



3

4

Praha 12. července 2018

5

## *Návrh: verze 2.0*

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

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

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

17

### I. Úvod

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

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

30 Dokument plně respektuje nebo bere na vědomí mezinárodní doporučení IETF RFC  
31 1191, RFC 1981, RFC 2544, RFC 2681, RFC 2697, RFC 2923, RFC 3393, RC 4443, RFC  
32 4656, RFC 4821, RFC 4898, RFC 5136, RFC 5357 a RFC 7323, dále mezinárodní standardy  
33 ITU-T Y.1563 a Y. 1564 včetně technických specifikací MEF 10.1 a 23.1.

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.

## 75 1. Soubor základních datových parametrů

76 Úřad se rozhodl z hlediska významu pro běžného uživatele (ve vztahu k běžně  
77 uzavíraným účastnickým smlouvám o poskytování služby přístupu k internetu a potřebě  
78 srozumitelnosti) pro tři základní datové parametry, které určují kvalitu služby přístupu  
79 k internetu, a to vzestupnou propustnost TCP datového toku (upload; TCP aTR<sub>up</sub>), sestupnou  
80 propustnost TCP datového toku (download; TCP aTR<sub>down</sub>) a zpoždění (Delay(avg)).

### 81 1.1. Vzestupná propustnost TCP datového toku (upload)

82 Vzestupnou propustnost TCP datového toku (upload), TCP aTR<sub>up</sub>, si je možné  
83 představit jako datovou přenosovou rychlost ve směru od koncového uživatele směrem  
84 k poskytovateli služby přístupu k síti internet odpovídající transportní vrstvě modelu ISO/OSI  
85 (L 4) a využívající spojově orientovaného protokolu TCP. Proces měření a stanovení  
86 vzestupné propustnosti TCP datového toku NUT by měl odpovídat obecnému metodickému  
87 postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, přičemž výslednou hodnotu  
88 TCP aTR<sub>up</sub> můžeme zapsat ve tvaru:

$$89 \quad \text{TCP aTR}_{\text{up}} = \frac{\text{TCP RWND}_{\text{up}} \cdot 8}{\text{Delay}(\text{avg})_{\text{up}}}; [\text{b/s}; \text{B}, \text{s}]. \quad (1)$$

### 90 1.2. Sestupná propustnost TCP datového toku (download)

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

$$98 \quad \text{TCP aTR}_{\text{down}} = \frac{\text{TCP RWND}_{\text{down}} \cdot 8}{\text{Delay}(\text{avg})_{\text{down}}}; [\text{b/s}; \text{B}, \text{s}]. \quad (2)$$

### 99 1.3. Zpoždění

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

$$105 \quad \text{Delay}(\text{avg}) = \frac{1}{t} \sum_{i=0}^{N-1} \text{Delay}_i; [\text{s}; \text{s}, \text{s}], \quad (3)$$

106 kde Delay<sub>i</sub> označuje jednotlivé hodnoty Delay, které jsou kontinuálně měřeny s periodou 1 s  
107 během daného testu, a parametr t označuje jeho celkovou délku trvání.

## 108 2. Soubor rozšířených datových parametrů

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

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

## 121 2.1. Vzestupná informační rychlost (upload)

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

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

$$130 \text{ FPS} = \frac{\text{NBR}}{(\text{Preamble} + \text{SFD} + \text{IFG} + \text{MAC SRC} + \text{MAC DST} + 802.1Q (802.1ad) + \text{Ethertyp} + \text{Payload} + \text{FCS}) \cdot 8}; [1/s; b/s, B], \quad (4)$$

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

$$133 IR_{up}(\text{max}) = \text{MTU} \cdot 8 \cdot \text{FPS}; [b/s; B, 1/s]. \quad (5)$$

## 134 2.2. Sestupná informační rychlost (download)

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

$$142 IR_{down}(\text{max}) = \text{MTU} \cdot 8 \cdot \text{FPS}; [b/s; B, 1/s]. \quad (6)$$

## 143 2.3. Zpoždění rámců

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

$$151 FD_k(\text{RTT}) = t_2 - t_1 \leq 2 \cdot T_{\text{max}}; [s; s, s, s], \quad (7)$$

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

## 155 2.4. Rozptyl zpoždění rámců

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

$$161 \text{ IFDV}_k = |d_k - c_k|; [s; s, s], \quad (8)$$

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

## 163 2.5. Ztrátovost rámců

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

$$168 \quad \text{FLR} = \frac{\sum_{n=1}^N L_n}{\sum_{n=1}^N S_n} \cdot 100; [\%; -, -], \quad (9)$$

169 kde  $L_n$  představuje n-tý ztracený rámeček a  $S_n$  představuje n-tý odeslaný rámeček.

