 BoR (20) 165

**Pokyny sdružení BEREC k velmi vysoké kapacitě**

**Sítě**

01 října 2020

**Obsah**

[**1 Úvod** **3**](#_Toc132177)

[**2 Definice pojmu "síť s velmi vysokou kapacitou" v EECC** **4**](#_Toc132178)

[**3 Kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za "síť s velmi vysokou kapacitou".** **6**](#_Toc132179)

[**4 Stanovení prahových hodnot výkonu 1 a 2** **9**](#_Toc132180)

[4.1 Zvažované sítě 10](#_Toc132181)

[4.2 "Dosažitelná" QoS pro koncové uživatele 10](#_Toc132182)

[4.3 "Podmínky v době špičky 11](#_Toc132183)

[4.4 "Typická" QoS pro koncové uživatele 12](#_Toc132184)

[4.5 Parametry QoS 12](#_Toc132185)

[4.6 Sběr dat 14](#_Toc132186)

[**5 Uplatnění kritérií 1 až 4** **15**](#_Toc132187)

[5.1 Uplatnění kritéria 1 15](#_Toc132188)

[5.2 Uplatnění kritéria 2 16](#_Toc132189)

[5.3 Uplatnění kritéria 3 16](#_Toc132190)

[5.4 Uplatnění kritéria 4 17](#_Toc132191)

[**Příloha 1: Články a body odůvodnění EECC, které se týkají sítí s velmi vysokou kapacitou** **19**](#_Toc132192)

[**Příloha 2: Dotazníky** **22**](#_Toc132193)

[1. Dotazníky pro provozovatele sítí 22](#_Toc132194)

[2. Počet vyplněných dotazníků 26](#_Toc132195)

[3. Dotazníky pro prodejce 28](#_Toc132196)

[**Příloha 3: Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (pevné sítě)** **30**](#_Toc132197)

[1. Rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru 30](#_Toc132198)

[a. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytových budov a G.fast na měděném krouceném páru v budově 31](#_Toc132199)

[b. Hybridní optické koaxiální sítě (HFC) s optickými vlákny zavedenými až do vícebytových domů.](#_Toc132200)

[a DOCSIS na koaxiální síti v budově. 33](#_Toc132201)

[c. Určení prahových rychlostí přenosu dat pro prahové hodnoty výkonu 1 36](#_Toc132202)

[2. Další parametry QoS 37](#_Toc132203)

[a. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět a změna zpoždění paketů IP 38](#_Toc132204)

[b. Chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP 40](#_Toc132205)

[c. Dostupnost služby IP 42](#_Toc132206)

[**Příloha 4: Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 (bezdrátové sítě)** **44**](#_Toc132207)

[1. Rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru 45](#_Toc132208)

[2. Další parametry QoS 49](#_Toc132209)

[a. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět a změna zpoždění paketů IP 50](#_Toc132210)

[b. Ztrátovost paketů IP 51](#_Toc132211)

[c. Chybovost paketů IP 53](#_Toc132212)

[d. Dostupnost služby IP 54](#_Toc132213)

[**Příloha 5: Údaje o dalších sítích** **56**](#_Toc132214)

[1. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytové budovy a Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší. 56](#_Toc132215)

[a. Rychlost přenosu dat směrem dolů a nahoru 56](#_Toc132216)

[b. Zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a změna zpoždění IP paketů 59](#_Toc132217)

[c. Chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP 60](#_Toc132218)

[d. Dostupnost služby IP 61](#_Toc132219)

[e. Srovnání s prahovými hodnotami výkonu 1 62](#_Toc132220)

[2. Pevné sítě s FTTH 64](#_Toc132221)

[**Příloha 6: Údaje z testů rychlosti internetu 4G** **66**](#_Toc132222)

[**Příloha 7: Zkratky** **68**](#_Toc132223)

[**Příloha 8: Seznam obrázků** **70**](#_Toc132224)

[**Příloha 8: Seznam tabulek** **72**](#_Toc132225)

# 1 Úvod

1. Tyto pokyny sdružení BEREC,[[1]](#footnote-1) vypracované v souladu s článkem 82 Evropského kodexu pro elektronické komunikace (EECC), mají poskytnout vnitrostátním regulačním orgánům vodítko "*pro kritéria, která má síť splňovat, aby mohla být považována za síť s velmi vysokou kapacitou, zejména pokud jde o šířku pásma směrem dolů a nahoru, odolnost, parametry související s chybami a latenci a její změny*" (článek 82). Vnitrostátní regulační orgány musí tyto pokyny v nejvyšší míře zohlednit.[[2]](#footnote-2) Pokyny přispívají k harmonizaci definice pojmu "síť s velmi vysokou kapacitou" v EU.
2. Článek 3 EECC specifikuje její obecné cíle, včetně "*podpory konektivity a přístupu k sítím s velmi vysokou kapacitou, včetně pevných, mobilních a bezdrátových sítí, a jejich využívání všemi občany a podniky v Unii*". Kromě toho je podle 28. bodu odůvodnění EECC "nezbytné poskytnout vhodné pobídky pro investice do nových sítí s velmi vysokou kapacitou, které podporují inovace v oblasti internetových služeb s bohatým obsahem a posilují mezinárodní konkurenceschopnost Unie". Tyto sítě mají obrovský potenciál přinést výhody spotřebitelům a podnikům v celé Unii.
3. Tento cíl, tedy podpora širokého zavádění a využívání sítí s velmi vysokou kapacitou, je jádrem ambicí EU na vytvoření gigabitové společnosti.[[3]](#footnote-3) Proto se pojem sítě s velmi vysokou kapacitou používá i v dalších iniciativách orgánů EU na podporu této ambice.[[4]](#footnote-4)
4. Pojem "síť s velmi vysokou kapacitou" je definován v čl. 2 odst. 2 EECC a je relevantní pro několik ustanovení EECC, jako např:
	* podmínky, za kterých vnitrostátní regulační orgány neuloží určité povinnosti pouze velkoobchodním podnikům, závisí na přístupu k síti s velmi vysokou kapacitou (čl. 61 odst. 3) ve spojení s čl. 61 odst. 2 písm. a) a b). 80);
	* zeměpisné průzkumy rozmístění sítí mohou zahrnovat prognózu dosahu velmi vysokokapacitních sítí (čl. 22 odst. 1);

* + Vnitrostátní regulační orgány mohou vyzvat podniky a orgány veřejné správy, aby oznámily svůj záměr vybudovat sítě s velmi vysokou kapacitou ve vymezených oblastech (čl. 22 odst. 3);

1. Další články a body odůvodnění EECC, které se rovněž týkají sítí s velmi vysokou kapacitou, jsou uvedeny v příloze 1.
2. Podle čl. 82 nařízení EECC BEREC aktualizuje pokyny do 31. prosince 2025 a poté pravidelně. Sdružení BEREC hodlá podávat zprávy o praktickém uplatňování těchto pokynů v souladu s čl. 4 odst. 1 písm. j) bodu i) nařízení o sdružení BEREC.[[5]](#footnote-5) Tato zpráva bude podkladem pro posouzení potřeby revize pokynů.

# 2 Definice pojmu "síť s velmi vysokou kapacitou" v EECC

1. Čl. 2 odst. 2 EECC definuje pojem "síť s velmi vysokou kapacitou" takto: "*sítí s velmi vysokou kapacitou" se rozumí*

*- buď síť elektronických komunikací, která se skládá výhradně z prvků z optických vláken alespoň po distribuční bod v obsluhovaném místě,* - *nebo síť elektronických komunikací, která je schopna za obvyklých podmínek ve špičce poskytovat podobnou výkonnost sítě, pokud jde o dostupnou šířku pásma sestupného a vzestupného kanálu, odolnost, parametry související s chybami a zpoždění a jeho změny"*. [odrážky doplnil BEREC]

1. V 13. bodě odůvodnění se dále vysvětluje:

 *"[...] Zatímco v minulosti se kladl důraz především na rostoucí celkovou šířku pásma a dostupnost pro jednotlivé uživatele, stále důležitější jsou další parametry, jako je latence, dostupnost a spolehlivost. Současnou reakcí na tuto poptávku je stále větší přiblížení optických vláken k uživateli a budoucí "sítě s velmi vysokou kapacitou" vyžadují výkonnostní parametry, které jsou rovnocenné parametrům, které může poskytnout síť založená na prvcích z optických vláken alespoň po distribuční bod v místě obsluhy.*

*V případě* ***pevného připojení*** *to odpovídá výkonu sítě, který je rovnocenný výkonu dosažitelnému* ***instalací optických vláken až do vícebytové budovy,*** *která je považována za obsluhované místo.*

*V případě* ***bezdrátového připojení*** *to odpovídá výkonu sítě podobnému výkonu dosažitelnému na základě* ***instalace optických vláken až k*** *základnové* ***stanici,*** *která je považována za obslužné místo.*

*Rozdíly ve zkušenostech koncových uživatelů, které jsou způsobeny rozdílnými vlastnostmi média, jímž se síť nakonec spojí s koncovým bodem sítě, by neměly být brány v úvahu pro účely stanovení, zda lze bezdrátovou síť považovat za síť poskytující podobnou výkonnost.*

*V souladu se zásadou technologické neutrality by neměly být vyloučeny jiné technologie a přenosová média, pokud jsou* ***z hlediska svých možností srovnatelné s tímto základním scénářem****. [...]" [zvýraznění a odstavce doplnil BEREC].*

1. Podle ustanovení EECC se proto síť elektronických komunikací, která se skládá výhradně z prvků z optických vláken alespoň po distribuční bod v obsluhovaném místě, považuje za síť s velmi vysokou kapacitou (část 1 čl. 2 odst. 2). Za síť s velmi vysokou kapacitou se považuje rovněž jakákoli síť elektronických komunikací, která je schopna za obvyklých podmínek ve špičce poskytovat rovnocenný výkon sítě (část 2 čl. 2(2)).
2. Bod odůvodnění 13 vytvořil spojení mezi těmito dvěma částmi definice velmi vysokokapacitních sítí v čl. 2 odst. 2 tím, že rozvinul koncept rovnocennosti výkonnosti sítě a poskytl základní scénář založený na dvou různých topologiích: (i) zavedení optických vláken (alespoň) k vícebytové budově v případě pevného připojení a ii) zavedení optických vláken k základnové stanici v případě bezdrátového připojení. To je v souladu se zásadou technologické neutrality založené na rovnocennosti dosažitelného výkonu sítí.
3. Kromě toho čl. 2 odst. 2 EECC určuje parametry, které je třeba vzít v úvahu, aby bylo možné stanovit, že síť nabízí výkonnost rovnocennou výkonnosti základního scénáře, a to "dostupnou šířku pásma sestupného a vzestupného kanálu, odolnost, parametry související s chybami a latenci a její změny".
4. Článek 82 nařízení EECC pověřuje BEREC vydáním pokynů ke kritériím, podle nichž se síť považuje za síť s velmi vysokou kapacitou, zejména pokud jde o výše uvedené specifické parametry.
5. Závěrem lze říci, že velmi vysokokapacitní sítě podle čl. 2 odst. 2 jsou:
	1. Jakákoli síť poskytující připojení pevnou linkou s optickým vláknem zavedeným alespoň do vícebytové budovy;
	2. Jakákoli síť, která poskytuje bezdrátové připojení s optickým kabelem až k základnové stanici;
	3. Jakákoli síť, která poskytuje pevné připojení a je schopna za obvyklých podmínek v době špičky zajistit výkon sítě odpovídající výkonu, kterého dosahuje síť poskytující pevné připojení s optickým vláknem zavedeným až do vícebytové budovy (**prahové hodnoty výkonnosti 1),** a
	4. Jakákoli síť, která poskytuje bezdrátové připojení a je schopna za obvyklých podmínek ve špičce poskytovat výkon sítě odpovídající tomu, čeho lze dosáhnout.

sítí poskytující bezdrátové připojení s rozvedením optických vláken až k základnové stanici (**prahové hodnoty výkonu 2)**.

1. Velmi vysokokapacitní sítě jsou důležité, protože jsou schopny poskytovat služby koncovým uživatelům s obzvláště vysokou kvalitou služeb (QoS). EECC podporuje zavádění sítí s velmi vysokou kapacitou ve prospěch koncových uživatelů (čl. 3 odst. 2 písm. a) EECC). Proto se ekvivalentní výkonnost základního scénáře (viz odstavce 10, 13c a 13d) posuzuje s ohledem na dosažitelnou kvalitu služeb pro koncové uživatele v sítích s velmi vysokou kapacitou. EECC navíc definuje síť s velmi vysokou kapacitou jako určitý typ sítě elektronických komunikací, a nikoli pouze jako segment sítě. Proto je pro účely stanovení výkonnosti rovnocenných sítí nutné uvažovat síť až po koncového uživatele, kde veřejná síť končí. Vzhledem k tomu, že EECC rovněž neuvádí definici pojmu "obslužné místo", mohl by být jiný přístup svévolný a dokonce technicky nemožný k realizaci. Pokud by se navíc mělo za to, že základní scénář nezahrnuje přístupovou síť, znamenalo by to, že by se starší síť s optickými vlákny do místní ústředny (FTTEx) musela považovat za síť s velmi vysokou kapacitou. Sdružení BEREC se domnívá, že to není záměrem EECC.
2. Z těchto důvodů je třeba stanovit prahové hodnoty 1 a 2 takto:
	1. Výkonnostní prahové hodnoty 1: QoS pro koncového uživatele, které je možné dosáhnout za obvyklých podmínek ve špičce prostřednictvím sítě poskytující připojení pevnou linkou s optickým vláknem zavedeným až do vícebytového domu.
	2. Výkonnostní prahové hodnoty 2: QoS pro koncového uživatele, které je možné dosáhnout za obvyklých podmínek ve špičce v síti poskytující bezdrátové připojení s rozvedením optických vláken až k základnové stanici.
3. Výkonnostní prahové hodnoty 1 se zaměřují na zavádění optických vláken až do vícebytových budov, nikoli na optická vlákna do domácností (FTTH), protože podle 13. bodu odůvodnění EECC by zavádění optických vláken až do vícebytových budov mělo být základním scénářem pro stanovení ekvivalentní výkonnosti sítě, která má být považována za síť s velmi vysokou kapacitou. Ostatní sítě, které se nekvalifikují jako sítě s velmi vysokou kapacitou na základě části 1 čl. 2 odst. 2 EECC (pouze), musí být schopny poskytovat koncovému uživateli QoS dosažitelnou optickým vláknem až do vícebytové budovy - a nikoli vyšší QoS pro koncové uživatele dosažitelnou FTTH.

# 3 Kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za "síť s velmi vysokou kapacitou

1. Pojem "síť s velmi vysokou kapacitou" je již definován v EECC (viz oddíl 2) a kritéria uvedená v tomto oddíle se řídí touto definicí. Níže uvedená kritéria 1 a 2 vyplývají přímo z první části definice, zatímco níže uvedená kritéria 3 a 4 vycházejí z druhé části definice a využívají údaje získané od provozovatelů sítí (viz oddíl 4).
2. V souladu s EECC BEREC stanovil, že každá síť, která splňuje jedno (nebo více) z následujících čtyř kritérií, je sítí s velmi vysokou kapacitou:

**Kritérium 1:** Jakákoli síť, která poskytuje pevné připojení s optickým vláknem zavedeným alespoň do vícebytového domu.

**Kritérium 2:** Jakákoli síť, která poskytuje bezdrátové připojení s optickým kabelem až k základnové stanici.

**Kritérium 3:** Jakákoli síť poskytující pevné připojení, která je schopna poskytovat koncovým uživatelům za obvyklých podmínek ve špičce služby s následující kvalitou služeb (**prahové hodnoty výkonnosti 1)**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| a.  | Rychlost přenosu dat směrem dolů  |   | ≥ 1000 Mb/s  |
| b.  | Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru  |   | ≥ 200 Mb/s  |
| c.  | Chybovost paketů IP (Y.1540)  |   | ≤ 0.05%  |
| d.  | Poměr ztrátovosti paketů IP (Y.1540)  |   | ≤ 0.0025%  |
| e.  | Zpoždění paketů IP (RFC 2681)  |   | ≤ 10 ms  |
| f.  | Změny zpoždění paketů IP (RFC 3393)  |   | ≤ 2 ms  |
| g.  | Dostupnost služby IP (Y.1540)  |   | ≥ 99,9 % ročně  |

**Kritérium 4:** Jakákoli síť poskytující bezdrátové připojení, která je schopna poskytovat,

za obvyklých podmínek ve špičce služby pro koncové uživatele s následující kvalitou služeb (**prahové hodnoty výkonnosti 2)**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  a. Rychlost přenosu dat směrem dolů  |   | ≥ 150 Mb/s  |
|  b. Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru  |   | ≥ 50 Mb/s  |
|  c. Chybovost paketů IP (Y.1540)  |   | ≤ 0.01%  |
|  d. Ztrátovost paketů IP (Y.1540)  |   | ≤ 0.005%  |
| e. Zpoždění IP paketů (RFC 2681)  |   | ≤ 25 ms  |
| f. Změny zpoždění paketů IP (RFC 3393)  |   | ≤ 6 ms  |
|  g. Dostupnost služby IP (Y.1540) 19. Poznámky ke kritériu 1 a kritériu 2  |   | ≥ 99,81 % ročně  |

* 1. Kritérium 1 a kritérium 2 vyplývají přímo z EECC (viz oddíl 2). [[6]](#footnote-6)
	2. Síť, která se podle kritéria 1 považuje za síť s velmi vysokou kapacitou, nemusí nutně splňovat kritérium 3.

* 1. Síť, která se podle kritéria 2 kvalifikuje jako síť s velmi vysokou kapacitou, nemusí nutně splňovat kritérium 4.
1. Poznámky ke kritériu 3 a kritériu 4
	1. Pro kvalifikaci sítě jako sítě s velmi vysokou kapacitou stačí, aby síť (bez dalších investic) byla schopna poskytovat službu, která splňuje výkonnostní prahové hodnoty 1 v případě pevného připojení nebo výkonnostní prahové hodnoty 2 v případě bezdrátového připojení. Není tedy nutné, aby síť takovou službu skutečně nabízela, ani aby všechny služby poskytované sítí musely splňovat výkonnostní prahové hodnoty 1 nebo 2. Aby však bylo možné určit, zda síť tyto schopnosti má, může vnitrostátní regulační orgán požadovat, aby byla v síti zavedena testovací služba, která splňuje prahové hodnoty výkonnosti 1 nebo 2.
	2. Kritéria 3 a 4 se vztahují na špičku. Jedná se o denní dobu s typickým trváním jedné hodiny, kdy je zatížení sítě obvykle maximální. [[7]](#footnote-7)
	3. Výkonnostní prahové hodnoty 1 a 2 se vztahují na cestu od koncového uživatele[[8]](#footnote-8) do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb pro koncové uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), a v případě parametrů round-trip zpět ke koncovému uživateli (viz odstavce 55 a 56).
	4. Prahové rychlosti přenosu dat pro prahové hodnoty výkonu 1 a 2 jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketu IP.
	5. Prahové přenosové rychlosti výkonnostních prahů 1 jsou přenosové rychlosti v místě, kde pevná účastnická přístupová linka (např. kroucená dvojlinka, koaxiální kabel) končí v obytném prostoru koncového uživatele.
	6. V případě obzvláště velkých vzdáleností (např. několik set kilometrů) mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb pro koncové uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), se prahové zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět zvyšuje na každých 100 km o 1 ms. [[9]](#footnote-9)
	7. Výkonnostní prahové hodnoty 2 se vztahují pouze na venkovní místa a na průměrnou hodnotu v rámci uvažované oblasti pokrytí (viz body 77 a 78).
	8. Události mimo kontrolu provozovatele sítě (např. vyšší moc) jsou z výpočtu dostupnosti služby IP vyloučeny.

