, 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. Někteří výrobci měřicích nástrojů chybně označují v souvislosti s parametrem CIR a EIR hodnoty odpovídající fyzické vrstvě modelu ISO/OSI. Je tedy doporučeno dotazovat se výrobce měřicího nástroje, na které vrstvě modelu ISO/OSI se zadávají vstupní parametry CIR a CIR + EIR.

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

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

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

$$(CIR + EIR)_{up/down}(L1) = R_{max_{up/down}}(L1); [b/s; b/s], \quad (16)$$

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

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

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

2.3. Vyhodnocení měření

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

3. Demarkační body měření

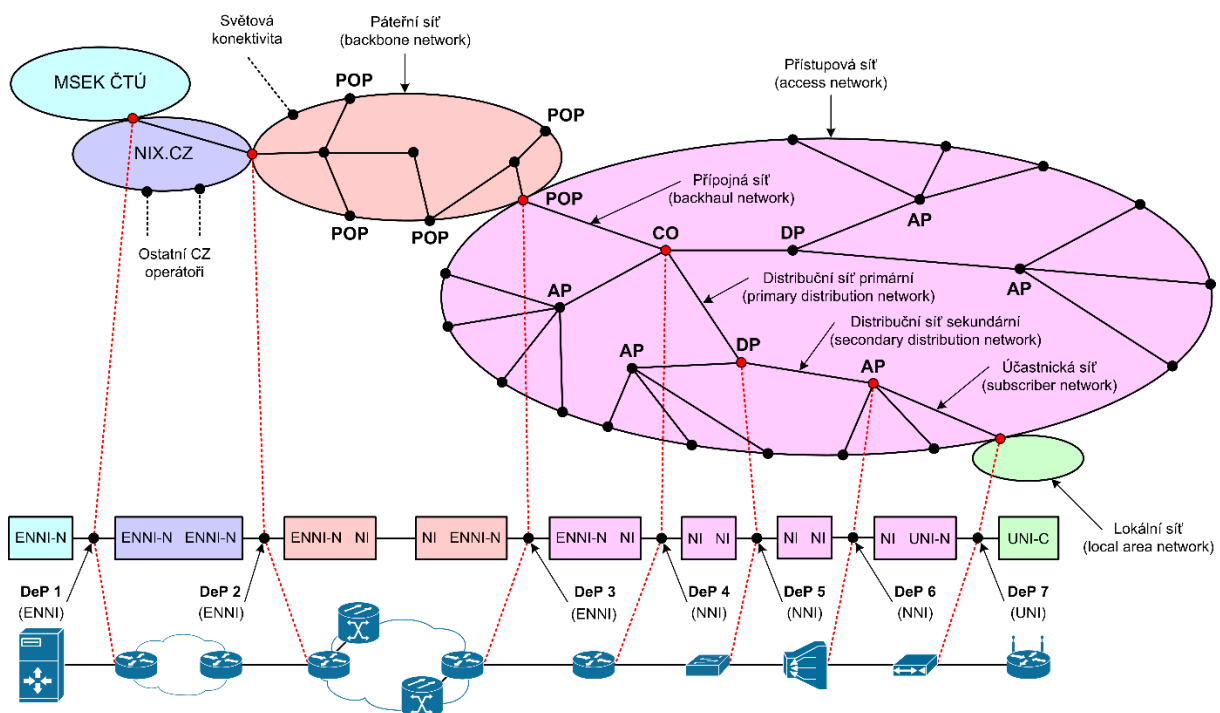
Demarkační body měření představují takové body v síti, mezi kterými bude probíhat měření souborů datových parametrů pevné sítě elektronických komunikací. Demarkační bod si lze obecně představit v podobě rozhraní síťového uzlu (konkrétního portu aktivního prvku). Úřad bude provádět měření dle metodického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

4. Bezpečnostní úvahy

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

4.1. Problematika měření v sítích s IPv6 a NAT

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

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

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

4.3. Postup při chybových stavech

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

V. Pojmy, definice a zkratky

AP (access point) – označuje soustředovací bod na straně přístupové sítě.

BB (bottleneck bandwidth) – nejnižší hodnota kapacity měřené přenosové trasy odpovídající první vrstvě modelu ISO/OSI

BDR – běžně dostupná rychlost, kterou může koncový uživatel předpokládat a reálně dosahovat při stahování a odeslání dat v době, kdy danou službu používá

CIR (committed information rate) – garantovaná minimální informační rychlost odpovídající druhé vrstvě modelu ISO/OSI

CO (central office) – centrální místo poskytovatele, prostřednictvím kterého je poskytován přístup k síti internet (přístup do páteřní sítě)

Delay – je uplynulá doba mezi odesláním prvního bitu segmentu TCP a příjmem posledního bitu odpovídajícího potvrzení segmentu TCP

Delay_i – *i*-tá hodnota Delay, která je zaznamenána v rámci kontinuálního měření s periodou 1 s během testu propustnosti TCP datového toku

Delay(avg) – průměrná hodnota Delay během testu propustnosti TCP datového toku

DeP x (demarcation point x) – označuje konkrétní demarkační bod jako předávací rozhraní mezi dvěma odlišnými síťovými entitami (páteřní síť, přístupová síť, lokální síť atd.)