### 170 **3. Soubor identifikačních parametrů**

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

#### 181 **3.1. Přesný čas měření**

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

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

#### 192 **3.2. Přesná pozice měřicího zařízení**

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

198 GPS souřadnice musí být uvedeny ve formátu xx.xxxxxxN, yy.yyyyyyyE, například  
199 50.1106225N, 14.4996508E. Pokud je označení známo, musí být konkrétní adresní místo  
200 měření uvedeno ve formátu Ulice č.p./č.o., PSČ Obec/Město, například Sokolovská 58/219,  
201 190 00 Praha.

#### 202 **3.3. Identifikace měřicího zařízení a rozhraní**

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

208 Součástí těchto údajů je i název měřené technologie a název měřené služby přístupu  
209 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 funkčností 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

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

## 265 2. Sekvence měření

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

268 V případě, kdy je prováděno měření pouze souboru základních datových parametrů, tj.  
269 vzestupné propustnosti TCP datového toku (upload; TCP aTR<sub>up</sub>), sestupné propustnosti TCP  
270 datového toku (download; TCP aTR<sub>down</sub>) a zpoždění (Delay (avg)), odpovídá měřicí proces  
271 metodickému postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu.

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

### 278 2.1. Měření souboru rozšířených datových parametrů

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

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

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

$$294 \quad 60 \text{ s} < T_{\text{TCP}} < 120 \text{ s}, \quad (10)$$

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

$$300 \quad T_{\text{testB}} = T_{\text{TCP}} + T_{\text{proc}} \leq 150 \text{ s}. \quad (11)$$

301

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

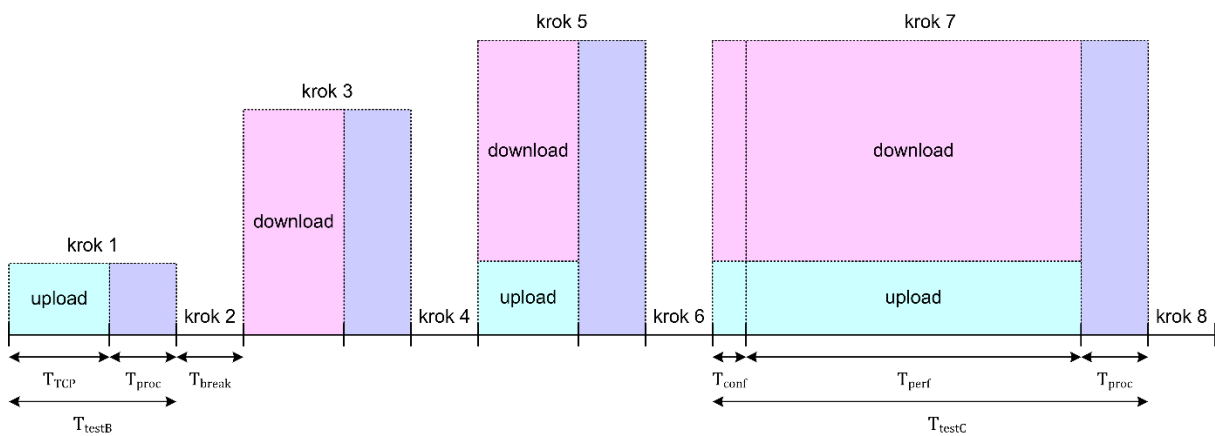
305  $T_{\text{perf}} \geq 300 \text{ s.}$  (12)