1. Znění EECC ve 13. bodě odůvodnění, jakož i různé prahové hodnoty výkonnosti stanovené v kritériích 3 a 4 naznačují, že "síť s velmi vysokou kapacitou" nepředstavuje jednotný pojem. V tomto smyslu lze sítě s velmi vysokou kapacitou rozdělit do dvou kategorií, které mají obvykle odlišné výkonnostní charakteristiky. Tyto pokyny označují tyto kategorie jako i) "pevné sítě s velmi vysokou kapacitou", které splňují kritérium 1 nebo kritérium 3 (nebo obě), a ii) "bezdrátové sítě s velmi vysokou kapacitou", které splňují kritérium 2 nebo kritérium 4 (nebo obě).
2. "Bezdrátová síť s velmi vysokou kapacitou" (tj. síť, která splňuje buď kritérium 2, nebo kritérium 4, nebo obojí) může rovněž splňovat výkonnostní prahové hodnoty kritéria 3, a v takovém případě ji lze považovat za rovnocennou "pevné síti s velmi vysokou kapacitou".[[10]](#footnote-10) To se může týkat zejména bezdrátových sítí poskytujících služby, které konkurují na stejném trhu službám poskytovaným pevnými sítěmi (takové sítě a služby jsou často uváděny na trh pod pojmem "pevný bezdrátový přístup" nebo "FWA").
3. V následujícím oddíle a v přílohách 2 až 4 jsou v pokynech podrobně vysvětleny způsoby, jakými sdružení BEREC stanovilo prahové hodnoty výkonnosti 1 a prahové hodnoty výkonnosti 2.
4. V neposlední řadě jsou v pokynech uvedeny informace o tom, jak je třeba uplatňovat kritéria 1 až 4 (viz oddíl 5).
5. Podle čl. 82 nařízení EECC "*BEREC aktualizuje pokyny do 31. prosince 2025*". Vzhledem k tomu, že při vydávání těchto pokynů ještě nebylo možné plně zohlednit 5G, protože ještě nedosáhlo zralého nasazení a významného rozšíření, hodlá sdružení BEREC aktualizovat kritérium 4 (prahové hodnoty výkonnosti bezdrátové sítě) co nejdříve, nejpozději však do roku 2023.
6. Pokyny stanoví kritéria pro posouzení sítě jako sítě s velmi vysokou kapacitou, pokud je to relevantní pro použití EECC. Neměly by být vykládány jako názor na vhodnost takového posouzení jako kritéria pro jakýkoli jiný politický nástroj, včetně veřejného financování.

# 4 Stanovení prahových hodnot výkonu 1 a 2

1. Tento oddíl spolu s přílohami 2 a 4 popisuje, jak sdružení BEREC stanovilo prahové hodnoty 1 a 2.
2. Výkonnostní prahové hodnoty 1 a 2 je třeba stanovit podle definice v odstavci 15, a to na základě analýzy příslušných právních ustanovení v EECC (viz oddíl 2, zejména odstavce 13 a 14).

1. Tento oddíl dále popisuje základ pro stanovení prahových hodnot 1 a 2 a stanovení prahových hodnot 1 a 2 je provedeno v příloze 3 a příloze 4.

## 4.1 Zvažované sítě

1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 se vztahují na pevnou síť s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy (viz odstavec 15a). Služby pro koncové uživatele poskytované takovou sítí jsou obvykle založeny na měděném nebo koaxiálním přístupu. Proto je stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 založeno na pevných sítích s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy a s přístupem založeným na mědi nebo koaxu.
2. Výkonnostní prahové hodnoty 2 se vztahují na bezdrátovou síť s optickými vlákny zavedenými až k základnové stanici (viz odstavec 15b). Služby pro koncové uživatele poskytované takovou sítí jsou obvykle založeny na mobilní síti (nikoli např. na veřejné síti WLAN). Proto je stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 založeno na mobilních sítích s rozvedením optických vláken až k základnové stanici.

## 4.2 "Dosažitelná" QoS pro koncové uživatele

1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 a 2 se vztahují na "*dosažitelnou"* kvalitu služeb koncového uživatele (viz bod 15). Proto jsou stanoveny na základě "nejlepší" technologie s ohledem na dosažitelnou QoS koncového uživatele.
2. Tyto pokyny vstupují v platnost od roku 2021, a proto se v maximální možné míře zaměřují na technologie, které budou v tomto období v sítích nasazeny.
3. Provozovatelé sítí znají QoS pro koncové uživatele, které lze v jejich sítích dosáhnout na základě již zavedených technologií. To je také QoS, kterou mohou koncoví uživatelé efektivně využívat. U takových technologií jsou schopni poskytnout údaje o dosažitelné QoS pro koncové uživatele.
4. Provozovatelé sítí však nevědí, jaké QoS pro koncové uživatele bude možné v jejich sítích dosáhnout na základě technologií, které budou v budoucnu nasazovat. Provozovatelé sítí proto nejsou schopni poskytnout údaje o dosažitelných QoS pro koncové uživatele pro tyto technologie. Dodavatelé rovněž nevědí, jaká QoS pro koncové uživatele je v praxi dosažitelná u technologií, které teprve vyvíjejí a které ještě nebyly nasazeny v reálných sítích. Proto není možné určit QoS, kterou budou koncoví uživatelé využívat u technologií, které budou v sítích nasazeny až v budoucnu.
5. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 je proto založeno na "nejlepší" technologii s ohledem na dosažitelnou kvalitu služeb koncového uživatele, která je již v sítích zavedena (přinejmenším pilotní nasazení nebo provozní zkoušky).[[11]](#footnote-11) V zájmu co největší orientace na budoucnost je pozornost zaměřena na nejnovější používané technologie, i když je v EU nasazuje pouze malý počet operátorů.
6. Z tohoto důvodu se uvažuje o následujících technologiích:
	1. V případě pevných sítí s měděným přístupem G.fast na kroucených párech.
	2. V případě pevných sítí s koaxiálním přístupem nejpokročilejší technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1).
	3. V případě mobilních sítí LTE Advanced (4G) s agregací nosné a MIMO[[12]](#footnote-12) se však v mobilní síti příslušných operátorů používá pouze agregace nosné s nejvyšším agregovaným spektrem a MIMO s nejvyšším počtem paralelních datových toků.
7. 5G bude zavedeno po vstupu těchto pokynů v platnost. Vzhledem k tomu, že v době, kdy bylo nutné shromáždit údaje pro vypracování těchto pokynů, nebyly sítě 5G ještě v relevantním rozsahu nasazeny, nebylo možné stanovit prahové hodnoty výkonnosti 2 (bezdrátové sítě) na základě těchto technologií. Aby však bylo možné 5G co nejvíce zohlednit, jsou prahové hodnoty výkonnosti 2 stanoveny na základě nejvyšších hodnot (a nikoli např. na základě průměru hodnot) dosažitelné QoS pro koncové uživatele podle odpovědí provozovatelů sítí. Proto v praxi, až na výjimečné případy LTE Advanced (4G), BEREC očekává, že současné mobilní sítě v EU založené na 4G (nebo dřívějších generacích) nejsou schopny splnit výkonnostní prahové hodnoty 2.

## 4.3 "Podmínky v době špičky

1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 a 2 musí být stanoveny "*za obvyklých podmínek ve špičce*" (viz bod 15). Proto je třeba vzít v úvahu reálné podmínky panující v sítích, které správně odrážejí zkušenosti koncových uživatelů. Z tohoto důvodu se stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 zaměřuje na službu s nejvyšší kvalitou služeb pro koncové uživatele, typické využití sítě a současné portfolio služeb. To znamená, že síť ve špičce využívá současně několik koncových uživatelů.
2. Protože prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 musí vycházet z *dosažitelné (a* nikoli *aktuálně dosahované*) kvality služeb pro koncové uživatele (viz bod 15), jsou stanoveny na základě služby s nejvyšší *možnou* kvalitou služeb pro koncové uživatele (rychlost přenosu dat) s "nejlepší" technologií nasazenou v síti.13 Jedná se o hypotetickou situaci a předpokládá se, že účastníci, kteří mají v současné době předplacenou službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat, dostanou místo ní službu s nejvyšší možnou rychlostí přenosu dat (viz odstavce 104.b, 104.f a 108.d).

## 4.4 "Typická" QoS pro koncové uživatele

1. Dosažitelná QoS pro koncového uživatele se může u různých koncových uživatelů lišit v závislosti např. na délce přístupového média, kvalitě přístupového média, rušení a šumu. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 proto vychází z dosažitelné QoS koncového uživatele, kterou koncoví uživatelé *obvykle* využívají (např. průměrně).
2. Vzhledem k tomu, že se uvažuje průměrná QoS, nezohledňují se různé vlastnosti vzduchu (např. v důsledku různých povětrnostních podmínek), tj. média, kterým je mobilní zařízení koncového uživatele spojeno s bezdrátovou sítí, jak to vyžaduje 13. bod odůvodnění EECC (viz bod 7).
3. EECC nedefinuje situaci, pro kterou je třeba podrobněji stanovit prahové hodnoty 1 a 2. Proto není možné stanovit prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 pro konkrétnější situaci.

## 4.5 Parametry QoS

44. EECC (čl. 2 odst. 2 a čl. 2 odst. 2). 82) požaduje, aby prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 byly stanoveny z hlediska "*šířky pásma sestupného a vzestupného kanálu, odolnosti, parametrů souvisejících s chybami, latence a jejího kolísání*" (viz bod 11).

#### *Obecná použitelnost*

1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 se vztahují na *jakoukoli* síť, která poskytuje pevné připojení, a výkonnostní prahové hodnoty 2 se vztahují na *jakoukoli* síť, která poskytuje bezdrátové připojení (viz odstavce 15a a 15b). Proto musí být parametry QoS prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 použitelné pro jakoukoli síť, a to i pro sítě, které ještě nejsou zavedeny, ale budou zavedeny, až budou tyto pokyny v platnosti.
2. Téměř všechny komunikační sítě jsou dnes založeny na internetovém protokolu (IP). Proto jsou parametry QoS výkonnostních prahů 1 a 2 založeny na IP.

#### *Celá komunikační síť*

47. EECC (čl. 2 odst. 2) definuje, že velmi vysokokapacitní síť je určitý typ komunikační sítě. Tato definice není omezena na určitou část hierarchie sítě (např. pouze na přístupovou síť), ale zahrnuje celou komunikační síť. Proto musí být parametry QoS prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 použitelné na celou síť.

#### *Šířka pásma pro downlink a uplink*

48. Prvními dvěma parametry QoS jsou rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru.[[13]](#footnote-13) Protože parametry QoS musí být založeny na protokolu IP (viz odstavec 46), jsou prahové hodnoty výkonu 1 a 2 založeny na rychlosti datového toku IP paketu směrem dolů a směrem nahoru. [[14]](#footnote-14)

#### *Zpoždění a jeho změny*

49. U latence a jejího kolísání je nutné vzít v úvahu také parametry QoS založené na protokolu IP. Obvykle je obtížnější měřit jednosměrné zpoždění než zpoždění při přenosu tam a zpět a dále z pohledu koncového uživatele je primárně zajímavé zpoždění při přenosu tam a zpět. Proto jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 založeny na zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět (RFC 2681) a na změně zpoždění IP paketů (RFC 3393).[[15]](#footnote-15)

#### *Parametry související s chybami*

1. U parametrů souvisejících s chybami byly zvažovány parametry založené na protokolu IP, a to poměr chybovosti paketů IP (Y.1540) a poměr ztrát paketů IP (Y.1540). V první fázi výzvy k předložení prvních podnětů zúčastněných stran (viz oddíl 4.6, body 57 a 59) byly zúčastněné strany výslovně dotázány, zda jsou podle jejich názoru vhodnější jiné parametry související s chybami.
2. Několik zúčastněných stran navrhlo používat parametry QoS errored seconds (ES), severe errored seconds (SES) a unavailable seconds (UAS). Tyto parametry QoS jsou však specifické pro přístupovou síť a nelze je použít pro celou komunikační síť. Vzhledem k tomu, že EECC definuje síť s velmi vysokou kapacitou jako celou síť, a nikoli pouze jako přístupovou síť (viz bod 47), nebylo možné tyto parametry QoS použít.
3. Kromě toho zúčastněné strany neposkytly jasnou informaci o tom, že jiné parametry QoS související s chybami jsou vhodnější. Proto jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 založeny na chybovosti paketů IP (Y.1540) a ztrátovosti paketů IP (Y.1540).[[16]](#footnote-16) *Odolnost*
4. V případě odolnosti byla zvažována dostupnost služby IP (Y.1540) a v první fázi výzvy k předložení prvních podnětů zúčastněných stran byly zúčastněné strany rovněž výslovně dotázány, zda je podle jejich názoru vhodnější jiný parametr odolnosti. Zúčastněné strany jasně neuvedly, že pro odolnost je vhodnější jiný parametr. Proto jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 založeny na dostupnosti služby IP (Y.1540).
5. Dostupnost služby IP se vztahuje na období jednoho roku, nikoli pouze na dobu špičky, jak je tomu u ostatních parametrů QoS a jak požaduje EECC (čl. 2 odst. 2, viz bod 7). Důvodem je, že parametry dostupnosti se obvykle vztahují k určitému časovému období (a nikoli pouze k době špičky). V reakci na první fázi výzvy k předložení prvních údajů zúčastněných stran (viz body 57 a 59) zúčastněné strany poukázaly na to, že potřebují znát časové období, k němuž se dostupnost služby IP vztahuje, jinak nejsou schopny údaje poskytnout. Proto, aby bylo možné shromáždit dostatečné množství údajů, bylo nutné definovat časové období a použít běžné jednoleté časové období.

#### *Cesta parametrů QoS*

1. EECC požaduje, aby byla zohledněna celá síť (viz bod 47). Výkonnostní prahové hodnoty 1 a 2 se zaměřují spíše na přístupovou síť, protože hlavní sítě jsou obvykle založeny na optických vláknech. To však nevylučuje, že páteřní a hlavní sítě by měly být navrženy za podmínek slučitelných s QoS přístupové sítě.
2. Z těchto důvodů se parametry QoS výkonnostních prahů 1 a 2 vztahují na cestu od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), a v případě parametrů round-trip zpět ke koncovému uživateli.

## 4.6 Sběr dat

1. Sdružení BEREC vyhlásilo výzvu kpředběžnému vyjádření zúčastněných stran ve třech fázích s cílem shromáždit údaje nezbytné pro stanovení prahových hodnot 1 a 2 na základě dotazníků. Sdružení BEREC vítá všechny obdržené příspěvky a děkuje všem zúčastněným stranám za jejich vstupy.
2. Sdružení BEREC informovalo veřejnost na veřejném informování o výsledcích 38. řádného zasedání sdružení BEREC dne 13. března 2019 v Bruselu o této výzvě k předložení prvních informací od zúčastněných stran.

standard, který se používá již mnoho let. Žádná ze zúčastněných stran nenavrhla používat Y.2617 místo Y.1540. Norma Y.2617 nedefinuje chybovost paketů. Proto je třeba pro poměr chybovosti paketů IP použít normu ITU-T Y.1540. Jelikož by nebylo vhodné používat různé normy pro parametry související s chybami, je třeba použít normu Y.1540 také pro poměr ztrát paketů IP.

a rozeslala dokumenty "Výzva kpředběžnému vyjádření zúčastněných stran" a dotazníky těmto zúčastněným[[17]](#footnote-17) stranám:

* 1. Provozovatelé sítí (zaslaní vnitrostátními regulačními orgány);
	2. sdružení provozovatelů sítí na úrovni EU [[18]](#footnote-18)a
	3. Hlavní dodavatelé zařízení pro pevné přístupové sítě založené na G.fast[[19]](#footnote-19) a DOCSIS[[20]](#footnote-20) (atd.) a pro mobilní sítě. [[21]](#footnote-21)
1. V první fázi této výzvy k předkládání prvních vstupů zúčastněných stran, která byla zahájena v březnu 2019, byly zúčastněné strany požádány, aby se vyjádřily k návrhům dotazníků. Na základě obdržených připomínek sdružení BEREC dotazníky revidovalo, v květnu 2019 zahájilo druhou fázi výzvy k předkládání prvotních informací zúčastněných stran a požádalo provozovatele sítí a prodejce o vyplnění konečných dotazníků (s výjimkou dotazníku pro FTTH). Aby nedošlo k přílišnému zatížení provozovatelů najednou, byli provozovatelé sítí požádáni o vyplnění dotazníku FTTH v samostatné a třetí fázi výzvy k předkládání vstupních informací zúčastněných stran po letním období na konci srpna 2019.
2. V příloze 2 jsou uvedeny informace o dotaznících použitých ke sběru údajů a o počtu dotazníků obdržených od zúčastněných stran.

# 5 Uplatnění kritérií 1 až 4

61. Kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za "síť s velmi vysokou kapacitou" (viz bod 18), je třeba uplatnit tak, jak je popsáno v tomto oddíle. Postačí, když se vnitrostátní regulační orgán domnívá, že síť splňuje jedno ze čtyř kritérií, aby byla kvalifikována jako síť s velmi vysokou kapacitou, a nemusí splňovat více než jedno kritérium.

## 5.1 Uplatnění kritéria 1

1. Podle kritéria 1 (viz bod 18) se za síť s velmi vysokou kapacitou považuje jakákoli síť poskytující pevné připojení, pokud je optické vlákno zavedeno alespoň do vícebytové budovy, a nemusí splňovat další kritéria.
2. Například kritérium 1 je splněno v případě pevných sítí, kdy je optické vlákno zavedeno do vícebytového domu nebo do rodinného domu, 23a tedy v případě optického vlákna do budovy (FTTB) a také v případě optického vlákna do domu (FTTH).

1. Sdružení BEREC zastává názor, že v případě zavedení optických vláken až do vícebytových budov je žádoucí, aby technologie, které jsou v budovách zavedeny, odpovídaly výkonnostnímu potenciálu FTTB, ačkoli to není právním požadavkem (viz body 18 a 62).
2. Pevné sítě s rozvedením optických vláken do uzlu (nikoli do budovy), i když je k tomuto uzlu připojeno pouze několik rodinných domů, nesplňují kritérium 1. Takové sítě by se však kvalifikovaly jako sítě s velmi vysokou kapacitou, pokud splňují kritérium 3.

## 5.2 Uplatnění kritéria 2

1. Podle kritéria 2 (viz bod 18) se každá síť, která poskytuje bezdrátové připojení s rozvedením optických vláken až k základnové stanici, považuje za síť s velmi vysokou kapacitou a nemusí splňovat další kritéria.
2. Kritérium 2 se týká bezdrátových sítí, proto toto kritérium splňují mobilní sítě s optickým vedením až k základnové stanici, ale také např. veřejné sítě WLAN (WiFi) s optickým vedením až k přístupovému bodu. 24
3. Sdružení BEREC zastává názor, že v případě zavedení optických vláken až k základnové stanici je žádoucí, aby nasazené technologie bezdrátového přístupu odpovídaly výkonnostnímu potenciálu optických vláken k základnové stanici, ačkoli to není právním požadavkem (viz body 18 a 66).

## 5.3 Použití kritéria 3

1. Jakákoli síť, která poskytuje pevné připojení a je schopna poskytovat koncovým uživatelům za obvyklých podmínek ve špičce služby s QoS definovanou prahovými hodnotami výkonnosti 1, se považuje za síť s velmi vysokou kapacitou (viz bod 18).
2. Pro kvalifikaci sítě jako sítě s velmi vysokou kapacitou stačí, aby síť (bez dalších investic) byla schopna poskytovat službu, která splňuje výkonnostní prahové hodnoty 1. Není tedy nutné, aby síť takovou službu skutečně nabízela, ani aby všechny služby poskytované sítí splňovaly výkonnostní prahové hodnoty 1. Aby však bylo možné určit, zda síť tyto schopnosti má, může vnitrostátní regulační orgán požadovat, aby byla v síti zavedena testovací služba, která splňuje výkonnostní prahové hodnoty 1 (viz bod 20.a).
3. Oblast pokrytou sítí, která poskytuje připojení pevnou linkou, je třeba rozdělit na vhodné dílčí oblasti (např. vícebytový dům, skupina rodinných domů).

1. Nebo kancelářské a průmyslové budovy
2. Přístupový bod sítě WLAN (WiFi) je považován za základnovou stanici. Na druhé straně se satelitní sítě svými vlastnostmi a architekturou velmi liší od pozemních bezdrátových sítí a zdá se, že neexistuje ekvivalent pojmu základnová stanice, který se používá v pozemních bezdrátových sítích. Proto není možné použít kritérium 2 na družicové sítě. Družicové sítě však lze považovat za sítě s velmi vysokou kapacitou, pokud splňují kritérium 4.

domy, oblast přístupového uzlu). Pro každou podoblast je třeba určit, zda jsou splněny výkonnostní prahové hodnoty 1.[[22]](#footnote-22) Pokud podoblast splňuje výkonnostní prahové hodnoty 1, pak část sítě, která pokrývá tuto podoblast, splňuje podmínky pro síť s velmi vysokou kapacitou.