DP (distribution point) – distribuční bod (uzel) distribuční sítě náležící do množiny přístupové sítě

EIR (excess information rate) – přesah informační rychlosti, resp. negarantovaná informační rychlost odpovídající druhé vrstvě modelu ISO/OSI a pokrývající pásmo od horní hranice CIR k maximální hodnotě NBR

ENNI (external network to network interface) – rozhraní mezi dvěma poskytovateli služby připojení k síti internet

ENNI-N (external network to network interface-network side) – port na aktivním síťovém prvku fyzicky připojeným k rozhraním mezi dvěma poskytovateli služby připojení k síti internet

FS (frame size) – velikost ethernetového rámce

FD (frame delay) – zpoždění rámců představující časové zpoždění NUT mezi odesláním a příjmem ethernetového rámce

FD (RTT) – 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

FLR (frame loss ratio) – ztrátovost paketů jako poměr všech nedoručených (ztracených) ethernetových rámců k celkovému počtu všech odeslaných ethernetových rámců

FWA (fixed wireless access) – bezdrátová síť elektronických komunikací v pevném místě

IFDV (inter-frame delay variation) – rozptyl zpoždění rámců, často také kolísání zpoždění, variace zpoždění nebo jitter, představuje rozdíl mezi referenčním časem doručení ethernetového rámce (c_k) a jeho skutečným časem doručení (d_k)

IR – hodnota informační rychlosti odpovídající spojové vrstvě modelu ISO/OSI

L x (layer x) – konkrétní vrstva modelu ISO/OSI

minDelay – označuje nejmenší naměřenou hodnotu Delay během navázaného spojení při úvodním testovacím intervalu

MS – měřicí server

MSEK – Měřicí systém elektronických komunikací, významný informační systém Úřadu

MT – měřicí terminál

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

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

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

NI (network interface) – port na aktivním síťovém prvku

NUT (network under test) – označuje testovanou přenosovou trasu

POP (point of presence) – demarkační bod mezi dvěma odlišnými typy datových sítí (páteřní a přístupová síť). POP je především infrastruktura, která umožňuje vzdáleným uživatelům připojit se k síti internet.

R_{inzer} – inzerovaná rychlost, tj. 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

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

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

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

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

síťové uzel – seskupení jednoho nebo více síťových elementů (síťových prvků)

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

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

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

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

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

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

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

VI. Přílohy

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

Příloha 1 verze 2.0, platná od 1. října 2018, je určena pro měření datových parametrů v běžném síťovém provozu náležících do souboru základních datových parametrů. Měření podle přílohy 1 je určeno pro výkon kompetencí Úřadu ve smyslu kontroly datových parametrů služby přístupu k síti internet.

1.1. Popis měřicího scénáře

Měřicí scénář odpovídá měřicímu procesu specifikovaném v metodickém postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu. Specifikovaný měřicí scénář je Úřadem stanoven pro měření datových parametrů pevných sítí elektronických komunikací náležících do souboru základních datových parametrů pro účel jejich kontroly. Měřicí scénář i zvolený soubor základních 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.

1.2. Volba měřicí metody

Pro účely měření dle stanoveného měřicího scénáře je zvolena měřicí metoda definovaná v metodickém postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založeném na doporučení IETF RFC 6349. 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 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. Úřadem zvolená měřicí metoda definuje provádění měření na transportní vrstvě modelu ISO/OSI (L 4) prostřednictvím protokolu TCP.

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

1.3. 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 základního souboru datových parametrů je přípustné provést všechny tři hlavní měření v provozní špičce, tj. v případě měření v běžném síťovém provozu. Jedno měření by nemělo přesahovat časový rámec 20 minut, ve kterém proběhne sekvence 3 testů kategorie testB dle podkapitoly Sekvence měření metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu (kroky 1 až 6), případně lze vycházet analogicky z podkapitoly Sekvence měření tohoto 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 (switche)).

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. $BB_{up/down}(L1) = CIR_{up/down}(L1) = R_{max_{up/down}}(L1)$.

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

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

1.6. Vyhodnocení výsledku procesu měření

Při vyhodnocování výsledků procesu měření kategorie testB dle přílohy 1 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 rychlost (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:

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

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 trvající a velkou opakující se 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 $p_{\text{SDR}} = 0,5$. Hranici detekovatelné změny výkonu je možné následně stanovit z rovnice:

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

Za velkou trvající 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 trvající odchylku od BDR platí:

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

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

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:

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

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

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

Příloha 2 verze 2.0, platná od 1. října 2018, 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 Performace 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. $BB_{up/down}(L1) = CIR_{up/down}(L1) = R_{max,up/down}(L1)$.

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, 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 $(CIR + EIR)_{up/down}(L1) = R_{max_{up/down}}(L1)$. 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 rychlost (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:

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

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 trvající a velkou opakující se 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. Uroveň 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 trvající 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 trvající odchylku od BDR platí:

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

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

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 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 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 tříd jsou uvedeny v tabulkách tab. 1, tab. 2 a tab. 3.

Tab. 1: Kategorie Performance Tier 2 (Regional) třídy 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 %

Tab. 2: Kategorie Performance Tier 2 (Regional) třídy 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 %

Tab. 3: Kategorie Performance Tier 2 (Regional) třídy 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 %

Tabulky tab. 1, tab. 2 a tab. 3 bude Úřad používat pro svoje interní účely klasifikace sítí podle jejich datových parametrů. Konstatování, zda během měřicího procesu byla splněna stanovená kritéria kategorie Performance Tier 2 (Regional) vybraných tříd 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).