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

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

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

- 315 • krok 1 – jednosměrný test vzestupné propustnosti TCP datového toku (upload) včetně
- 316 hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu  $T_{\text{testB}} \leq 150 \text{ s}$ ,
- 317 • krok 2 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce  $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$ ,
- 318 • krok 3 – jednosměrný test sestupné propustnosti TCP datového toku (download)
- 319 včetně hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu  $T_{\text{testB}} \leq 150 \text{ s}$ ,
- 320 • krok 4 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce  $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$ ,
- 321 • krok 5 – obousměrný test propustnosti TCP datového toku (upload + download) včetně
- 322 hodnoty zpoždění Delay(avg) o celkové délce testu  $T_{\text{testB}} \leq 150 \text{ s}$ ,
- 323 • krok 6 – pauza (uložení předcházejících výsledků testu) o délce  $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$ ,
- 324 • krok 7 – obousměrný test kvalitativních datových parametrů dle standardu ITU-T
- 325 Y.1564 o celkové délce testu  $T_{\text{testC}} \leq 400 \text{ s}$ ,
- 326 • krok 8 – pauza do zahájení další sekvence měření odpovídající časovému odstupu
- 327 (uložení předcházejících výsledků testu, příprava na další test) o délce  $T_{\text{break}} \leq 120 \text{ s}$ .
- 328



329 Obr. 1: Doporučená podoba procesu měření rozšířeného souboru datových parametrů  
 330 pevných sítí elektronických komunikací  
 331

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

## 341 2.2. Vstupní parametry sekvence měření

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



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

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

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

### 383 2.2.1. Vstupní parametry sekvence měření souboru základních datových parametrů

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

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

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

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

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 (L 1). Nicméně pro účely konfiguračního testu je vhodné nastavit parametr EIR v podobě:

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

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

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.

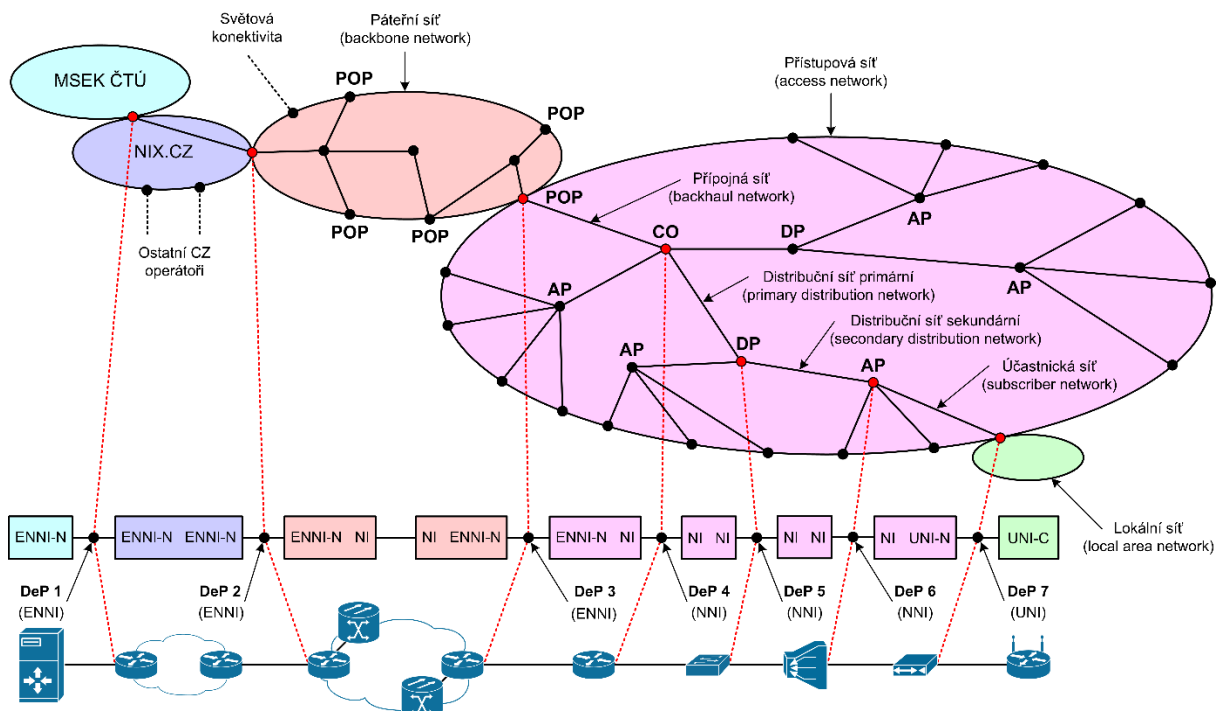
### 431 3. Demarkační body měření

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):

- 440
- 441
- 442
- 443
- 444
- 445
- 446
- 447
- 448
- 449
- 450
- 451
- 452
- 453
- 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.