1. Dílčí oblast splňuje výkonnostní prahové hodnoty 1, pokud by za obvyklých podmínek v době špičky koncoví uživatelé[[23]](#footnote-23) v této dílčí oblasti obvykle dosahovali alespoň QoS výkonnostních prahových hodnot 1 v místě, kde končí přístupová linka účastníka v jeho obytném prostoru (bez zahrnutí omezení ze zařízení v prostorách zákazníka). Například v případě, že by koncoví uživatelé v této podoblasti měřili rychlost přenosu dat služby pomocí testu rychlosti internetu v náhodném časovém okamžiku v době špičky, pak by obvykle naměřili alespoň 1 000 Mb/s v downlinku a 200 Mb/s v uplinku (na úrovni užitečného zatížení paketů IP) v případě, že jejich zařízení v prostorách zákazníka neomezuje rychlost přenosu dat.
2. Kritérium 3 se vztahuje na "*jakoukoli* síť, která poskytuje pevné připojení", a proto se vztahuje technologicky neutrálně na *všechny* sítě, které poskytují pevné připojení. Proto se kritérium 3 vztahuje například na sítě s přístupovou sítí založenou na
	1. (Obvyklá) kroucená dvojlinka a jakákoli technologie DSL (např. G.fast);
	2. koaxiální kabel a jakákoli technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1) a
	3. Kroucená dvojlinka kategorie 5 nebo vyšší s libovolnou technologií Ethernet (např. Gigabit Ethernet).
3. Jak je uvedeno v odstavci 22, "bezdrátová síť s velmi vysokou kapacitou" (tj. síť, která splňuje buď kritérium 2, nebo kritérium 4, nebo obojí) může rovněž splňovat výkonnostní prahové hodnoty kritéria 3, a v takovém případě ji lze považovat za rovnocennou "pevné síti s velmi vysokou kapacitou".

## 5.4 Uplatnění kritéria 4

1. Jakákoli síť, která poskytuje bezdrátové připojení a je schopna poskytovat koncovým uživatelům za obvyklých podmínek ve špičce služby s QoS definovanou prahovými hodnotami výkonnosti 2, se považuje za síť s velmi vysokou kapacitou (viz bod 18).
2. Pro kvalifikaci sítě jako sítě s velmi vysokou kapacitou stačí, aby síť (bez dalších investic) byla schopna poskytovat služby, které splňují výkonnostní prahové hodnoty. 2. Není tedy nutné, aby síť takovou službu skutečně nabízela, ani aby všechny služby poskytované sítí musely splňovat výkonnostní prahové hodnoty 2. Vnitrostátní regulační orgán však může za účelem zjištění, zda síť tyto schopnosti má, požadovat, aby byla v síti zavedena zkušební služba, která splňuje výkonnostní prahové hodnoty 2 (viz bod 20.a).
3. Oblast pokrytá sítí, která poskytuje bezdrátové připojení, musí být rozdělena na vhodné podoblasti (např. oblast pokrytí základnové stanice nebo skupiny základnových stanic). Pro každou podoblast je třeba určit, zda jsou splněny výkonnostní prahové hodnoty 2.[[24]](#footnote-24) Pokud dílčí oblast splňuje výkonnostní prahové hodnoty 2, pak část sítě, která tuto dílčí oblast pokrývá, lze kvalifikovat jako síť s velmi vysokou kapacitou.
4. Dílčí oblast splňuje prahové hodnoty výkonnosti 2, pokud by za obvyklých podmínek v době špičky v této dílčí oblasti koncový[[25]](#footnote-25) uživatel v průměru dosáhl alespoň QoS prahových hodnot výkonnosti 2 ve venkovních lokalitách. Například v případě, že je rychlost přenosu dat v této podoblasti měřena během časové špičky pomocí testu jízdy, pak by průměrná hodnota naměřené rychlosti přenosu dat byla alespoň 150 Mb/s v sestupném směru a 50 Mb/s ve výstupním směru (na úrovni užitečného zatížení paketu IP) v případě, že mobilní zařízení použité při testu jízdy dostatečně podporuje technologii použitou v bezdrátové síti.
5. Kritérium 4 se vztahuje na "jakoukoli síť, která poskytuje bezdrátové připojení", a proto se technologicky neutrálně vztahuje na všechny sítě, které poskytují bezdrátové připojení (např.

mobilní sítě, veřejné sítě WLAN (WiFi), satelitní sítě).

# Příloha 1: Články a body odůvodnění EECC, které se týkají sítí s velmi vysokou kapacitou

1. Tato příloha obsahuje přehled článků a také některých bodů odůvodnění EECC, kde se používá termín "sítě s velmi vysokou kapacitou".

Čl. 1

1. Čl. 1 uvádí jako cíl směrnice zavedení vnitřního trhu sítí a služeb elektronických komunikací, který povede k zavádění a využívání sítí s velmi vysokou kapacitou, udržitelné hospodářské soutěži, interoperabilitě služeb elektronických komunikací, dostupnosti, bezpečnosti sítí a služeb a výhodám pro koncové uživatele. Čl. 2
2. Čl. 2 definuje pojem velmi vysokokapacitní síť, jak je popsáno v oddíle 2.1.
3. V 13. bodě odůvodnění jsou uvedeny další informace o definici pojmu "sítě s velmi vysokou kapacitou" (viz oddíl 2.1).

Čl. 3

1. Čl. 3 uvádí jako cíl podporu konektivity a přístupu k sítím s velmi vysokou kapacitou, včetně pevných, mobilních a bezdrátových sítí, a jejich využívání všemi občany a podniky Unie.
2. Ve 24. bodě odůvodnění se dále uvádí, že "pokrok při dosahování obecných cílů této směrnice by měl být podpořen důkladným systémem průběžného hodnocení a srovnávání členských států Komisí, pokud jde o dostupnost sítí s velmi vysokou kapacitou ve všech hlavních socioekonomických hnacích silách, jako jsou školy", dopravní uzly a hlavní poskytovatelé veřejných služeb a vysoce digitalizované podniky, dostupnost nepřetržitého pokrytí 5G pro městské oblasti a hlavní pozemní dopravní trasy a dostupnost sítí elektronických komunikací pro všechny domácnosti v každém členském státě, které jsou schopny poskytovat rychlost alespoň 100 Mb/s a které lze okamžitě upgradovat na gigabitové rychlosti. [...]'.

Čl. 22

1. Geografické průzkumy rozmístění sítí mohou zahrnovat prognózu dosahu sítí s velmi vysokou kapacitou (čl. 22 odst. 1).
2. Úřady mohou vymezit oblast, kde žádný podnik nebo orgán veřejné moci neplánuje zavést síť s velmi vysokou kapacitou nebo významně modernizovat či rozšířit svou síť na výkonnost alespoň 100 Mb/s při stahování dat. Orgány určené oblasti zveřejní. (čl. 22 odst. 2)
3. Úřady mohou vyzvat podniky a orgány veřejné správy, aby oznámily svůj záměr vybudovat v určených oblastech sítě s velmi vysokou kapacitou. Pokud na základě této výzvy podnik nebo orgán veřejné moci oznámí svůj záměr, může příslušný orgán požadovat, aby ostatní podniky a orgány veřejné moci oznámily svůj záměr.

zavádět sítě s velmi vysokou kapacitou nebo výrazně modernizovat či rozšířit svou síť tak, aby v této oblasti dosahovala rychlosti stahování alespoň 100 Mb/s. (čl. 22 odst. 3)

1. V 62. bodě odůvodnění jsou k tomu uvedeny následující informace. Tyto průzkumy by měly zahrnovat "[...] jak zavádění sítí s velmi vysokou kapacitou, tak i významné modernizace nebo rozšíření stávajících měděných nebo jiných sítí, které by nemusely ve všech ohledech odpovídat výkonnostním charakteristikám sítí s velmi vysokou kapacitou, jako je zavádění optických vláken do rozvodné skříně ve spojení s aktivními technologiemi, jako je vektorování.".
2. V 63. bodě odůvodnění se dále uvádí, že: Pokud podnik nebo orgán veřejné moci oznámí záměr zavádět sítě v určité oblasti, měl by mít vnitrostátní regulační nebo jiný příslušný orgán možnost požadovat, aby ostatní podniky a orgány veřejné moci oznámily, zda mají v úmyslu v této oblasti zavádět sítě s velmi vysokou kapacitou nebo výrazně modernizovat či rozšiřovat své sítě na výkonnost alespoň 100 Mb/s při stahování. [...]'

Článek 61

1. Vnitrostátní regulační orgány neuloží symetrické povinnosti přesahující první bod koncentrace operátorovi, který je pouze velkoobchodním operátorem, pokud zpřístupní životaschopný a podobný alternativní způsob dosažení koncových uživatelů tím, že poskytne přístup k síti s velmi vysokou kapacitou jakémukoli podniku za spravedlivých, nediskriminačních a přiměřených podmínek. VRO mohou tuto výjimku rozšířit na další poskytovatele, kteří nabízejí přístup k síti s velmi vysokou kapacitou za spravedlivých, nediskriminačních a přiměřených podmínek. (Čl. 61 odst. 3 ve spojení s čl. 61 odst. 1 písm. a) a čl. 61 odst. 2 písm. b). 80)

Článek 73

1. Při ukládání povinností přístupu k určitým síťovým prvkům a souvisejícím zařízením a jejich využívání by měly vnitrostátní regulační orgány zohlednit mimo jiné rizika spojená s investicí, zejména s ohledem na investice do sítí s velmi vysokou kapacitou a na úroveň rizika s nimi spojenou. (článek 73)

Článek 74

1. Při určování, zda je vhodné zavést povinnost cenové kontroly, musí vnitrostátní regulační orgány zohlednit potřebu podpořit hospodářskou soutěž a dlouhodobé zájmy koncových uživatelů související se zaváděním a využíváním sítí nové generace, a zejména sítí s velmi vysokou kapacitou. (článek 74)

Článek 76

1. Čl. 76 se zabývá regulací nových velmi vysokokapacitních síťových prvků a předpokládá mírnější regulaci nových velmi vysokokapacitních sítí, které se skládají z optických prvků až do prostor koncového uživatele nebo základnové stanice, za určitých podmínek souvisejících se společnými investicemi.
2. Je třeba poznamenat, že ačkoli má článek 76 ve svém názvu termín "sítě s velmi vysokou kapacitou", vztahuje se toto ustanovení pouze na sítě s velmi vysokou kapacitou, které "se skládají z prvků z optických vláken až do prostor koncového uživatele nebo základnové stanice" (čl. 76 odst. 1). Sítě, které nejsou tvořeny optickými vlákny až do prostor koncového uživatele nebo do základnové stanice, ale které jsou přesto schopny poskytovat podobné výkony, by tedy nebyly

být relevantní pro ustanovení článku 76. Proto prahové hodnoty výkonnosti, které stanovují pokyny BEREC, nejsou relevantní pro čl. 76.

Článek 105

1. Maximální doba smluvního závazku, která je omezena na 24 měsíců podle čl. 105 odst. 1 se nevztahuje na dobu trvání smlouvy o splátkách, pokud se spotřebitel v samostatné smlouvě dohodl na splátkách výhradně za zřízení fyzického připojení, zejména k sítím s velmi vysokou kapacitou podle čl. 105(2).

# Příloha 2: Dotazníky

97. Tato příloha obsahuje přehled dotazníků, na jejichž základě byly shromážděny údaje od provozovatelů sítí (oddíl 1), počet obdržených vyplněných dotazníků (oddíl 2) a informace o dotaznících pro prodejce (oddíl 3).

# 1. Dotazníky pro provozovatele sítí

1. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (viz odstavec 13c) je založeno na pevných sítích s optickými vlákny zavedenými až do vícebytových budov a na kabelové infrastruktuře v budovách jsou uvažovány následující technologie (viz odstavce 30 a 37):
	1. G.fast na (obvyklém) krouceném páru [[26]](#footnote-26)a
	2. Nejpokročilejší technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1) na koaxiálním kabelu (sdílené médium).
2. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 (viz odstavec 13d) vychází z mobilních sítí s optickými vlákny zavedenými až k základnové stanici (viz odstavec 31) a LTE Advanced (4G) s agregací nosné a MIMO[[27]](#footnote-27), avšak bere v úvahu pouze agregaci nosné s nejvyšším agregovaným spektrem a MIMO s nejvyšším počtem paralelních datových toků nasazených v mobilní síti (viz odstavec 37c).
3. Proto byly údaje shromážděny na základě následujících dotazníků: [[28]](#footnote-28)
	1. Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickými vlákny do budovy (FTTB) a G.fast na měděném krouceném páru v budově (alespoň pilotní/polní test);
	2. Dotazník pro provozovatele hybridní optické koaxiální sítě (HFC) s optickými vlákny zavedenými až do budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově a
	3. Dotazník pro provozovatele mobilních sítí s LTE Advanced.

1. Pouze pro referenční účely byly údaje shromážděny také pomocí následujících dotazníků:
	1. Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickými vlákny do budovy (FTTB) a Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší (viz příloha 5, oddíl 1) a
	2. Dotazník pro provozovatele pevných sítí s FTTH (viz příloha 5, oddíl 2).
2. Informace z těchto dotazníků jsou použity pouze pro referenční účely, protože Ethernet na kroucených párech v budovách kategorie 5 nebo vyšší je ve většině zemí EU dostupný/používaný jen zřídka (viz body 235 až 237) a FTTH je silnější požadavek na velmi vysokokapacitní síť, než je uvedeno v EECC (optické vlákno do více obytných budov v případě pevných sítí, viz bod 16).

#### *Hlavní otázka*

1. Všechny dotazníky mají stejnou strukturu a jsou zcela analogické. Hlavní otázka zní: "Jaké QoS pro koncové uživatele je možné dosáhnout ve vaší síti založené na optickém vedení do vícebytového domu (v případě pevných sítí) / základnové stanice (v případě mobilních sítí) ... s ohledem na určité parametry QoS". Jediný rozdíl je v tom, že v každém dotazníku byla tato otázka položena pro jinou síť, tedy síť, která byla v dotazníku zvažována. Popis parametrů QoS je uveden v oddíle 4.5 výše v hlavní části.
2. Tuto hlavní otázku je třeba zodpovědět pro dva různé scénáře a za určitých podmínek. V případě scénáře 1 jsou podmínky následující:
	1. Za obvyklých podmínek ve špičce;
	2. Pro službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat (down+up), která je v současné době poskytována v síti (síť uvažovaná v dotazníku);
	3. Ostatní služby jsou poskytovány se stejným QoS pro koncové uživatele jako v současnosti;
	4. Omezení QoS koncového uživatele způsobená CPE/ME[[29]](#footnote-29) by neměla být brána v úvahu a
	5. Také v případě mobilních sítí: zvažte pouze tu část mobilní sítě, která má optické vlákno k základnové stanici, nejvyšší agregované spektrum (např. 60 MHz) a nejvyšší počet paralelních datových toků MIMO (např. 4x4 MIMO).

V případě scénáře 2 jsou podmínky stejné s výjimkou b, které je:

* 1. Pro službu s nejvyšší možnou rychlostí přenosu dat založenou na nejpokročilejší technologii nasazené (nebo alespoň ve fázi provozních zkoušek) ve vaší síti (síť uvažovaná v dotazníku). Tato služba je poskytována koncovým uživatelům, kteří mají v současné době předplacenou službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat ze scénáře 1.[[30]](#footnote-30) V případě LTE a scénáře 2 je podmínka e stejná, avšak vzhledem k tomu, že se uvažuje i o provozních zkouškách (viz f výše), může se vztahovat na jinou technologii LTE, a to technologii LTE používanou v provozní zkoušce.
1. Provozovatelé sítí byli požádáni, aby poskytli odhadované hodnoty dosažitelné kvality služeb koncového uživatele ve špičce a aby poskytli typické hodnoty (např. průměr, rozmezí, žádné hodnoty "až"), protože kvalita služeb koncového uživatele závisí na okolnostech jednotlivých koncových uživatelů (např. délka přístupového média, kvalita přístupového média, rušení a šum). Provozovatelé sítí byli požádáni, aby takové hodnoty pro některé parametry QoS poskytli (viz oddíl 4.5).
2. Celkově byla hlavní otázka položena na typicky dosažitelnou rychlost přenosu dat (a další parametry QoS) za výše uvedených podmínek (bod 104), tj. na rychlost přenosu dat (a další parametry QoS), kterou koncový uživatel služby s nejvyšší aktuálně poskytovanou (scénář 1) nebo možnou (scénář 2) rychlostí přenosu dat typicky zažije ve špičce, [[31]](#footnote-31)pokud CPE/ME plně podporuje technologii v síti (bez omezení ze strany CPE/ME).
3. Hlavní rozdíl mezi scénářem 1 a 2 je následující. Scénář 1 uvažuje službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat (down+up), která je v současné době v síti poskytována. Provozovatel může také testovat další vývoj přístupové technologie (např. přechod z G.fast 106 MHz na G.fast 212 MHz nebo z DOCSIS 3.0 na DOCSIS 3.1) v rámci provozní zkoušky nebo pilotního nasazení, pak by se jednalo o přístupovou technologii uvažovanou ve scénáři 2 a hlavní otázka požaduje odhad, jak by se změnila rychlost přenosu dat (a další parametry QoS) ve srovnání se scénářem 1 (při zachování ostatních podmínek, např. špičkový čas, žádné omezení CPE/ME atd.).

#### *Objasnění hlavní otázky pro mobilní sítě*

108. Odpovědi získané od provozovatelů mobilních sítí ukázaly, že slovo "dosažitelný" a scénář 1 a scénář 2 v hlavní otázce byly chápány odlišně. Proto bylo nutné provést následující upřesnění.

1. Dosažitelná rychlost přenosu dat je rychlost přenosu dat, kterou koncový uživatel změří pomocí testu rychlosti internetu. Hlavní otázka se ptá na průměrnou hodnotu této rychlosti přenosu dat v době špičky a v celé oblasti pokrytí scénáře 1 a 2 (viz níže). Tato oblast tedy zahrnuje nejen místa v blízkosti základnových stanic, ale také místa vzdálenější (ale stále pokrytá nejlepší technologií LTE z hlediska agregovaného spektra, pořadí MIMO, modulace atd.) Kromě toho platí podmínky hlavní otázky (viz bod 104).
2. Pokud jsou například k dispozici měření z jízdních zkoušek, byla by pro scénář 1 odpovědí na hlavní otázku průměrná hodnota všech naměřených rychlostí ve špičce v oblasti s nejlepší technologií LTE.
3. Dosažitelná rychlost přenosu dat není:
	1. Datová rychlost skutečného provozu v síti, která závisí na tom, jak koncoví uživatelé využívají své služby.
	2. Maximální možná (nebo maximální naměřená) rychlost přenosu dat v buňce nebo v určité oblasti pokrytí (např. koncový uživatel/mobilní zařízení v blízkosti základnové stanice).
4. Scénář 1 a scénář 2 byly ilustrovány na následujícím příkladu:
	1. Scénář 1: Pokud je v současné síti LTE nejvyšší agregované spektrum 50/20 MHz, nejvyšší počet paralelních datových toků MIMO 2x2/2x2 a nejvyšší modulace 265/64 QAM a produkt s nejvyšší rychlostí přenosu dat 500/50 Mbps, pak se jedná o scénář 1. Pak se uvede průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat, jak je definována výše, tohoto produktu (nikoliv jiných/všech produktů) v oblasti pokrytí, kde jsou společně k dispozici 50/20 MHz, 2x2/2x2 MIMO a 256/64 QAM, přičemž se zohlední i ostatní podmínky hlavní otázky (viz bod 104).
	2. Scénář 2: V případě, že stejný operátor má také polní zkoušku s agregovaným spektrem 60/40 MHz, 4x4/2x2 MIMO a 265/64 QAM, pak se jedná o scénář 2. Pak by odpovědí na hlavní otázku byl odhad, jak by se změnila rychlost přenosu dat (a další parametry QoS) ve srovnání se scénářem 1 (při zachování ostatních podmínek, např. špičkové doby, bez omezení mobilních zařízení atd.) v oblasti pokrytí touto technologií LTE (kde jsou k dispozici CA 60/40 MHz, 4x4/2x2 MIMO a 256/64 QAM dohromady).

#### *Doplňující otázky*

1. Provozovatelé byli rovněž dotázáni, na základě jakých parametrů odpovídají na hlavní otázku. Tyto doplňující otázky závisí na uvažované technologii, a proto se v jednotlivých dotaznících mírně liší. Příklady: na jaké přístupové technologii, na jakém kmitočtovém spektru, na jaké modulaci, na jakém počtu kroucených párů na službu pro koncového uživatele (např. 1, 2párové), na jakém počtu koncových uživatelů ve vícebytové budově, kteří sdílejí stejné koaxiální zdroje, na jaké kategorii krouceného páru kabelu.
2. Další doplňující otázky se zaměřují především na zkušenosti provozovatele sítě s přístupovou technologií, na kterou se vztahuje hlavní otázka.
	1. Stav nasazení (polní zkouška, pilotní nasazení, pravidelný provoz);
	2. Od kdy je technologie v síti nasazena;
	3. počet koncových uživatelů, kterým jsou v současné době poskytovány služby založené na dané technologii (v případě pevných sítí), a
	4. Počet základnových stanic, které jsou v současné době připojeny optickými vlákny a vybaveny touto technologií (v případě mobilních sítí).

# 2. Počet vyplněných dotazníků

1. V tabulce 1 je uveden přehled počtu obdržených dotazníků podle typu dotazníku. Operátoři vyplnili 150 dotazníků pro pevné sítě a 86 (57 %) z nich bylo zohledněno v analýze. Dotazník pro operátory mobilních sítí vyplnilo 54 operátorů. Ti pochopili hlavní otázku odlišně a byl jim zaslán e-mail s vysvětlením (viz bod 108). Na tento e-mail odpovědělo 32 (59 %) operátorů a v analýze byly zohledněny dotazníky 20 (63 %) z nich.

**Tabulka 1: Počet vyplněných dotazníků podle typu dotazníku**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Typ dotazníku**  | **Celkem**  | **Zohledněno**  |
| Pevná síť s optickými vlákny do vícebytové budovy a G.fast na měděném krouceném páru v budově.  | 9  | 8  |
| Hybridní optická koaxiální síť (HFC) s optickými vlákny zavedenými až do vícebytových domů a DOCSIS na koaxiální síti v budově.  | 25  | 19  |
| Pevná síť s optickými vlákny do vícebytové budovy a Ethernet na kroucených párech v budově (Cat. 5 nebo vyšší)  | 41  | 33  |
| Dotazník pro provozovatele pevných sítí s FTTH  | 75  | 26  |
| Mobilní síť s LTE Advanced  | 54/32  | 20  |
| Celkem  | 204/182  | 106  |

Zdroj: BEREC

1. 64 dotazníků pro provozovatele pevných sítí nebylo zohledněno z následujících důvodů:
	1. V případě obou scénářů se nepoužívá pokročilejší technologie, ale "stará" technologie (např. DOCSIS 1.1 a nikoli alespoň DOCSIS 3.0);
	2. Provozovatel poskytl údaje pro technologii, která nebyla v jeho síti nikdy nasazena, a to ani při zkouškách v terénu, ani při pilotním nasazení, ani v běžném provozu;
	3. V případě obou scénářů nebyla zodpovězena hlavní otázka týkající se dosažitelné rychlosti přenosu dat nebo je dosažitelná rychlost přenosu dat zjevně nepravděpodobná.
	4. Odpovědi informují o tom, že nesplňují podmínky otázky č. 2 (viz odstavec 1).

104);

* 1. Hlavní otázka byla zodpovězena pouze pro scénář 1, nikoli pro scénář 2, a

* 1. Odpovědi jsou nejasné.
1. 22 dotazníků pro operátory mobilních sítí nebylo zohledněno, protože tito operátoři neodpověděli na e-mail s vysvětlením (viz bod 108), a proto není jasné, zda hlavní otázku pochopili a správně na ni odpověděli.
2. 12 dotazníků pro operátory mobilních sítí nebylo zohledněno, přestože odpověděli na e-mail s vysvětlením, a to z následujících důvodů:
	1. Odpovědi informují o tom, že nesplňují podmínky otázky č. 2 (viz odstavec 1).

104);

* 1. Hlavní otázka byla zodpovězena pouze částečně pro scénář 1 a nikoli pro scénář 2 a
	2. Provozovatel informoval, že údaje se týkají míst se specifickými podmínkami, a proto nejsou reprezentativní.
1. V tabulce 2 je uveden přehled počtu vyplněných dotazníků o pevných sítích v jednotlivých zemích. Provozovatelé z 26 evropských zemí vyplnili 150 dotazníků o pevných sítích a v analýze bylo zohledněno 86 dotazníků od provozovatelů z 21 evropských zemí.

**Tabulka 2: Počet vyplněných dotazníků pro pevnou síť v jednotlivých zemích (zohledněno/celkem)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Země**  | **Dotazník**  | **Země**  | **Dotazník**  | **Země**  | **Dotazník** |
| Rakousko  | 2/3  | Finsko  | 5/6  | Norsko  | 4/6  |
| Belgie  | 2/4  | Řecko  | 0/4  | Polsko  | 2/7  |
| Bulharsko  | 11/17 (7/7)\*  | Maďarsko  | 4/5  | Portugalsko  | 0/3  |
| Chorvatsko  | 3/7  | Irsko  | -  | Rumunsko  | 2/2  |
| Kypr  | 2/4  | Itálie  | 0/4  | Španělsko  | 0/3  |
| Česká republika |  5/7  | Lotyšsko  | 7/9 (6/7)\*  | Švédsko  | -  |
| Německo  | 9/15  | Litva  | 1/2  | Švýcarsko  | 1/1  |
| Dánsko  | 7/12  | Lucembursko  | -  | Slovinsko  | 3/5  |
| Estonsko  | 2/4  | Malta  | -  | Slovensko  | 12/16 (4/7)\*  |
| Francie  | 0/1  | Nizozemsko  | 1/1  | Spojené království  | 1/2  |

\* Údaje pro dotazník Ethernet na kroucených párech v budovách kategorie 5 nebo vyšší Zdroj: BEREC

1. Poměrně silné zastoupení mají Bulharsko, Lotyšsko a Slovensko. To je však omezeno pouze na jeden dotazník, a to na dotazník týkající se Ethernetu na kroucených párech v budovách kategorie 5 nebo vyšší. Tento dotazník vyplnilo 41 provozovatelů, z toho 21 (51 %) provozovatelů z Bulharska (7), Lotyšska (7) a Slovenska (7). Tato technologie a infrastruktura v budovách není v EU příliš rozšířená, tyto tři země však mohou být výjimkou.
2. V tabulce 3 je uveden přehled počtu vyplněných dotazníků pro operátory mobilních sítí v jednotlivých zemích.
3. Dotazník o mobilních sítích vyplnilo 54 operátorů z 24 evropských zemí, na vysvětlení odpovědělo 32 operátorů z 19 evropských zemí a v analýze byly zohledněny dotazníky 20 operátorů ze 13 evropských zemí.

**Tabulka 3: Počet vyplněných dotazníků pro operátory mobilních sítí v jednotlivých zemích (zohledněno/celkem[[32]](#footnote-33))**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Země**  | **Dotazník**  | **Země**  | **Dotazník**  | **Země**  | **Dotazník** |
| Rakousko  | 2/3  | Finsko  | 0/1  | Norsko  | 1/2  |
| Belgie  |   | Řecko  | 1/2  | Polsko  |   |
| Bulharsko  | 0/1  | Maďarsko  | 1/1  | Portugalsko  | 1/2  |
| Chorvatsko  | 1/2  | Irsko  |   | Rumunsko  | 2/2  |
| Kypr  |   | Itálie  |   | Španělsko  | 1/2  |
| Česká republika |  0/1  | Lotyšsko  | 1/1  | Švédsko  |   |
| Německo  |   | Litva  | 0/1  | Švýcarsko  |   |
| Dánsko  | 3/3  | Lucembursko  |   | Slovinsko  | 3/3  |
| Estonsko  | 0/1  | Malta  |   | Slovensko  | 2/2  |
| Francie  | 1/1  | Nizozemsko  | 0/1  | Spojené království  |   |

Zdroj: BEREC

# 3. Dotazníky pro prodejce

1. Prodejci neprovozují sítě a nenabízejí služby elektronických komunikací, proto není možné položit prodejcům stejnou hlavní otázku, jaká byla položena provozovatelům sítí (viz body 103 až 108). Z tohoto důvodu se dotazníky pro prodejce zaměřují na obecné informace a na přístupovou síť. Informace od prodejců slouží k lepšímu pochopení odpovědí provozovatelů sítí, avšak stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 není přímo založeno na odpovědích od prodejců.
2. Informace byly shromážděny od prodejců na základě následujících dotazníků:
	1. Dotazník pro prodejce zařízení pro pevné sítě s G.fast;
	2. Dotazník pro prodejce zařízení pro hybridní optické koaxiální sítě a
	3. Dotazník pro prodejce zařízení pro mobilní sítě.
3. Dotazník pro prodejce zařízení pro pevné sítě s G.fast vyplnili částečně dva prodejci. Další prodejce tento dotazník vyplnil částečně, nicméně doporučuje BEREC, aby na základě jím poskytnutých informací o měření nestanovoval pokyny.
4. Dotazník pro dodavatele zařízení pro hybridní koaxiální optické sítě vyplnil jeden dodavatel a částečně jiný dodavatel. Další prodejce na otázky neodpověděl, ale poskytl některé základní informace o hybridních koaxiálních sítích.
5. Dotazník pro prodejce zařízení pro mobilní sítě vyplnil jeden prodejce a částečně jiný prodejce.

# Příloha 3: Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (pevné sítě)

1. Tato příloha určuje prahové hodnoty výkonnosti 1 (viz bod 15a) na základě údajů shromážděných od provozovatelů pevných sítí (viz příloha 2).
2. Pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 se uvažují pevné sítě s optickými vlákny zavedenými až do vícebytových budov, měděný a koaxiální přístup v budovách (viz odstavec 30) a použití následujících přístupových technologií (viz odstavce 37a a 37b).
	1. G.fast na (obvyklém) krouceném páru a
	2. Nejpokročilejší technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1) na koaxu;
3. Prahové hodnoty výkonu 1 jsou nastaveny pro následující parametry QoS (viz oddíl

4.5):

* 1. Rychlost přenosu dat směrem dolů (Mbps);
	2. Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru (Mbps);
	3. Chybovost paketů IP (Y.1540) (%);
	4. Poměr ztrátovosti paketů IP (Y.1540) (%);
	5. Zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms);
	6. změna zpoždění paketů IP (RFC 3393) (ms) a
	7. Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok).
1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 musí zohledňovat dosažitelnou kvalitu služeb koncového uživatele, nikoliv kvalitu služeb koncového uživatele, které je v současné době dosahováno (viz bod 15a). Proto se stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 zaměřuje na scénář 2 (nikoli na scénář 1) hlavní otázky v dotaznících (viz body 104 a 107).
2. Sdružení BEREC obdrželo odpovědi na příslušné dotazníky od několika operátorů, a tedy i řadu hodnot pro každý z výše uvedených parametrů QoS a.-g. Vzhledem k tomu, že prahové hodnoty výkonnosti by měly odrážet parametry, které jsou obvykle dosažitelné, používá se jako základ pro stanovení prahových hodnot výkonnosti medián těchto hodnot 1. Medián je vhodnější než aritmetický průměr, protože je odolnější vůči odlehlým hodnotám. Maximální hodnota se nepoužívá, protože může být dosažitelná pouze za výjimečných okolností, a neodráží tedy typicky dosažitelné hodnoty.

# 1. Rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru

129. V tomto oddíle je stanovena prahová rychlost datového toku downlink a prahová rychlost datového toku uplink pro prahové hodnoty výkonnosti 1 na základě pevných sítí s optickými vlákny zavedenými až do vícebytového domu a dvou uvažovaných přístupových technologií (viz bod 125).

# a. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytových budov a G.fast na měděném krouceném páru v budově

1. Obrázek 1 ukazuje typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytových budov s nasazením G.fast na kroucených párech v budově a za podmínek uvedených v dotazníku (viz scénář 2 v bodě 104 a bod 127) podle odpovědí osmi provozovatelů. Vzhledem k tomu, že se uvažuje o dosažitelných rychlostech přenosu dat, předpokládá se, že G.fast využívá celé spektrum (tj. i spektrum VDSL) počínaje 2,2 MHz. Uvedené rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketu IP (viz bod 48).
2. Jedná se o rychlosti přenosu dat, které koncový uživatel obvykle využívá ve špičce, pokud jeho CPE plně podporuje technologii G.fast sítě (viz bod 106). Čtyři z těchto osmi operátorů využívají kmitočtové spektrum do 212 MHz, další čtyři jej využívají do 106 MHz.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***1.600 1.440

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  | 1.309 |  |  |  |  |  |
|  | 1.080 |  | 1.1001.000 1.018925 |  |  |  |
|  |  | 837 |  |  |  | 789 780 | 740 |  |
|  |  |  |  |  |  |  | 627 | 630 |  | 600 | 534 |
|  | 360 | 472 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 450 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 161,5 | 150 |  | 140 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | 100 | 93 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 80 |

1.4001.2001.000 8006004002000 G1G2G3G4G5G6G7G8212 MHz 212 MHz 212 MHz 212 MHz 106 MHz 106 MHz 106 MHz 106 MHz 106 MHz Agrární Downlink Uplink |

\*) Z užitečného zatížení paketu IP

Poznámka: Počáteční frekvence obou profilů, 212 MHz a 106 MHz, je 2,2 MHz (kromě operátora G3 17,8 MHz) a všechny údaje jsou založeny na jednom krouceném páru. Zdroj: BEREC

**Obrázek 1: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat v době špičky v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytových budov s nasazením G.fast na kroucených párech v budově**

1. V případě G.fast je důležitá agregovaná rychlost přenosu dat (tj. součet rychlosti přenosu dat směrem dolů a nahoru), protože rychlost přenosu dat směrem dolů a nahoru je konfigurovatelná, ale součet obou nesmí překročit agregovanou rychlost přenosu dat.
2. Z obrázku 1 je patrné, že typicky dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době špičky jsou zřetelně vyšší v případě použití profilu 212 MHz ve srovnání s profilem 106 MHz.
3. Vzhledem k tomu, že výkonnostní prahové hodnoty 1 musí být založeny na "nejlepší" technologii s ohledem na dosažitelnou rychlost přenosu dat (viz bod 32), jsou pro stanovení výkonnostních prahových hodnot 1 relevantní pouze rychlosti přenosu dat stanovené pro G.fast s frekvencí 212 MHz.
4. V případě G.fast 212 MHz (počáteční frekvence 2,2 MHz) se obvykle dosažitelné agregované rychlosti dat ve špičce pohybují podle informací poskytnutých čtyřmi operátory mezi 1 018 Mb/s a 1 440 Mb/s. Ve třech případech jsou tyto informace založeny na zkušenostech z provozních zkoušek. Jeden operátor (G3) již nabízí produkt založený na G.fast 212 MHz. Operátor G5 očekává, že podle jeho zkušeností s touto technologií v laboratorním prostředí (zatím ji nezavedl v rámci terénního testování) bude možné na základě G.fast 212 MHz vytvořit produkty s rychlostí 1 000/200 Mb/s.
5. V době sběru dat měla většina provozovatelů pouze terénní zkoušky nebo zkušenosti z laboratorních testů s G.fast 212 MHz, ale to se pravděpodobně změní během období, kdy budou pokyny platné.
6. Údaje poskytované prodejci jsou podobné:
	1. Jeden z dodavatelů (V1) informoval o agregované linkové rychlosti přenosu dat 1 600 Mb/s naměřené v laboratorním prostředí za určitých podmínek[[33]](#footnote-34) s G.fast 212 MHz (počáteční frekvence 2,2 MHz) a o obecných cílových hodnotách pro G.fast 212 MHz (počáteční frekvence 2,2 MHz) na základě běžných požadavků síťových operátorů na

1 000/250 Mb/s (down/up). [[34]](#footnote-35)

* 1. Jiný dodavatel (V2) naměřil agregovanou linkovou přenosovou rychlost 1 328 Mb/s (1 060 Mb/s směrem dolů, 268 Mb/s směrem nahoru) v případě G.fast 212 MHz v testu založeném na určitém krouceném páru. [[35]](#footnote-36)
1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 vycházejí z mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz bod 128) a medián obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat čtyř provozovatelů s G.fast 212 MHz činí 1 200 Mb/s. Rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru je konfigurovatelná (viz bod 132), a proto např. 1 000 Mb/s v sestupném směru a 200 Mb/s vzestupném směru.

# b. Hybridní optické koaxiální sítě (HFC) s optickými vlákny rozvinutými až do vícekanálových sítí.

### obytné budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově.

##### Rychlost přenosu dat směrem dolů

139. Obrázek 2 a tabulka 4 ukazují typicky dosažitelné rychlosti datového toku směrem dolů v době špičky v hybridní opticko-koaxiální síti (HFC) s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově za podmínek uvedených v dotazníku (viz scénář 2 v bodě 104 a bod 127) na základě odpovědí obdržených od 19 operátorů. Uvedené datové rychlosti jsou datové rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketů IP (viz odstavec 48).

#### Rychlost přenosu dat směrem dolů (Mbps)\*

\*) Z užitečného zatížení paketu IP

\*\*) 1 600 Mb/s za dva roky na základě technického odhadu, 800 Mb/s na základě současných provozních zkoušek Zdroj: BEREC

**Obrázek 2: Obvykle dosažitelná rychlost datového toku směrem dolů v době špičky v sítích HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytového domu a DOCSIS na koaxiální síti v budově.**

1. Jedná se o rychlosti přenosu dat, které koncový uživatel obvykle využívá ve špičce, pokud jeho CPE plně podporuje technologii DOCSIS sítě (viz bod 106). V downstream směru používá 11 operátorů DOCSIS 3.1, osm z nich společně[[36]](#footnote-37) s DOCSIS 3.0, a dalších osm operátorů používá pouze DOSICS 3.0.
2. DOCSIS 3.1 je dalším vývojem technologie DOCSIS a je navržen tak, aby poskytoval vyšší rychlosti přenosu dat než DOCSIS 3.0. Protože výkonnostní prahové hodnoty 1 musí být založeny na "nejlepší" technologii s ohledem na dosažitelnou rychlost přenosu dat (viz bod 32), jsou pro stanovení výkonnostních prahových hodnot 1 relevantní pouze rychlosti přenosu dat poskytované pro DOCSIS 3.1.
3. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat ve špičce závisí nejen na technologii DOCSIS, ale také na mnoha dalších parametrech, například na spektru použitém pro DOCSIS, na velikosti koaxiální sítě z hlediska připojených koncových uživatelů, na službách, které si koncoví uživatelé předplatili, na chování uživatelů z hlediska toho, jak intenzivně koncoví uživatelé využívají své služby a v jakém rozsahu využívají své služby ve špičce současně. Proto lze očekávat určité rozdíly v rychlosti přenosu dat, které jsou pravděpodobné.
4. Obvykle dosažitelná rychlost datového toku směrem dolů ve špičce u 11 operátorů, kteří používají DOCSIS 3.1 (někteří z nich společně s DOCSIS 3.0), se pohybuje mezi 800 Mb/s a 2 000 Mb/s.
5. Výkonnostní prahové hodnoty 1 jsou založeny na mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz bod 128) a medián obvykle dosažitelné rychlosti datového toku downlinku u 11 provozovatelů, kteří používají DOCSIS 3.1, je 1 000 Mb/s.