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

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



466

467 Obr. 2: Definované pozice demarkačních bodů v rámci obecného schéma struktury

468 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 síťového spojení  
482 sestupným směrem server („remote“) → klient („local“), je nutné použít takový měřicí nástroj,  
483 který umožňuje reverzní inicializaci síťového spojení při měření sestupného směru. Tato  
484 situace může nastat např. v sítích elektronických komunikací s NAT nebo s nastaveným  
485 stavovým firewallem, 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 odeslání 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 (páteřní  
545 a přístupové síť). 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 smluvených 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.

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

#### 630 1.4. Demarkační body

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

#### 642 1.5. Nastavení měřicího terminálu a zahájení procesu měření

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

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

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

668 Na základě nastavení vstupních parametrů měřicího nástroje včetně intervalů měřicí  
669 sekvence je možné provést samotný test dle zvolených kroků, nejlépe v doporučeném pořadí,  
670 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 rychlost ( $R_{\min}$ ) 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 trvajícím 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 trvajícím 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 trvajícím odchylku od BDR platí:

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

698 kde  $T_{\text{DZV}}$  označuje délku intervalu překročení hranice DZV odpovídající času zahájení měřicího  
699 procesu  $t_0$ . Vzhledem k samotnému procesu měření a jeho jednotlivým krokům bude  
700 považovat Úřad za vznik velké trvajícím 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  $T_{\text{testB}}$ , 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

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

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

723 **2.1. Popis měřicího scénáře**

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

731 **2.2. Volba měřicí metody**

732 Pro účely měření dle stanoveného měřicího scénáře vychází zvolená měřicí metoda  
733 z metodického postupu Měření datových parametrů sítí pomocí TCP protokolu, založeném na  
734 doporučení IETF RFC 6349, doplněna standardem ITU-T Y.1564. Úřad uvedl na základě  
735 Nařízení čtyři definice rychlostí související s poskytováním služby přístupu k internetu  
736 v pevných sítích v rozsahu od bodu předání služby koncovému uživateli (DeP 7) po bod  
737 přístupu MSEK do peeringového uzlu NIX.CZ (DeP 1). V případě stahování (download)  
738 a odesílání (upload) jsou definice rychlostí platné pro každý směr samostatně. Zvolená měřicí  
739 metoda bude Úřadem uplatňována nejen v případě kontrolních měření dodržování  
740 definovaných rychlostí, a to z hlediska ověření vzniku výpadku služby a tzv. odchylek jako  
741 indikátorů skutečnosti, že výkon služby nedosahuje smluvených parametrů, ale i z hlediska  
742 dosažení kvalitativních datových parametrů, a to ve srovnání s technickou specifikací MEF  
743 23.1 kategorie Performance Tier 2 (Regional). Úřadem zvolená měřicí metoda definuje  
744 provádění měření na transportní vrstvě modelu ISO/OSI (L 4) prostřednictvím protokolu TCP  
745 pro soubor základních datových parametrů a měření na spojové vrstvě modelu ISO/OSI (L 2)  
746 prostřednictvím protokolu UDP na transportní vrstvě pro měření doplňujících kvalitativních  
747 datových parametrů v rámci souboru rozšířených datových parametrů.

748 **2.3. Měřicí sekvence**

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

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

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

#### 768 **2.4. Demarkační body**

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

#### 780 **2.5. Nastavení měřicího terminálu a zahájení procesu měření**

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

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

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

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

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

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

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

## 830 2.6. Vyhodnocení výsledku procesu měření

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

$$839 TCP\ aTR \geq R_{min}; [b/s; b/s], \quad (18)$$

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

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

$$850 DZV = BDR \cdot p_{SDR}; [b/s; b/s, -]. \quad (19)$$

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

$$854 T_{DZV} > 30 \text{ min}, \quad (20)$$

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

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

865 
$$\exists t_1, t_2, t_3: T_{DZV} > 1 \text{ min} \wedge (t_3 - t_1) \leq (60 \text{ min} - T_{\text{testB}}). \quad (21)$$

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

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

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

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

882

883 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

885 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

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

---

<sup>1</sup> 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).