**Tabulka 4: Typicky dosažitelná rychlost přenosu dat v době špičky v sítích HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytového domu a DOCSIS na koaxiální síti v budově**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op.**  | **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***  | **DOCSIS**  | **Op.**  | **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***  | **DOCSIS**  |
|  | **Dole**  | **Nahoru**  | **Dole**  | **Nahoru**  |   | **Dole**  | **Nahoru**  | **Dole**  | **Nahoru**  |
| D1  | 2,000  | 750  | D3.0 + D3.1  | D3.0 + D3.1  | D11  | 1,000  | 50  | D3.0 + D3.1  | D3.0  |
| D2  | 1,600\*\*)  | 50  | D3.0 + D3.1  | D3.0  | D12  | 930  | 50  | D3.0 + D3.1  | D3.0  |
| D3  | 1,295  | 185  | D3.0 + D3.1  | D3.0 + D3.1  | D13  | 800  | 100  | D3.0  | D3.0  |
| D4  | 1,000  | 22-200  | D3.1  | D3.1  | D14  | 800  | 100  | D3.0  | D3.0  |
| D5  | 1,000  | 100-150  | D3.0 + D3.1  | D3.0 + D3.1  | D15  | 800  | 35  | D3.1  | D3.0  |
| D6  | 1,000  | 500  | D3.0 + D3.1  | D3.0 + D3.1  | D16  | 800  | 30  | D3.0 + D3.1  | D3.0  |
| D7  | 1,000  | 200  | D3.0  | D3.0  | D17  | 700  | 120  | D3.0  | D3.0  |
| D8  | 1000  | 100  | D3.1  | D3.1  | D18  | 400  | 200  | D3.0  | D3.0  |
| D9  | 1000  | 50  | D3.0  | D3.0  | D19  | 400  | 120  | D3.0  | D3.0  |
| D10  | 1000  | 50  | D3.0  | D3.0  |   |

\*) z užitečného zatížení paketu IP, \*\*) 1 600 Mb/s za dva roky na základě inženýrského odhadu, 800 Mb/s na základě současných provozních zkoušek.

Zdroj: BEREC

145. V tabulce 5 je uvedena celková kapacita koaxiální sítě pro downlink podle informací od dodavatelů založená na DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0. Celková kapacita downlinku je sdílena všemi koncovými uživateli ve vícebytové budově, kteří sdílejí stejné koaxiální zdroje. Obvykle dosažitelná přenosová rychlost produktu s nejvyšší přenosovou rychlostí je proto výrazně nižší (např. přibližně poloviční). Z toho vyplývá, že údaje prodejců do značné míry korespondují s údaji provozovatelů sítí.

**Tabulka 5: Celková kapacita koaxiální sítě na bázi DOCSIS 3.0 a DOCSIS.**

**3.1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DOCSIS**  | **Spektrum DOCSIS**  | **Celková kapacita downlinku (Mbps)**  | **Prodejce**  |
| DOCSIS 3.0  | 24 kanálů po 8 MHz = 192 MHz  | 1,200  | V3  |
| DOCSIS 3.0  | 32 kanálů po 8 MHz = 256 MHz  | 1,400  | V4  |
| 1,600  | V2, V3  |
| DOCSIS 3.1  | 1 kanál OFDM s frekvencí 192 MHz  | 1,800  | V3  |
| DOCSIS 3.1  | 2 kanály OFDM, každý 192 MHz = 384 MHz  | 3,100  | V4  |
| 3,600  | V2, V3  |

Zdroj: BEREC

##### Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru

146. Obrázek 3 a tabulka 4 ukazují typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat směrem nahoru v době špičky v hybridní optické koaxiální síti (HFC) s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově za podmínek uvedených v dotazníku (viz scénář 2 v bodě 104 a bod 127) na základě odpovědí získaných od stejných 19 provozovatelů. Uvedené datové rychlosti jsou rovněž datové rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketů IP (viz odstavec 48).

#### Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru (Mbps)\*

**Obrázek 3: Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat nahoru ve špičce v sítích HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově.**

1. Jedná se také o rychlosti přenosu dat, které koncový uživatel obvykle využívá v době špičky, pokud jeho CPE plně podporuje technologii DOCSIS sítě (viz bod 106). V upstream směru používá šest operátorů DOCSIS 3.1, čtyři z nich společně[[37]](#footnote-38) s DOCSIS 3.0 a 13 operátorů používá pouze DOSICS 3.0.
2. Pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 jsou relevantní pouze rychlosti přenosu dat stanovené pro DOCSIS 3.1 (viz bod 141) a lze očekávat určité odchylky v rychlostech přenosu dat, které jsou pravděpodobné (viz bod 142).
3. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat ve směru nahoru ve špičce u šesti operátorů, kteří používají DOCSIS 3.1 (někteří z nich společně s DOCSIS 3.0), se pohybuje mezi 100 Mb/s a 750 Mb/s.
4. Výkonnostní prahové hodnoty 1 vycházejí z mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz bod 128) a medián obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat nahoru je 160 42Mb/s.
5. V tabulce 6 je uvedena celková kapacita koaxiální sítě pro uplink podle informací od dodavatelů, a to na základě DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0. Celková kapacita uplinku je sdílena všemi koncovými uživateli ve vícebytové budově, kteří sdílejí stejné koaxiální zdroje. Obvykle dosažitelná přenosová rychlost produktu s nejvyšší přenosovou rychlostí je výrazně nižší (např. přibližně poloviční), protože je sdílena mezi koncovými uživateli ve vícebytové budově, kteří sdílejí stejné koaxiální zdroje (viz bod 145). Proto údaje prodejců do značné míry odpovídají údajům provozovatelů sítí.

**Tabulka 6: Celková uplinková kapacita koaxiální sítě založené na DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DOCSIS**  | **Spektrum DOCSIS**  | **Celková kapacita uplinku (Mbps)**  | **Prodejce**  |
| DOCSIS 3.0  | 4 kanály po 6,4 MHz = 25,6 MHz  | 120  | V2, V3  |
| DOCSIS 3.0  | 8 kanálů po 6,4 MHz = 51,2 MHz  | 240  | V3  |
| DOCSIS 3.1  | 48 MHz  | 360  | V3  |
| DOCSIS 3.1  | 2\*92 MHz = 184 MHz  | 1,200  | V2  |
| DOCSIS 3.1  | 192 MHz  | 1,440  | V3  |

Zdroj: BEREC

# c. Určení prahových rychlostí přenosu dat pro prahové hodnoty výkonu 1

1. Výkonnostní prahové hodnoty 1 musí být založeny na "nejlepší" technologii s ohledem na dosažitelnou kvalitu služeb koncového uživatele s co největším zaměřením na technologie, které budou v sítích nasazovány od roku 2021, kdy budou tyto pokyny v platnosti (viz body 32 a 33).

1. Proto se pro stanovení prahových rychlostí přenosu dat prahových hodnot výkonu 1 uvažují tyto technologie:
	1. G.fast 212 MHz na kroucených párech v budovách (viz bod 133) a
	2. DOCSIS 3.1 na koaxiální síti v budově (viz odstavec 141).
2. V případě G.fast 212 MHz je typicky dosažitelná agregovaná rychlost přenosu dat ve špičce, která je relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1, 1 200 Mb/s (viz bod 138). V případě DOCSIS 3.1 je typicky dosažitelná rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru v době špičky, která je relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1, 1 000 Mb/s v sestupném směru a 160 Mb/s vzestupném směru (viz body 144 a 150), tj. agregovaná rychlost přenosu dat 1 160 Mb/s.
3. Agregovaná rychlost přenosu dat výkonnostních prahových hodnot 1 musí vycházet z *dosažitelné* agregované rychlosti přenosu dat (viz bod 15a), a tedy z G.fast 212 MHz, kde je agregovaná rychlost přenosu dat ve srovnání s DOCSIS 3.1 o něco vyšší. Z tohoto důvodu je prahová agregovaná datová rychlost prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 1 200 Mb/s.
4. V případě G.fast lze konfigurovat rychlost datového toku směrem dolů a nahoru, pokud jejich součet nepřekročí agregovanou rychlost datového toku (viz odstavec 132). U většiny provozovatelů G.fast 212 MHz a také u mnoha provozovatelů DOCSIS 3.1 je typicky dosažitelná rychlost datového toku směrem dolů ve špičce 1 000 Mb/s. Proto **je prahová rychlost datového toku směrem dolů u prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 1 000 Mb/s a prahová rychlost datového toku směrem nahoru u prahových hodnot výkonnosti 1 je stanovena na 200 Mb/s.**
5. Prahové datové rychlosti jsou datové rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketu IP (viz odstavce 44 až 48) a v místě, kde pevná účastnická přístupová linka (např. kroucená dvojlinka, koaxiální kabel) končí v obytném prostoru koncového uživatele.
6. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytové budovy a G.fast 212 MHz na kroucených párech v budově nebo DOCSIS 3.1 na koaxiální síti v budově se považují za sítě s velmi vysokou kapacitou, protože optická vlákna jsou zavedena až do vícebytové budovy (viz bod 18) a nemusí splňovat prahové rychlosti přenosu dat výkonnostních limitů 1.

# 2. Další parametry QoS

1. Tato část určuje prahové hodnoty ostatních parametrů QoS výkonnostních prahů 1 (viz odstavce 126.c až 126.g).
2. Prahová agregovaná rychlost přenosu dat prahové hodnoty výkonu 1 (1 200 Mb/s) je definována na základě G.fast 212 MHz (viz bod 155). Údaje pro ostatní parametry QoS poskytlo jen velmi málo provozovatelů G.fast 212 MHz, pokud vůbec nějací.
3. Agregovaná rychlost přenosu dat DOCSIS 3.1, která je relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (1 160 Mb/s), je jen o něco nižší (viz bod 154). Proto jsou v zájmu rozšíření datové základny ostatní parametry QoS prahových hodnot výkonnosti 1 definovány jak na základě G.fast 212 MHz, tak na základě DOCSIS 3.1.
4. Ne všichni provozovatelé sítí, kteří poskytli údaje o rychlosti přenosu dat, byli schopni poskytnout také údaje o ostatních parametrech QoS. V odpovědi na první fázi výzvy k předložení prvních údajů od zúčastněných stran (viz body 57 a 59) provozovatelé sítí sdělili, že poskytují služby koncovým uživatelům bez dohody o úrovni služeb (SLA), a proto nesledují a nemají k dispozici údaje o ostatních parametrech QoS. EECC však požaduje, aby pokyny definovaly také prahové hodnoty pro další parametry QoS (viz odstavce 1 a 7). Aby co nejvíce provozovatelů mohlo poskytnout údaje pro ostatní parametry QoS, předpokládá se v závěrečných dotaznících také možnost poskytnout odhadované hodnoty parametrů QoS.
5. Všechny parametry QoS analyzované v této části se vztahují na cestu od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb pro koncové uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), a v případě parametrů round-trip zpět ke koncovému uživateli (viz odstavec 56).

# a. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět a změna zpoždění paketů IP

164. Obrázek 4 a tabulka 7 ukazují typicky dosažitelné zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a kolísání zpoždění IP paketů ve špičce v pevných sítích založených na optických vláknech do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénář 2 a bod 127) na základě odpovědí obdržených od 11 operátorů.

**Round-trip IP packet dealy and IP packet delay variation**

0

5

10

15

20

25

G4

D12

G3

D5

D6

D8

D1

G1

D2

D11

D16

ms

Zpáteční přenos paketů IP

Změny zpoždění paketů IP

\*)

\*)

\*)

Operátor

\*) Rozsah (viz tabulka 7) Zdroj: BEREC

**Obrázek 4: Typicky dosažitelné zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů ve špičce v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytové budovy s**

**G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově**

1. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět je způsobeno především dobou, kterou uzly na cestě potřebují ke zpracování datového toku (zpoždění zpracování a řazení v uzlech), a dobou, kterou potřebuje přenos dat z jednoho uzlu do dalšího (zpoždění šíření). [[38]](#footnote-39) Zpracování datového toku je např. specifické pro přístupovou síť v případě přístupového uzlu (DPU v případě G.fast, CMTS v případě DOCSIS) a běžné předávání datového toku v případě např. ethernetových přepínačů a IP směrovačů.
2. Zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět proto závisí na dimenzování uzlů sítě a na vzdálenosti, na kterou musí být signál přenesen (od koncového uživatele do místa předání a zpět ke koncovému uživateli, viz bod 163). Z těchto důvodů lze očekávat určité odchylky ve zpoždění paketů IP a jsou pravděpodobné.
3. Na vzdálenost 100 km potřebuje přenos dat přibližně 0,5 ms, a proto se zpoždění IP paketu při cestě tam a zpět zvyšuje každých 100 km přibližně o 1 ms. 44

**Tabulka 7: Typicky dosažitelné zpoždění IP paketů a změny zpoždění IP paketů ve špičce v pevných sítích založených na optických vláknech do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)**  | **Změna zpoždění paketů IP (RFC 3393) (ms)**  |
| G4  |  <4  | Žádné informace  |
| D12  | 4  | 1  |
| G3  | 5  | 1  |
| D5  |  1-10  | Žádné informace  |
| D6  | 6  | Žádné informace  |
| D8  | 10  |  <1  |
| D1  | 10  | Žádné informace  |
| G1  | 12  | 2  |
| D2  | 22  | 5  |
| D11  | 23  | 5  |
| D16  | 23  | 5  |
| *Medián*  | *10*  | *2*  |

Zdroj: BEREC

1. Kolísání zpoždění paketů IP je měřítkem kolísání zpoždění paketů IP a je způsobeno především zpracováním datového toku v uzlech sítě (zpoždění zpracování v uzlech a zpoždění ve frontě), a proto závisí také na dimenzování uzlů sítě.

1. Obvykle dosažitelné zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět se pohybuje v rozmezí od méně než 4 ms do 23 ms a medián je 10 ms. Typicky dosažitelné zpoždění paketů IP se pohybuje v rozmezí od méně než 1 ms do 5 ms a medián je 2 ms.
2. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz bod 128). Proto **je prahové zpoždění IP paketů při obousměrném přenosu výkonnostních prahů 1 stanoveno na 10 ms a prahová odchylka zpoždění IP paketů na 2 ms.**
3. V případě zvláště velkých vzdáleností (např. několik set kilometrů) mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb pro koncové uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), se prahové zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět zvyšuje na každých 100 km o 1 ms (viz bod 167).

# b. Chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP

172. Obrázek 5 a tabulka 8 ukazují typicky dosažitelnou chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů ve špičce v pevných sítích založených na optických vláknech do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénář 2 a bod 127) podle odpovědí sedmi provozovatelů.

0

1E-12

0,0025

05

0

,

0

,

3

3

0

,

0

,

3

0

1E-06

0,0025

0

2

0

,

0

,

2

0

,

2

0

0

05

,

0

,

1

,

15

0

0

,

2

0

25

,

3

,

0

0

,

35

D5

G1

D12

D8

D11

D2

D16

%

**Chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP**

Chybovost paketů IP

Poměr ztrátovosti paketů IP

\*)

Operátor

\*) Rozsah (viz tabulka 8) Zdroj: BEREC

**Obrázek 5: Typicky dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době špičky v pevných sítích založených na optických vláknech do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově.**

1. Pakety IP se mohou ztratit při řazení do fronty a zpracování datového toku v uzlech sítě. Toto zpracování a navíc i přenos paketů IP může vést k chybám paketů IP. Proto poměr ztrát paketů IP, tj. poměr ztracených paketů IP k přeneseným paketům IP, závisí na dimenzování uzlů sítě, zatímco na druhé straně poměr chyb paketů IP, tj. poměr chybných paketů IP k součtu bezchybných a chybných paketů IP, závisí na kvalitě zpracování a přenosu.
2. Z těchto důvodů lze očekávat určité odchylky v poměru ztrátovosti paketů IP a chybovosti paketů IP, což je pravděpodobné.
3. Obvykle dosažitelná chybovost paketů IP se pohybuje mezi 0[[39]](#footnote-40) % a 0,3 % a medián je 0,05 %. Typicky dosažitelný poměr ztrát paketů IP se pohybuje mezi 0 % a 0,2 % a medián je 0,0025 %.

**Tabulka 8: Typicky dosažitelná chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP v době špičky v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Chybovost paketů IP (Y.1540) (%)**  | **Ztrátovost paketů IP (Y.1540) (%)**  |
| D5  | 045  | 045  |
| G1  | 10E-12  | 10E-6  |
| D12  | 0.0025  | 0.0025  |
| D8  | <0.1  | 045  |
| D11  | 0.3  | 0.2  |
| D2  | 0.3  | 0.2  |
| D16  | 0.3  | 0.2  |
| *Medián*  | *0.05*  | *0.0025*  |

Zdroj: BEREC

1. Pokud jde o koaxiální přístupovou síť, zdá se, že chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP jsou podle následujících informací od dodavatelů poměrně nízké.
	1. Jeden z dodavatelů (V4) informoval, že většina operátorů obvykle provozuje své sítě DOCSIS nad oblastí generování chyb. To spolu se schopnostmi dopředné korekce chyb zabudovanými do DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1 obvykle znamená, že při běžném provozu nejsou obvykle detekovatelné žádné chyby, zejména při typických úrovních zatížení provozních kanálů, při kterých pracuje většina poskytovatelů sítí HFC.
	2. Nejnižší typicky dosažitelná chybovost paketů IP v době špičky je podle dvou dodavatelů (V2, V3) menší než 10E-6 % a nejnižší typicky dosažitelná ztrátovost paketů IP v době špičky je podle jednoho dodavatele (V2) menší než 10E-6 % a podle jiného dodavatele (V3) menší než 10E-3 %.

1. Jeden z dodavatelů (V2) poskytl údaje o měření chybovosti paketů IP a ztrátovosti paketů IP v přístupové síti G.fast 212 MHz založené na určitém typu krouceného páru.[[40]](#footnote-41) Podle těchto měření činí chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP v době špičky 10E-5 %.
2. To ukazuje, že přístupová síť nemusí nutně výrazně přispívat k chybovosti paketů IP a ztrátovosti paketů IP, které uvádějí provozovatelé sítí a které se nevztahují pouze na přístupovou síť, ale spíše na cestu od koncového uživatele k prvnímu bodu v síti, kde je provoz koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (viz body 56 a 163).
3. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz bod 128, tabulka 8). Proto **je prahový poměr chybovosti paketů IP u prahových hodnot výkonnosti 1 stanoven na 0,05 % a prahový poměr ztrátovosti paketů IP na 0,0025 %.**

# c. Dostupnost služby IP

180. Obrázek 6 a tabulka 9 ukazují typicky dosažitelnou dostupnost služby IP v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově a za podmínek uvedených v dotazníku (viz scénář 2 v bodě 104 a bod 127) na základě odpovědí získaných od devíti operátorů.

98

,

2

98

98

4

,

98

,

6

98

,

8

99

99

,

2

,

4

99

99

6

,

99

,

8

100

D5

D8

D15

G1

D1

D11

D16

D2

G4

% ročně

**Dostupnost služby IP**

\*)

\*) Rozsah (viz tabulka 9) Zdroj: BEREC

**Obrázek 6: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově**

1. Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP (tj. poměr doby, kdy je služba IP dostupná, k celkové plánované době služby IP) se pohybuje mezi více než 99 % a 100 %47 ročně a medián je 99,9 % ročně.
2. Jeden z dodavatelů (V3) poskytl informaci, že v koaxiální přístupové síti založené na DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0 je nejvyšší obvykle dosažitelná dostupnost služby IP 99,99 % za rok. To ukazuje, že ani v případě dostupnosti služby IP nemusí přístupová síť nutně výrazně přispívat k hodnotám uváděným provozovateli sítí, které se netýkají pouze přístupové sítě, ale spíše cesty od koncového uživatele k bodu v síti, kde je provoz koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (viz body 56 a 163).

**Tabulka 9: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytových budov s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově**

|  |  |
| --- | --- |
| **Operátor**  | **Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)**  |
| D5  | 100[[41]](#footnote-42)  |
| D8  | 10047  |
| D15  | 99.99  |
| G1  | 99.9  |
| D1  | 99.9  |
| D11  | 99.8  |
| D16  | 99.8  |
| D2  | 99.7  |
| G4  | >99  |
| *Medián*  | *99.9*  |

Zdroj: BEREC

1. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz bod 128, tabulka 9). Proto **je prahová hodnota dostupnosti služby IP pro prahové hodnoty výkonnosti 1 stanovena na 99,9 % ročně.**

# Příloha 4: Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 (bezdrátové sítě)

1. Tato příloha určuje prahové hodnoty výkonnosti 2 (viz bod 15b) na základě údajů shromážděných od provozovatelů mobilních sítí (viz příloha 2).
2. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 vychází z mobilních sítí s optickými vlákny zavedenými až k základnové stanici (viz bod 31) a z použití technologie LTE Advanced (4G) s agregací nosných a MIMO se zaměřením na agregaci nosných s nejvyšším agregovaným spektrem a MIMO s nejvyšším počtem paralelních datových toků (viz bod 37c).
3. Prahové hodnoty výkonu 2 jsou stejné jako prahové hodnoty výkonu 1 nastavené pro následující parametry QoS (viz kapitola 4.5):
	1. Rychlost přenosu dat směrem dolů (Mbps);
	2. Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru (Mbps);
	3. Chybovost paketů IP (Y.1540) (%);
	4. Poměr ztrátovosti paketů IP (Y.1540) (%);
	5. Zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms);
	6. změna zpoždění paketů IP (RFC 3393) (ms) a
	7. Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok).
4. Výkonnostní prahové hodnoty 2 musí zohledňovat dosažitelnou kvalitu služeb koncového uživatele, nikoliv kvalitu služeb koncového uživatele, které je v současné době dosahováno (viz odstavec 15b). Proto se stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 zaměřuje na scénář 2 (nikoli scénář 1) hlavní otázky v dotaznících (viz body 104 a 108).
5. Při určování prahových hodnot výkonnosti 2 je třeba se co nejvíce zaměřit na technologie, které budou v sítích nasazovány od roku 2021, kdy budou tyto pokyny v platnosti (viz bod 33). Po vstupu těchto pokynů v platnost bude nasazena síť 5G, která má poskytovat vyšší rychlosti přenosu dat než 4G. Proto je stanovení prahových rychlostí přenosu dat výkonnostních prahů 2 založeno na nejvyšších hodnotách (90 % percentil) rychlostí přenosu dat uváděných provozovateli sítí (viz odstavec 38), a nikoli na střední hodnotě (mediánu).
6. Standardizace 5G rovněž pracuje s nízkou latencí a vysokou spolehlivostí komunikace, ale v tomto případě jsou přenosové rychlosti výrazně nižší.[[42]](#footnote-43) Prahové zpoždění IP paketů při obousměrném přenosu a prahová dostupnost IP služeb z prahových hodnot výkonnosti 2 však musí být splněny společně s prahovými rychlostmi přenosu dat z prahových hodnot výkonnosti 2, a tedy v případě vysokých rychlostí přenosu dat. Z tohoto důvodu vychází prahové zpoždění IP paketů ve směru tam a zpět, prahová dostupnost IP služby a prahové hodnoty ostatních parametrů QoS výhradně z mediánu údajů poskytnutých provozovateli mobilních sítí.

# 1. Rychlost přenosu dat v sestupném a vzestupném směru

190. V této části je určena prahová rychlost datového toku downlink a prahová rychlost datového toku uplink z prahových hodnot výkonnosti 2 na základě mobilních sítí s optickým vláknem zavedeným až k základnové stanici a nejlepší technologie LTE Advanced použité v mobilní síti (viz odstavec 185).

#### *Rychlost přenosu dat směrem dolů*

191. Obrázek 7 a tabulka 10 ukazují průměrnou hodnotu dosažitelných rychlostí datového toku downlink v mobilní síti s optickým vláknem zavedeným až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2) na základě odpovědí obdržených od 16 operátorů. Na adrese



\*) z užitečného zatížení paketu IP, \*\*) Údaje považované za nedůvěryhodné (viz odstavce 195 až 198) Out ... pouze venkovní, Mix ... směs venkovních a vnitřních, In ... pouze vnitřní, NI ... žádné informace Zdroj: BEREC

**Obrázek 7: Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku směrem dolů v době špičky v mobilní síti s optickými vlákny zavedenými až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

dosažitelná rychlost přenosu dat na downlinku je rychlost přenosu dat, kterou by koncový uživatel změřil například pomocí testu rychlosti internetu, a průměrná hodnota zohledňuje měření v době špičky a v celé oblasti pokrytí nejlepší technologií LTE Advanced (pokud jde o agregované spektrum, pořadí MIMO, modulaci atd., viz bod 97). Uvedené rychlosti datového toku na sestupné lince jsou rychlosti datového toku na úrovni užitečného zatížení paketu IP (viz odstavec 38).

**Tabulka 10: Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku downlinku ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Lokality**  | **Průměrná rychlost přenosu dat (Mbps)\***  | **Agregované spektrum** **(MHz)**  | **MIMO**  |
|   |   | Downlink  | Uplink  | Downlink  | Uplink  | Downlink  | Uplink  |
| M1\*\*)  | NI  | 450  | 100  | 90  | 40  | 4x4  | 1x4  |
| M2\*\*)  | Venku  | 300  | 70  | 80  | 40  | 4x4  | 4x4  |
| M3\*\*)  | NI  | 299  | 120  | 50  | 40  | 2x2  | 1x1  |
| M4  | Venku  | 200  | 50  | 60  | 40  | 4x4  | 1x1  |
| M5  | Venku  | 150  | 35  | 50  | 20  | 4x4, 2x2  | 4x4  |
| M6  | Venku  | 130  | 40  | 50  | 50  | 4x4  | 4x4  |
| M7  | NI  | 130  | 30  | 60  | 20  | 4x4  | 1x1  |
| M8  | Venku  | 128  | 51  | 80  | 80  | 4x4, 2x2  | 2x2  |
| M9  | Mix  | 125  | 70  | 60  | 40  | 4x4  | 2x2  |
| M10  | Venku  | 113  | 28  | 50  | 30  | 4x4  | 4x4  |
| M11  | Mix  | 100  | 30  | 35  | 15  | 4x4  | 4x4  |
| M12  | Venku  | 97  | 39  | 100  | 100[[43]](#footnote-44)  | 2x2  | 1x1  |
| M13  | Mix  | 90  | 40  | 40  | 30  | 2x2  | 2x2  |
| M14  | Venku  | 75  | 40  | 25  | 20  | 2x2  | 2x2  |
| M15  | Na adrese  | 53  | 29  | 70  | 20  | 2x2  | 2x2  |
| M16  | Venku  | 40  | 40  | 80  | 20  | 4x4  | 4x4  |
| M17  | Mix  | 0-450\*\*\*)  | 0-75\*\*\*)  | 55  | 20  | 4x4  | 2x2  |

\*) z užitečného zatížení paketu IP, \*\*) Data považovaná za nevěrohodná (viz body 195 až 198), \*\*\*) Rozsah dosažitelné rychlosti přenosu dat (nikoliv průměrná hodnota).

Out ... pouze venkovní, Mix ... kombinace venkovní a vnitřní, In ... pouze vnitřní, NI ... žádné informace

Modulace je u všech 17 operátorů (M1-M17) 256 QAM v downlinku a 64 QAM v uplinku Zdroj: BEREC

1. Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat v době špičky závisí na mnoha parametrech jako např.
	1. Použitá technologie LTE Advanced (agregované spektrum, pořadí MIMO, modulace, vysílací výkon, geometrické parametry antény atd.);

* 1. Počet koncových uživatelů, kteří sdílejí stejné zdroje LTE, rychlost přenosu dat (tarif) služeb, které si předplatili, a chování těchto koncových uživatelů v době špičky, např. jak intenzivně využívají své služby;
	2. Podmínky prostředí, např. vliv místa na vlastnosti šíření signálu, rušení, odrazy atd.

Proto lze očekávat určité rozdíly v rychlosti přenosu dat, které jsou pravděpodobné.

1. Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku směrem dolů vychází u devíti operátorů z venkovních lokalit, u čtyř operátorů ze směsi vnitřních a venkovních lokalit a u jednoho operátora pouze z vnitřních lokalit. Tři operátoři tyto informace neposkytli.
2. Jeden další operátor (M17) uvedl rozmezí, v němž se pohybují hodnoty dosažitelné rychlosti přenosu dat, a nikoli průměrnou hodnotu dosažitelné rychlosti přenosu dat (viz tabulka 10). Podle názoru sdružení BEREC je toto rozmezí velmi široké, a proto není možné na základě těchto údajů stanovit prahové hodnoty výkonnosti 2.
3. Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku na sestupné lince v době špičky se pohybuje mezi 40 Mb/s a 450 Mb/s. V případě tří operátorů (M1 až M3) je tato rychlost přenosu dat ve srovnání s ostatními operátory výrazně vyšší (300 Mb/s, 450 Mb/s).
4. Údaje z měření testů rychlosti internetu NRA (viz příloha 6) ukazují, že v současných sítích LTE (včetně LTE-Advanced) je v době špičky rychlost datového toku v sestupném směru obvykle (medián) 20 Mb/s a nejvyšší hodnoty (95% percentil) jsou 70 až 100 Mb/s. Použití "lepší" technologie LTE (více spektra, více paralelních datových toků MIMO atd.) může tyto přenosové rychlosti zvýšit. Považuje se však za nepravděpodobné, že by bylo možné dosáhnout *průměrné* hodnoty rychlosti datového toku downlinku v oblasti pokrytí LTE, která by byla třikrát vyšší (300 Mb/s, 450 Mb/s) než nejvyšší současné rychlosti datového toku downlinku (70 až 100 Mb/s).
5. Z těchto důvodů se průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku downlinku 300 Mb/s (M2, M3) nebo 450 Mb/s (M1) považuje za nepravděpodobnou a při určování prahových hodnot výkonnosti se nebere v úvahu.
6. Rychlosti stahování dat 300 Mb/s a 450 Mb/s lze rovněž považovat za odlehlé hodnoty, jak ukazuje obrázek 8.
7. Bez zohlednění nepravděpodobných rychlostí přenosu dat (M1 až M3) se průměrná hodnota rychlosti přenosu dat v sestupném směru v době špičky pohybuje mezi 40 Mb/s a 200 Mb/s, medián je 113 Mb/s a 90 % percentil je 150 Mb/s.
8. Prahová rychlost datového toku downlinku u prahových hodnot výkonnosti 2 musí být založena na 90 % percentilu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz bod 188). Proto **je prahová rychlost datového toku downlinku prahových hodnot výkonnosti 2 stanovena na 150 Mb/s** a vztahuje se na rychlost datového toku na úrovni užitečného zatížení paketu IP (viz odstavce 44 až 48) a pouze na venkovní lokality, protože většina údajů poskytnutých provozovateli mobilních sítí vychází pouze z venkovních lokalit (viz tabulka 10).[[44]](#footnote-45)

0

1

2

3

4

5

6

7

Počet provozovatelů

Rychlost přenosu dat směrem dolů (Mbps)\*

**Histogram**

\*) Z užitečného zatížení paketu IP

Zdroj: BEREC

**Obrázek 8: Histogram průměrné hodnoty dosažitelné rychlosti datového toku downlinku v době špičky podle obrázku 7.**

#### *Rychlost přenosu dat ve vzestupném směru*

1. Obrázek 9 a tabulka 10 ukazují průměrnou hodnotu dosažitelných rychlostí přenosu dat na vzestupné lince v mobilní síti s optickými vlákny zavedenými až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2) na základě odpovědí získaných od stejných 16 operátorů. Uvedené rychlosti přenosu dat na vzestupné lince jsou rovněž rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketů IP (viz odstavec 48).
2. Údaje poskytnuté operátory s nepravděpodobně vysokou rychlostí datového toku downlinku (M1 až M3) se rovněž neberou v úvahu pro stanovení prahové rychlosti datového toku uplinku prahových hodnot výkonnosti 2 (existuje nejistota ohledně platnosti všech údajů poskytnutých těmito operátory). Bez těchto operátorů se průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového přenosu směrem nahoru v době špičky pohybuje mezi 28 Mb/s a 70 Mb/s, medián je 40 Mb/s a 90 % percentil je 50 [[45]](#footnote-46)Mb/s.



\*) z užitečného zatížení paketu IP, \*\*) Údaje považované za nedůvěryhodné (viz odstavce 195 až 198 a 202) Out ... pouze venkovní, Mix ... směs venkovních a vnitřních, In ... pouze vnitřní, NI ... žádné informace Zdroj: BEREC

**Obrázek 9: Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

203. Prahová rychlost přenosu dat směrem nahoru u prahových hodnot výkonnosti 2 musí být založena na 90 % percentilu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz bod 188). Proto **je prahová přenosová rychlost uplinku prahových hodnot výkonnosti 2 stanovena na 50 Mb/s** a vztahuje se rovněž na přenosovou rychlost na úrovni užitečného zatížení paketu IP a pouze na venkovní lokality (viz bod 200).

# 2. Další parametry QoS

1. Tato část určuje prahové hodnoty ostatních parametrů QoS výkonnostních prahů 2 (viz odstavce 186.c až 186.g). Údaje, které jsou považovány za nevěrohodné (M1 až M3), se neberou v úvahu (viz odstavce 195 až 198 a tabulka 10).
2. Ne všichni provozovatelé sítí, kteří poskytli údaje o rychlosti přenosu dat, byli schopni poskytnout také údaje o ostatních parametrech QoS. V odpovědi na první fázi výzvy k předložení prvních údajů od zúčastněných stran (viz body 57 a 59) provozovatelé sítí, a zejména provozovatelé mobilních sítí, informovali, že poskytují služby koncovým uživatelům bez dohody o úrovni služeb (SLA), a proto nesledují a nemají k dispozici údaje o ostatních parametrech QoS. EECC však požaduje, aby pokyny definovaly také prahové hodnoty pro další parametry QoS (viz odstavce 1 a 7). S cílem umožnit co největšímu počtu provozovatelů poskytnout údaje pro ostatní parametry QoS se v závěrečném dotazníku předpokládá také možnost poskytnout odhadované hodnoty parametrů QoS.
3. Všechny parametry QoS analyzované v této části se vztahují na cestu od koncového uživatele k prvnímu bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), a v případě parametrů round-trip zpět ke koncovému uživateli (viz odstavec 56).

# a. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět a změna zpoždění paketů IP

1. Obrázek 10 a tabulka 11 ukazují průměrnou hodnotu dosažitelného zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a variaci zpoždění IP paketů v mobilní síti s optickým vláknem zavedeným až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénář 2 a bod 187) na základě odpovědí obdržených od devíti, resp. pěti operátorů. Průměrná hodnota zohledňuje měření v době špičky a v celé oblasti pokrytí nejlepší technologií LTE Advanced (z hlediska agregovaného spektra, pořadí MIMO, modulace atd., viz bod 108).

0

10

20

30

40

50

60

ms

**Zpoždění paketů IP při zpáteční cestě a zpoždění paketů IP**

Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět

Změny zpoždění paketů IP

Operátor

Out ... pouze venkovní, Mix ... kombinace venkovní a vnitřní Zdroj: BEREC

**Obrázek 10: Průměrná hodnota dosažitelného zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

1. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět je způsobeno zpožděním při zpracování v uzlu (včetně zpoždění při řazení do fronty), zpožděním při šíření (přibližně 1 ms na 100 km) a v případě nižších rychlostí přenosu dat také zpožděním při serializaci (viz odstavce 165 a 167). Zpracování uzlu je např. specifické pro přístupovou síť v případě přístupového uzlu (základnová stanice LTE) a běžné předávání datových toků v případě např. ethernetových přepínačů a IP směrovačů.
2. Zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět proto závisí na kapacitě síťových uzlů v porovnání s nutným zpracováním datového toku a na vzdálenosti, na kterou musí být signál přenesen (od koncového uživatele do místa předání a zpět ke koncovému uživateli, viz bod 206). Z těchto důvodů lze očekávat určité odchylky ve zpoždění paketů IP a jsou pravděpodobné.
3. Kolísání zpoždění paketů IP je měřítkem kolísání zpoždění paketů IP a je způsobeno především zpracováním datového toku v uzlech sítě (zpoždění zpracování v uzlech a zpoždění ve frontě), a proto také závisí na dimenzování uzlů sítě.

**Tabulka 11: Průměrná hodnota dosažitelného zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Umístění**  | **Zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)**  | **Změna zpoždění paketů IP (RFC 3393) (ms)**  |
| M6  | Venku  | 15  | Žádné informace  |
| M5  | Venku  | 20  | Žádné informace  |
| M12  | Venku  | 21  | Žádné informace  |
| M9  | Mix  | 25  | 10  |
| M13  | Mix  | 25  | 5.5  |
| M14  | Venku  | 35  | 6  |
| M16  | Venku  | 38  | 3  |
| M4  | Venku  | 50  | 20  |
| M10  | Venku  | 53  | Žádné informace  |
| *Medián*  | *25*  | *6*  |

Venku ... pouze venku, Mix ... kombinace venkovního a vnitřního prostředí

Zdroj: BEREC

1. Průměrná hodnota dosažitelného zpoždění IP paketů se pohybuje mezi 15 ms a 53 ms a medián je 25 ms. Průměrná hodnota dosažitelného zpoždění paketů IP se pohybuje mezi 5,5 ms a 20 ms a medián je 6 ms (viz tabulka 11).
2. Určení prahového zpoždění IP paketů při obousměrné přepravě a prahové odchylky zpoždění IP paketů u prahových hodnot výkonnosti 2 vychází z mediánu hodnot oznámených provozovateli sítě (viz odstavec 189). Proto **je prahové zpoždění IP paketu 2 stanoveno na 25 ms a prahová odchylka zpoždění IP paketu 2 na 6 ms.**
3. V případě zvláště velkých vzdáleností (např. několik set kilometrů) mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb pro koncové uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližšího peeringového bodu), se prahové zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět zvyšuje na každých 100 km o 1 ms (viz body 167 a 208).

# b. Ztrátovost paketů IP

1. V tabulce 12 je uvedena průměrná hodnota dosažitelného poměru ztrát paketů IP v mobilní síti s optickými vlákny zavedenými až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2 a bod 187) na základě odpovědí získaných od čtyř operátorů. Průměrná hodnota zohledňuje měření v době špičky a v celé oblasti pokrytí nejlepší technologií LTE Advanced (z hlediska agregovaného spektra, pořadí MIMO, modulace atd., viz bod 108).
2. Pakety IP se mohou ztratit při řazení do fronty a zpracování datového toku v uzlech sítě. Poměr ztrát paketů IP, tj. poměr ztracených paketů IP k přeneseným paketům IP, proto závisí na dimenzování síťových uzlů. Z tohoto důvodu je pravděpodobné, že se poměr ztrát paketů IP bude do určité míry lišit.
3. Průměrná hodnota dosažitelného ztrátového poměru paketů IP se pohybuje mezi <10E-7 % a 0,1 % a medián je 0,005 %.
4. Dodavatel (V2) poskytl informaci, že dosažitelný poměr ztrát paketů IP je v případě lokalit 4G s agregovaným spektrem 40 MHz až 100 MHz, 4x4 MIMO, za obvyklých podmínek ve špičce a na základě použití určitého zařízení v rozmezí 10E-6 až 10E-2 a podle testů v terénu může být dokonce nižší než 10E-6.

**Tabulka 12: Průměrná hodnota dosažitelného ztrátového poměru paketů IP ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Umístění**  | **Ztrátovost paketů IP (Y.1540) (%)**  |
| M9  | Mix  | <10E-7  |
| M4  | Venku  | 10E-6  |
| M13  | Mix  | 0.01  |
| M14  | Venku  | 0.1  |
| *Medián*  | *0.005*  |

Venku ... pouze venku, Mix ... kombinace venkovního a vnitřního prostředí

Zdroj: BEREC

1. Jiný dodavatel (V5) informoval, že nejnižší poměr ztrát paketů IP ve směru downlink je obvykle dosažitelný 0,03 % v případě 4G a agregovaného spektra downlink 60 MHz až 100 MHz, downlink MIMO mezi 4x4 až 8x8 a za obvyklých podmínek ve špičce. Ve směru nahoru je nejnižší obvykle dosažitelný poměr ztráty paketů IP 0,001 % v případě 4G a agregovaného spektra pro uplink 20 MHz až 80 MHz, uplink MIMO mezi 2x2 až 4x4 a za obvyklých podmínek ve špičce.
2. Míra ztrátovosti paketů IP uváděná provozovateli sítí se pohybuje v podobném rozmezí nebo je o něco vyšší, což je pravděpodobné, protože míra ztrátovosti paketů IP uváděná provozovateli sítí se netýká pouze přístupové sítě, ale spíše cesty od koncového uživatele k prvnímu bodu v síti, kde je provoz koncového uživatele předán do jiných veřejných sítí (viz body 56 a 206).
3. Určení prahového poměru ztrátovosti paketů IP u prahových hodnot výkonnosti 2 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 189). Proto **je prahový poměr ztráty paketů IP u prahových hodnot výkonnosti 2 stanoven na 0,005 %.**

# c. Chybovost paketů IP

1. Tři operátoři (M4, M9, M13) poskytli informace o průměrné hodnotě dosažitelné chybovosti IP paketů v mobilní síti s optickým vláknem zavedeným až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2 a bod 187). Operátor M9 uvedl průměrnou hodnotu dosažitelného poměru chybovosti IP paketů nižší než 10E-7 %, zatímco operátoři M4 a M13 uvedli pro stejný parametr hodnoty 10E-6 %, resp. 0,01 %.
2. Proto se za účelem rozšíření datové základny při určování prahového poměru chybovosti IP paketů u produktu s nejvyšší rychlostí přenosu dat, který je v současné době poskytován v mobilní síti za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénář 1), zahrnuje průměrná hodnota prahového poměru chybovosti IP paketů u prahových hodnot výkonnosti 2. Tabulka 13 uvádí tuto průměrnou hodnotu chybovosti paketů IP u 5 operátorů.

**Tabulka 13: Průměrná hodnota chybovosti paketů IP v době špičky produktu s nejvyšší rychlostí přenosu dat, která je v současné době poskytována v mobilní síti**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Umístění**  | **Chybovost paketů IP (Y.1540) (%)**  |
| M9  | Mix  | <10E-7  |
| M4  | Venku  | 1.00E-06  |
| M1  | NI  | 0.01  |
| M13  | Venku  | 0.01  |
| M18  | Mix  | 0.01  |
| *Medián*  | *0.01*  |

Out ... pouze venkovní, Mix ... kombinace venkovního a vnitřního prostředí, NI ... žádné informace

Zdroj: BEREC

1. Zpracování datového toku v uzlech sítě a přenos paketů IP může způsobit chyby paketů IP. Chybovost paketů IP, tj. poměr chybných paketů IP k součtu bezchybných a chybných paketů IP, proto závisí na kvalitě zpracování a přenosu. Z těchto důvodů lze očekávat určité kolísání chybovosti paketů IP, které je pravděpodobné.
2. Průměrná hodnota chybovosti paketů IP v době špičky produktu s nejvyšší rychlostí přenosu dat, která je v současnosti poskytována, se pohybuje mezi méně než 10E-7 % a 0,01 % a medián je 0,01 %. Průměrná hodnota dosažitelného poměru chybovosti paketů IP uváděná operátory M4, M9 a M13 se pohybuje ve stejném rozmezí.
3. Dodavatel (V2) poskytl informaci, že dosažitelná chybovost IP paketů je v případě lokalit 4G s agregovaným spektrem 40 MHz až 100 MHz, 4x4 MIMO, ve špičce a na základě použití určitého zařízení v rozmezí 10E-6 až 10E-2 a podle testů v terénu může být i nižší než 10E-6.
4. Chybovost paketů IP uváděná provozovateli sítí se pohybuje v podobném rozmezí nebo je o něco vyšší, což je pravděpodobné, protože chybovost paketů IP uváděná provozovateli sítí se netýká pouze přístupové sítě, ale spíše cesty od koncového uživatele k prvnímu bodu v síti, kde je provoz koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (viz body 56 a 206).
5. Určení prahové chybovosti paketů IP u prahových hodnot výkonnosti 2 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítě (viz odstavec 189). Proto **je prahový poměr chybovosti paketů IP výkonnostních prahů 2 stanoven na 0,01 %**.

# d. Dostupnost služby IP

228. Figure 11 and Table 18 show the average value of the achievable IP service availability in a mobile network with fibre roll-out up to the base station and the best LTE Advanced technology used in this network and under the conditions given in the questionnaire (see paragraph 104 scenario 2 and paragraph 187) based on the answers received from seven operators. The average value considers measurements during peak-time and over the whole coverage area of the best LTE Advanced technology (in terms of aggregated spectrum, MIMO order, modulation etc., see paragraph 108). **IP service availability**

99

,

95

,

99

9

81

,

99

,

99

8

99

,

7

99

,

5

2

,

99

99

,

3

4

,

99

5

99

,

,

99

6

99

,

7

99

8

,

9

99

,

100

M7 - NI

M10 -

Venku

M15 - V

M12 -

Venku

M14 -

Venku

M13-Mix

M9 - Mix

%

99,92

Out ... pouze venkovní, Mix ... kombinace venkovní a vnitřní, In ... pouze vnitřní, NI ... žádné informace Zdroj: BEREC

**Obrázek 11: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

**Tabulka 14: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Operátor**  |  | **Umístění**  | **Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)**  |
| M7  |  | NI  | 99.95  |
| M10  |  | Venku  | 99.92  |
| M15  |  | Na adrese  | 99.9  |
| M12  |  | Venku  | 99.81  |
| M14  |  | Venku  | 99.8  |
| M13  |  | Mix  | 99.7  |
| M9  |  | Mix  | 99.5  |
|  | *Medián*  | *99.81*  |

Out ... pouze venkovní, Mix ... kombinace venkovní a vnitřní, In ... pouze vnitřní, NI ... žádné informace Zdroj: BEREC

1. Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP (tj. poměr doby, kdy je služba IP dostupná, k celkové plánované době služby IP) se pohybuje mezi 99,5 % a 99,95 % ročně a medián je 99,81 % ročně.
2. Dodavatel (V2) poskytl informaci, že dosažitelná dostupnost služby IP je 99,999 % v případě lokalit 4G s agregovaným spektrem 40 MHz až 100 MHz, 4x4 MIMO, za obvyklých podmínek ve špičce a na základě použití určitého zařízení.
3. Jiný dodavatel (V5) informoval, že nejvyšší obvykle dosažitelná dostupnost služby IP je 99,999 % v případě 4G a agregovaného spektra downlinku 60 MHz až 100 MHz, downlinku MIMO mezi 4x4 až 8x8 a za obvyklých podmínek ve špičce.
4. To ukazuje, že přístupová síť nemusí nutně výrazně přispívat k hodnotám uváděným provozovateli sítí, které se vztahují nejen na přístupovou síť, ale spíše na cestu od koncového uživatele k bodu v síti, kde je provoz koncového uživatele předán do jiných veřejných sítí (viz body 56 a 206).
5. Určení prahové hodnoty dostupnosti služby IP pro prahové hodnoty výkonnosti 2 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz bod 189). Proto **je prahová dostupnost služby IP u prahových hodnot výkonnosti 2 stanovena na 99,81 %.**

# Příloha 5: Údaje o dalších sítích

234. V této příloze jsou pouze pro referenční účely uvedeny údaje pro následující další sítě na základě příslušných dotazníků (viz bod 101):

1. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytové budovy a Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší (oddíl 1 v této příloze) a
2. Pevné sítě s FTTH (oddíl 2 této přílohy).

# 1. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytové budovy a Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.

1. Pevné sítě s optickými vlákny do vícebytových budov a Ethernetem na kroucených párech v budovách kategorie 5 nebo vyšší mají potenciál vysokých typicky dosažitelných rychlostí přenosu dat. Vzhledem k tomu, že prahové hodnoty výkonnosti 1 musí být založeny na dosažitelných rychlostech přenosu dat (viz odstavec 15a), mohou být takové sítě relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1. Několik zúčastněných stran v první fázi výzvy k předložení prvotních podnětů zúčastněných stran (viz odstavce 57 a 59) navrhlo, aby byly zváženy i takové sítě.
2. V EU však takové sítě nejsou příliš rozšířené[[46]](#footnote-47), a proto mohou být veřejné služby elektronických komunikací založené na těchto sítích nabízeny pouze malému podílu koncových uživatelů a z pohledu koncových uživatelů nejsou reprezentativní. [[47]](#footnote-48)
3. Z těchto důvodů se shromážděné údaje používají jako referenční, nikoli však pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1. To však neznamená, že takové sítě nelze považovat za sítě s velmi vysokou kapacitou. Je tomu právě naopak, protože optická vlákna jsou zavedena až do vícebytového domu, je třeba je považovat za síť s velmi vysokou kapacitou (viz bod 18, kritérium 1).

# a. Rychlost přenosu dat směrem dolů a nahoru

1. Obrázek 12 a tabulka 15 ukazují typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2) na základě odpovědí obdržených od 25 provozovatelů. Uvedené datové rychlosti jsou datové rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketů IP (viz odstavec 48).

1. Jedná se o rychlosti přenosu dat, které koncový uživatel obvykle využívá ve špičce, pokud jeho CPE plně podporuje technologii Ethernet v síti (viz odstavec 106).
2. Maximální přenosová rychlost gigabitového Ethernetu je 1 000 Mb/s na úrovni protokolu Ethernet (včetně režie Ethernetu) a o něco nižší (přibližně 960 Mb/s) [[48]](#footnote-49)na úrovni užitečného zatížení paketu IP. [[49]](#footnote-50)



\*) Z užitečného zatížení paketu IP (viz poznámka pod čarou 55)

Zdroj: BEREC

**Obrázek 12: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

241. Zbývajících osm operátorů, kteří vyplnili dotazník (viz bod 111 a tabulka 1), používá Fast Ethernet na kroucených párech v budovách, který umožňuje pouze maximální přenosovou rychlost 100 Mb/s na úrovni protokolu Ethernet (včetně režie Ethernetu) a o něco nižší přenosovou rychlost (přibližně 96 Mb/s) na úrovni užitečného zatížení paketů IP.

**Tabulka 15: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Op.**  | **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***  | **Op.**  | **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***  | **Op.**  | **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***  |
|  | **Dole**  | **Nahoru**  |   | **Dole**  | **Nahoru**  |   | **Dole**  | **Nahoru**  |
| E1  | 960  | 960  | E10  | 960  | 960  | E19  | 900-960  | 90-98  |
| E2  | 960  | 960  | E11  | 960  | 960  | E20  | 900  | 900  |
| E3  | 960  | 960  | E12  | 960  | 960  | E21  | 900  | 900  |
| E4  | 960  | 960  | E13  | 960  | 300  | E22  | 900  | 100  |
| E5  | 960  | 960  | E14  | 950  | 950  | E23  | 900  | 100  |
| E6  | 960  | 960  | E15  | 950  | 950  | E24  | 800  | 800  |
| E7  | 960  | 960  | E16  | 950  | 950  | E25  | 800  | 800  |
| E8  | 960  | 960  | E17  | 950  | 250  | *Medián*  | *960*  | *950*  |
| E9  | 960  | 960  | E18  | 930  | 930  |   |   |

\*) Z užitečného zatížení paketu IP (viz poznámka pod čarou 55)

Zdroj: BEREC

1. Obrázek 12 a tabulka 15 ukazují, že typicky dosažitelná rychlost datového toku po sestupné lince v době špičky je u 17 (68 %) z 25 operátorů 960 Mb/s (13 operátorů) nebo 950 Mb/s (4 operátoři), což přibližně odpovídá maximální rychlosti datového toku 1 000 Mb/s na úrovni protokolu Ethernet (včetně režie Ethernetu). U všech 25 operátorů je rychlost datového toku směrem dolů nejméně 800 Mb/s a medián je 960 Mb/s.
2. Většina operátorů (20, 80 %) poskytuje symetrickou rychlost přenosu dat, pouze několik (5, 20 %) asymetrickou rychlost přenosu dat. Medián rychlosti přenosu dat na vzestupné lince je 950 Mb/s.
3. Obrázek 13 ukazuje, že kategorie použitého krouceného páru je ve většině případů (88 %) kategorie 5e a přibližně v jedné třetině případů kategorie 5 a kategorie 6 a spíše výjimečně kategorie 6A (16 %) a kategorie 7 (4 %).

**Number of operators**

0

10

20

30

5

5

e

6

6

A

7

Počet provozovatelů

Kategorie krouceného páru

Zdroj: BEREC

**Obrázek 13: Kategorie krouceného páru kabelu**

# b. Zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a změna zpoždění IP paketů

245. Obrázek 14 a tabulka 16 ukazují typicky dosažitelné zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a kolísání zpoždění IP paketů ve špičce v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2) na základě odpovědí obdržených od 21, resp. 19 operátorů.

**Round-trip IP packet dealy and IP packet delay variation**

0

2

4

6

8

10

12

14

16

E13

E1

E18

E2

E16

E3

E4

E24

E5

E20

E14

E6

E25

E21

E23

E15

E7

E8

E19

E9

E17

ms

Zpáteční přenos paketů IP

Změny zpoždění paketů IP

\*)

\*)

\*)

\*)

\*)

\*)

\*)

Operátor

\*) Rozsah (viz tabulka 16) Zdroj: BEREC

**Obrázek 14: Obvykle dosažitelné zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

1. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět závisí na kapacitě uzlů sítě v porovnání s nezbytným zpracováním datového toku, a tedy na dimenzování sítě, jakož i na vzdálenosti, na kterou musí být signál přenesen (od koncového uživatele do místa předání a zpět ke koncovému uživateli, viz body 56, 165 a 166). Z těchto důvodů lze očekávat určité odchylky ve zpoždění paketů IP, které jsou pravděpodobné.
2. Kolísání zpoždění paketů IP je měřítkem kolísání zpoždění paketů IP a je způsobeno především zpracováním datového toku v uzlech sítě (zpoždění zpracování v uzlech a zpoždění ve frontě, viz odstavec 168). Proto závisí také na dimenzování síťových uzlů.
3. Obvykle dosažitelné zpoždění paketů IP se pohybuje mezi 1 ms a 15 ms a medián je 3,5 ms. Typicky dosažitelné zpoždění paketů IP se pohybuje přibližně mezi 0 ms a 5,8 ms a medián je 1 ms.

**Tabulka 16: Typicky dosažitelné zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět** **(RFC 2681) (ms)**  | **Změny zpoždění paketů IP** **(RFC 3393) (ms)**  | **Operátor**  | **Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět** **(RFC 2681) (ms)**  | **Změny zpoždění paketů IP** **(RFC 3393) (ms)** |
| E13  |  <2  |  <0.5  | E6  | < 10  | 5  |
| E1  | 1  | 1  | E25  | 6  | 0.5  |
| E18  | 1  | 1  | E21  | 7.54  | 0  |
| E2  | 1  | 5  | E23  | 8  | NI  |
| E16  | 1  | NI  | E15  | 8.25  | 1.15  |
| E3  | 2  | 1  | E7  | 8.25  | 1.15  |
| E4  | 2.2  | 5.8  | E8  | 10  | 5  |
| E24  |  <5  | 2  | E19  |  2-20  |  1-5  |
| E5  | 3  |  <0.8  | E9  | 13  | 0.26  |
| E20  | 3  | 4.2  | E17  | 15  | 0.1  |
| E14  | 3.5  | 0.1  | *Medián*  | *3.5*  | *1*  |

NI ... Žádné informace

Zdroj: BEREC

# c. Chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP

1. Tabulka 17 uvádí typicky dosažitelnou chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP ve špičce v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2) na základě odpovědí obdržených od 19, resp. 20 provozovatelů.
2. Ztrátovost paketů IP závisí na dimenzování uzlů sítě a chybovost paketů IP závisí na kvalitě zpracování a přenosu. Proto lze očekávat určité odchylky v poměru ztrátovosti paketů IP a chybovosti paketů IP, které jsou pravděpodobné (viz bod 174).
3. Typicky dosažitelná chybovost paketů IP i typicky dosažitelná ztrátovost paketů IP se pohybují mezi 056 % a 1 %. Medián však činí pouze 0,001 % v případě chybovosti paketů IP a 0,01 % v případě ztrátovosti paketů IP.

**Tabulka 17: Typicky dosažitelná chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Chybovost paketů IP (Y. 1540)** **(%)**  | **Ztráta paketů IP** **poměr (Y.1540)** **(%)**  | **Operátor**  | **Chybovost paketů IP (Y.1540)** **(%)**  | **Ztráta paketů IP** **poměr (Y.1540)** **(%)**  |
| E1  | 0[[50]](#footnote-51)  | 056  | E15  | 0.001  | 0.015  |
| E3  | 0  | 0  | E7  | 0.001  | 0.016  |
| E6  | 0  | 0  | E24  |  <0.01  |  <0.01  |
| E9  | 0  | 0  | E18  | 0.01  | 0.01  |
| E25  | 0  |  <0.001  | E14  | 0.01  | 0.01  |
| E4  | 0  | 0.05  | E5  |  <0.1  |  <0.1  |
| E17  | 0  | 0.12  | E21  | 0.05  | 0.05  |
| E13  | 0  |  <1  | E10  |  <0.1  |  <0.1  |
| E2  | 0.00001  | 0.001  | E11  | 1  | 1  |
| E20  | 0.001  | 0.001  | E8  | NI  | 0.01  |
| *Medián*  | *0.001*  | *0.01*  |   |   |   |

Legenda: Žádné informace

Zdroj: BEREC

# d. Dostupnost služby IP

1. Obrázek 15 a tabulka 18 ukazují typicky dosažitelnou dostupnost služby IP v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší a za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénář 2) na základě odpovědí 20 operátorů.
2. Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP se pohybuje mezi 98,5 % a 100[[51]](#footnote-52) % ročně a medián je 99,9 % ročně.

98

2

,

98

4

,

98

6

,

98

,

98

8

99

2

,

99

4

99

,

99

,

6

99

,

8

100

%

**Dostupnost služby IP**

Zdroj: BEREC

**Obrázek 15: Typicky dosažitelná dostupnost IP služeb v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

**Tabulka 18: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Operátor**  | **Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)**  | **Operátor**  | **Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)**  |
| E13  | 10057  | E6  | 99.9  |
| E1  | 99.99  | E7  | 99.81  |
| E14  | 99.99  | E15  | 99.8  |
| E8  | 99.97  | E17  | 99.8  |
| E25  | 99.95  | E9  | 99.7  |
| E21  | 99.95  | E24  | 99.5  |
| E11  | 99.95  | E5  | 99.5  |
| E18  | 99.9  | E3  | 99  |
| E2  | 99.9  | E16  | 98.5  |
| E20  | 99.9  | E4  | 98.5  |
| *Medián*  | *99.9*  |   |   |

Zdroj: BEREC

# e. Srovnání s prahovými hodnotami výkonu 1

1. V tabulce 19 je uvedeno srovnání prahových hodnot výkonu 1 s typicky dosažitelnou kvalitou služby QoS pro koncové uživatele v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budovách kategorie 5 nebo vyšší. V následujících odstavcích (255 až 259) je tento druh sítě pro lepší srozumitelnost uváděn pouze jako "gigabitový Ethernet".
2. Rychlost datového toku směrem dolů u sítě Gigabit Ethernet je o něco nižší než rychlost datového toku směrem dolů u prahových hodnot výkonnosti 1, protože rychlost datového toku sítě Gigabit Ethernet je 1 000 Mb/s na úrovni protokolu Ethernet, ale o něco nižší na úrovni užitečného zatížení paketu IP.
3. U Gigabit Ethernetu je rychlost přenosu dat ve směru nahoru výrazně vyšší. Gigabitový Ethernet je symetrická technologie, a proto jsou obvykle symetrické i přenosové rychlosti. Jinak je tomu u G.fast a DOCSIS, kde lze dostupné spektrum konfigurovat jako rychlost datového toku směrem dolů nebo nahoru (G.fast) nebo se pro datový tok směrem dolů a nahoru (DOCSIS) používá různé spektrum.
4. Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět a změna zpoždění paketů IP jsou v případě gigabitového Ethernetu nižší ve srovnání s prahovými hodnotami výkonnosti 1. Parametry QoS zahrnují nejen přístupovou síť, ale celou síť mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb pro koncové uživatele předáván do jiných veřejných sítí (viz odstavce 56). Část sítě mezi vícebytovou budovou a tímto bodem předání je v případě obou prahových hodnot výkonnosti 1 a gigabitového Ethernetu založena na optických vláknech. Rozdíl tedy může být způsoben různými přístupovými technologiemi, ale také dimenzováním uzlů v části sítě založené na optických vláknech.

**Tabulka 19: Srovnání prahových hodnot výkonnosti 1 s obvykle dosažitelnou kvalitou služeb koncového uživatele v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parametr QoS**  | **Výkonnostní prahové hodnoty 1**  | **Gigabitový Ethernet (medián)**  |
| Rych[[52]](#footnote-53)lost přenosu dat směrem dolů  | 1,000  | 960  |
| Rych58lost přenosu dat ve vzestupném směru  | 200  | 950  |
| Zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)  | 10  | 3.5  |
| Změna zpoždění paketů IP (RFC 3393) (ms)  | 2  | 1  |
| Chybovost paketů IP (Y.1540) (%)  | 0.05  | 0.001  |
| Ztrátovost paketů IP (Y.1540) (%)  | 0.0025  | 0.01  |
| Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)  | 99.9  | 99.9  |

Zdroj: BEREC

1. Chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů jsou v případě obou výkonnostních prahů 1 a Gigabit Ethernet poměrně nízké a blíží se 0 %. Poměr chybovosti IP paketů se v případě gigabitového Ethernetu blíží 0 % a poměr ztrátovosti IP paketů se v případě výkonnostních prahů 1 blíží 0 %.

1. Dostupnost služby IP pro gigabitový Ethernet je stejná jako u prahových hodnot výkonu 1.

# 2. Pevné sítě s FTTH

1. Údaje v této příloze jsou uvedeny pouze pro referenční účely, nikoli však pro stanovení prahových hodnot 1 (viz bod 16).
2. Tabulka 20 uvádí typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v pevných sítích s FTTH za podmínek uvedených v dotazníku (viz bod 104 scénáře 2) pro pět operátorů, kteří nasazují "nejlepší" přístupovou technologii. Uvedené rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketů IP (viz bod 48).
3. Jedná se o rychlosti přenosu dat, které koncový uživatel obvykle využívá ve špičce, pokud jeho CPE plně podporuje přístupovou technologii sítě (viz bod 106).

**Tabulka 20: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat v době špičky v pevných sítích s**

**FTTH a "nejlepší" přístupová technologie**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Op.**  | **Rychlost přenosu dat (Mbps)\***  |  | **Přístup na**  |
|  | **Dole**  | **Nahoru**  | **Topologie**  | **Technologie**  |
| F1  | 9,600  | 9,600  | P2P  | 10 Gigabit Ethernet  |
| F2  | 9,600  | 9,600  | P2P  | 10 Gigabit Ethernet  |
| F3  | 5,000  | 5,000  | P2MP  | XGS-PON  |
| F4  | 5,000  | 5,000  | P2MP  | XGS-PON  |
| F5  | 1,000  | 1,000  | P2MP  | XGS-PON  |

\*) Z užitečného zatížení paketu IP

Legenda: P2P ... Point-to-point, P2MP ... Point-to-multipoint Zdroj: ZDROJ: BEREC

1. Ostatních 13 operátorů se sítí FTTH a topologií bod-bod používá na účastnické přístupové lince 1 Gigabit Ethernet, který umožňuje symetrickou přenosovou rychlost maximálně 960 Mb/s.[[53]](#footnote-55) Dalších 11 operátorů se sítí FTTH a topologií bod-více bodů používá G-PON (devět operátorů) nebo RFoG[[54]](#footnote-56) (dva operátoři). G-PON poskytuje koncovým uživatelům, kteří jsou k němu připojeni, celkově pouze čtvrtinovou (downstream), resp. osminovou (upstream) přenosovou rychlost ve srovnání s XGS-PON. RFoG poskytuje ve směru proti proudu výrazně nižší rychlost přenosu dat než XGS-PON, podle údajů operátorů (pouze 50 Mb/s nebo 100 Mb/s).

1. Ještě lepší technologie PON, pokud jde o dosažitelnou rychlost přenosu dat než XGSPON, technologie PON NG-PON2, je komerčně dostupná.[[55]](#footnote-57) Symetrická přenosová rychlost sdílená mezi koncovými uživateli připojenými ke stejné technologii NG-PON2 je 40 Gb/s[[56]](#footnote-58), a tedy čtyřikrát vyšší než u technologie XGS-PON.
2. Ačkoli je obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat v sítích FTTH velmi vysoká (viz tabulka 20), je možné dosáhnout ještě vyšších rychlostí přenosu dat. Technologie PON s vyššími přenosovými rychlostmi jsou v procesu standardizace[[57]](#footnote-59) a 9 600 Mb/s symetricky v případě topologie bod-bod není technologickým limitem. Například v páteřních sítích se používá 100 Gb/s[[58]](#footnote-60) na vlnovou délku a WDM[[59]](#footnote-61) umožňuje použití několika vlnových délek na vlákno. V současné době se však nezdá, že by bylo nutné tento technologický potenciál využívat, protože 9 600 Mb/s symetricky je vzhledem k současné poptávce většiny koncových uživatelů více než dostačující.
3. Vzhledem k tomu, že pouze dva operátoři, kteří odpověděli, v případě topologie bod-bod a tři operátoři v případě topologie bod-multibod nasadili "nejlepší" technologii a ne všichni poskytli údaje pro ostatní parametry QoS, nejsou údaje pro ostatní parametry QoS k dispozici.

# Příloha 6: Údaje z testů rychlosti internetu 4G

1. Tato příloha obsahuje informace o měřeních rychlosti přenosu dat 4G provedených pomocí testů rychlosti internetu vnitrostátních regulačních orgánů.
2. Analyzovány jsou údaje z těchto devíti zemí: Rakousko, Chorvatsko, Česká republika, Německo, Maďarsko, Lucembursko, Srbsko, Slovinsko a Slovensko. Následující údaje byly posuzovány na čtvrtletní bázi a v době špičky (dvě večerní hodiny ve čtvrtletí s nejnižší mediánovou rychlostí datového toku downlinku):
	1. Medián a 70 %, 90 % a 95 % percentil rychlosti datového toku směrem dolů a
	2. Medián a 70 %, 90 % a 95 % percentil rychlosti přenosu dat nahoru.
3. Zatímco medián je hodnota, pod kterou je přesně 50 % pozorování a nad kterou je 50 %, např. 95% percentil je hodnota, pod kterou je 95 % pozorování a nad kterou je 5 %.
4. Následující grafy ukazují rozložení mediánu a percentilů s přihlédnutím k období 1. čtvrtletí 2018 až 2. čtvrtletí 2019 (přičemž údaje za celé období nebyly pro všechny země k dispozici).

Zdroj: BEREC

20,000

40,000

60,000

80,000

100000

120000

med\_down

p70\_down

p90\_down

p95\_down

**Obrázek 16: Box-Whiskersův graf pro medián a 70 %, 90 % a 95 % percentil rychlosti datového toku 4G downlink (v kbit/s) ve špičce v jednotlivých zemích a čtvrtletích Q1/2018-Q2/2019**

1. Obrázek 16 ukazuje rozložení mediánu a 70%, 90% a 95% percentilů rychlostí datového toku směrem dolů (v kbit/s). Box-Whiskersův graf je třeba číst takto (např. s ohledem na 95% percentil, p95\_down): Hodnoty v rámečku pokrývají 50 % všech pozorování. Polovina hodnot p95\_down se tedy nachází mezi 72,3 Mb/s a 103,5 Mb/s. Takzvané "whiskers" ukazují minimum a maximum rozdělení, v případě 95% percentilu 47,4 Mb/s a 125,0 Mb/s. Body mimo mety označují odlehlé hodnoty rozdělení.[[60]](#footnote-62)
2. Obrázek 17 ukazuje podobný diagram pro rychlost přenosu dat na vzestupném kanálu.

Zdroj: BEREC

0

10,000

20,000

30,000

40,000

50,000

med\_up

p70\_up

p90\_up

p95\_up

**Obrázek 17: Box-Whiskersův graf pro medián a 70%, 90% a 95% percentil rychlosti datového přenosu na uplinku 4G (v kbit/s) ve špičce v jednotlivých zemích a čtvrtletích Q1/2018-Q2/2019**

# Příloha 7: Zkratky

|  |  |
| --- | --- |
| BEREC  | Sdružení evropských regulačních orgánů v oblasti elektronických komunikací  |
| CA  | Agregace nosičů  |
| CMTS  | Systém zakončení kabelového modemu  |
| CPE  | Zařízení v prostorách zákazníka  |
| DOCSIS  | Specifikace rozhraní služby přenosu dat po kabelu  |
| DPU  | Jednotka distribučního místa  |
| EECC  | Evropský kodex elektronických komunikací  |
| FE  | Fast Ethernet  |
| FTTB  | Vlákna do budovy  |
| FTTEx  | Vlákna do místní ústředny  |
| FTTH  | Vlákna do domácnosti  |
| GE  | Gigabitový Ethernet  |
| GPON  | Pasivní optické sítě s gigabitovou kapacitou  |
| HFC  | Hybridní optický koax  |
| IP  | Internetový protokol  |
| IPDV  | Změny zpoždění paketů IP  |
| IPER  | Poměr chybovosti paketů IP  |
| IPLR  | Poměr ztrát paketů IP  |
| LEX  | Místní výměna  |
| LTE  | Dlouhodobý vývoj  |
| LTE-A  | LTE Advanced  |
| MDF  | Hlavní distribuční rám  |
| ME  | Mobilní zařízení  |
| MIMO  | Více vstupů a více výstupů  |
| NI  | Žádné informace  |
| NRA  | Národní regulační orgán  |

|  |  |
| --- | --- |
| OLT  | Ukončení optické linky  |
| OTT  | Over The Top  |
| QAM  | Kvadraturní amplitudová modulace  |
| QoS  | Kvalita služeb  |
| RFoG  | Rádiová frekvence přes sklo  |
| RTIPD  | Zpoždění paketů IP při cestě tam a zpět  |
| SLA  | Dohoda o úrovni služeb  |
| WDM  | Multiplexování s dělením vlnové délky  |
| XGS-PON  | Symetrická pasivní optická síť s podporou 10 gigabitů  |
|   |   |

# Příloha 8: Seznam obrázků

Obrázek 1: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat v době špičky v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytové budovy s nasazením G.fast na kroucenou dvojlinku v budově ............. 31 Obrázek 2: Typicky dosažitelná rychlost datového toku směrem dolů v době špičky v sítích HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově.

 ........................................................................................................................................... 33

Obrázek 3: Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat nahoru ve špičce v sítích HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytového domu a DOCSIS na koaxiální síti v budově ..... 35 Obrázek 4: Typicky dosažitelné zpoždění IP paketů při přenosu a změna zpoždění IP paketů v době špičky v pevných sítích založených na optickém vlákně do vícebytové budovy s G.fast 212 MHz.

nebo DOCSIS 3.1 v infrastruktuře v budově .................................................................... 38 Obrázek 5: Typicky dosažitelná chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP v době špičky v pevných sítích založených na optických vláknech do vícebytové budovy s G.fast 212 MHz nebo

DOCSIS 3.1 v infrastruktuře v budovách ........................................................................ 40 Obrázek 6: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytové budovy s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově

 ........................................................................................................................................... 42

Obrázek 7: Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku downlinku ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced.

použité v této síti ............................................................................................................ 45

Obrázek 8: Histogram průměrné hodnoty dosažitelné rychlosti datového toku downlinku během špičky -

čas na obrázku 7 ................................................................................................................... 48

Obrázek 9: Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced.

použité v této síti ............................................................................................................ 49

Obrázek 10: Průměrná hodnota dosažitelného zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a změna zpoždění IP paketů ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti ...................................................... 50 Obrázek 11: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP v době špičky v mobilní síti se zavedením optických vláken až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti ........................................................................................... 54 Obrázek 12: Typická dosažitelná rychlost přenosu dat v době špičky v pevných sítích s optickým vláknem do vícebytové budovy a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie

5 nebo vyšší ........................................................................................................................... 57 Obrázek 13: Kategorie krouceného páru ............................................................................ 58

Obrázek 14: Obvykle dosažitelné zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší ............................................................................. 59 Obrázek 15: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vedením do vícebytové budovy a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší ................................................................................................................................... 62

Obrázek 16: Box-Whiskersův graf pro medián a 70 %, 90 % a 95 % percentil

Datové rychlosti 4G downlinku (v kbit/s) ve špičce v jednotlivých zemích a čtvrtletích Q1/2018-

Q2/2019 .............................................................................................................................. 66 Obrázek 17: Box-Whiskersův graf pro medián a 70 %, 90 % a 95 % percentil

Rychlost přenosu dat v síti 4G (v kbit/s) ve špičce v jednotlivých zemích a čtvrtletích Q1/2018-Q2/2019

 ........................................................................................................................................... 67

# Příloha 8: Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet vyplněných dotazníků podle typu dotazníku ............................ 26 Tabulka 2: Počet vyplněných dotazníků pro pevnou síť v jednotlivých zemích (zohledněno)

účet/celkem) ...................................................................................................................... 27

Tabulka 3: Počet vyplněných dotazníků pro operátory mobilních sítí v jednotlivých zemích

(zohledněno/celkem) ..................................................................................................... 28

Tabulka 4: Typicky dosažitelná rychlost přenosu dat v době špičky v sítích HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytových domů a DOCSIS na koaxiální síti v budově .............. 34 Tabulka 5: Celková kapacita downlinku koaxiální sítě založené na DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1.

 ........................................................................................................................................... 35

Tabulka 6: Celková uplinková kapacita koaxiální sítě založené na DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1 .. 36 Tabulka 7: Typicky dosažitelné zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů ve špičce v pevných sítích založených na optickém vlákně do vícebytového domu s G.fast 212 MHz.

nebo DOCSIS 3.1 v infrastruktuře v budově .................................................................... 39 Tabulka 8: Typicky dosažitelná chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP v době špičky v pevných sítích založených na optických vláknech do vícebytové budovy s G.fast 212 MHz nebo

DOCSIS 3.1 v infrastruktuře v budovách ........................................................................ 41 Tabulka 9: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na optickém vedení do vícebytové budovy s G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v budově

 ........................................................................................................................................... 43

Tabulka 10: Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti datového toku downlinku ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced

použité v této síti ............................................................................................................ 46

Tabulka 11: Průměrná hodnota dosažitelného zpoždění IP paketů při cestě tam a zpět a změna zpoždění IP paketů ve špičce v mobilní síti s optickým vláknem až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced použitou v této síti ...................................................... 51 Tabulka 12: Průměrná hodnota dosažitelného ztrátového poměru paketů IP v době špičky v mobilní síti se zavedením optických vláken až k základnové stanici a nejlepší technologií LTE Advanced.

použité v této síti ............................................................................................................ 52

Tabulka 13: Průměrná hodnota chybovosti paketů IP v době špičky produktu s nejvyšší rychlostí přenosu dat, která je v současné době poskytována v mobilní síti ................................................... 53 Tabulka 14: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP v době špičky v mobilní síti se zavedením optických vláken až k základnové stanici a s nejlepším LTE Advanced

technologie použitá v této síti .......................................................................................... 55

Tabulka 15: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie

5 nebo vyšší ........................................................................................................................... 58

Tabulka 16: Typicky dosažitelné zpoždění IP paketů a změna zpoždění IP paketů v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na in-

budování krouceného páru kategorie 5 nebo vyšší ................................................................ 60 Tabulka 17: Typicky dosažitelná chybovost paketů IP a ztrátovost paketů IP v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytové budovy a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově

kabel kategorie 5 nebo vyšší ............................................................................................... 61 Tabulka 18: Typicky dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší.

vyšší .................................................................................................................................. 62

Tabulka 19: Srovnání prahových hodnot výkonu 1 s obvykle dosažitelnou kvalitou služeb koncového uživatele v pevných sítích s optickými vlákny do vícebytových budov a gigabitovým Ethernetem na kroucených párech v budově kategorie 5 nebo vyšší ...................................................... 63 Tabulka 20: Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat ve špičce v pevných sítích s FTTH a

"nejlepší" přístupová technologie ............................................................................................... 64

1. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/72, kterou se zřizuje evropský elektronický

Komunikační zákoník, Úř. věst. L 321/36 ze dne 17. prosince 2018. [↑](#footnote-ref-1)
2. Jak je uvedeno v čl. 4 odst. 4 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1971 ze dne 11. prosince 2018, kterým se zřizuje Sdružení evropských regulačních orgánů v oblasti elektronických komunikací (BEREC) a Agentura na podporu sdružení BEREC (Úřad BEREC), mění nařízení (EU) 2015/2120 a zrušuje nařízení (ES) č. 1211/2009, Úř. věst. L 321/1 ze dne 17. prosince 2018 a čl. 61 odst. 7 EECC. [↑](#footnote-ref-2)
3. Viz zejména sdělení Komise "Konektivita pro konkurenceschopný jednotný digitální trh - na cestě k evropské gigabitové společnosti". Ambiciózní strategické cíle stanovené Komisí, které podporuje Rada a Evropský parlament, jsou připomenuty ve 24. bodě odůvodnění kodexu. [↑](#footnote-ref-3)
4. Viz například programy Nástroj pro propojení Evropy (CEF2) a Evropský fond pro strategické investice (EFSI), které jsou navrženy pro příští víceletý finanční rámec. [↑](#footnote-ref-4)
5. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1971 ze dne 11. prosince 2018 o zřízení Sdružení evropských regulačních orgánů v oblasti elektronických komunikací (BEREC) a Agentury na podporu sdružení BEREC (Úřad BEREC), o změně nařízení (EU) 2015/2120 a o zrušení nařízení (ES) č. 1211/2009, Úř. věst. [↑](#footnote-ref-5)
6. Vzhledem k tomu, že článek 82 EECC vyžaduje, aby pokyny definovaly všechna kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za síť s velmi vysokou kapacitou, jsou tato kritéria rovněž zahrnuta do těchto pokynů. [↑](#footnote-ref-6)
7. Doba špičky se může v různých sítích a regionech lišit. Časový úsek doby špičky je obvykle jedna hodina, protože dimenzování sítě je obvykle založeno na zatížení sítě během hodiny vytížení, a tedy na době trvání jedné hodiny. [↑](#footnote-ref-7)
8. Bez ohledu na omezení způsobená zařízením v prostorách zákazníka, resp. mobilním zařízením. [↑](#footnote-ref-8)
9. Vzdálenosti se vztahují k ortodromickým vzdálenostem (nikoli ke vzdálenostem od Země k satelitu a zpět k Zemi). [↑](#footnote-ref-9)
10. "Bezdrátová síť s velmi vysokou kapacitou" musí splňovat prahové hodnoty výkonnosti podle kritéria 3 v místech, kde koncový uživatel využívá její služby uvnitř budov, podobně jako v případě služeb poskytujících připojení pevnou linkou. Například v případě pevného bezdrátového přístupu by bylo možné obojí, jak vnitřní zařízení, tak zařízení umístěná na střeše nebo fasádě budovy, v níž koncový uživatel službu využívá. [↑](#footnote-ref-10)
11. V době sběru dat (viz oddíl 4.6) [↑](#footnote-ref-11)
12. Více vstupů a více výstupů V13 době sběru dat. [↑](#footnote-ref-12)
13. Pokyny používají termín "přenosová rychlost" místo "šířka pásma", aby se v případě bezdrátových sítí zabránilo záměně "šířky pásma" ve smyslu přenosové rychlosti (např. 50 Mb/s) s "šířkou pásma" ve smyslu spektra (např. 50 MHz). [↑](#footnote-ref-13)
14. Parametry QoS a také rychlost datového toku směrem dolů a nahoru je třeba stanovit za obvyklých podmínek ve špičce (viz kritéria 3 a 4, bod 18). Parametry rychlosti definované v pokynech BEREC k neutralitě sítě (BoR(16)127, s. 41-43) neodkazují na "za obvyklých podmínek ve špičce", a proto je nelze v těchto pokynech použít. [↑](#footnote-ref-14)
15. To je v souladu se zprávou BEREC "Net Neutrality Regulatory Assessment Methodology" (BoR(17)178, oddíl 3.2, s. 9). V příloze X "Parametry kvality služby" odkazuje EECC na normu ITUT Y.2617, pokud jde o latenci (zpoždění) a jitter. Jedná se však o jednosměrné zpoždění a poměrně novou normu. Aby mohli provozovatelé sítí poskytovat údaje, bylo nutné použít normu, která se používá již mnoho let. Žádná ze zúčastněných stran nenavrhla, aby se místo RFC 2681 a/nebo RFC 3393 použil standard Y.2617. [↑](#footnote-ref-15)
16. V příloze X "Parametry kvality služby" odkazuje EECC na relativně novou normu ITU-T Y.2617, pokud jde o poměr ztrátovosti paketů. Aby mohli provozovatelé sítí poskytovat data, bylo nutné použít tzv.

 [↑](#footnote-ref-16)
17. [https://berec.europa.eu/eng/events/berec\_events\_2019/186-public-debriefing-on-outcomes-of-the-38th-berecordinary-meetings](https://berec.europa.eu/eng/events/berec_events_2019/186-public-debriefing-on-outcomes-of-the-38th-berec-ordinary-meetings)  [↑](#footnote-ref-17)
18. ETNO, ECTA, FTTH Council Europe, Cable Europe, EuroISPA a GSMA. [↑](#footnote-ref-18)
19. Nokia, Huawei, Adtran, Calix, MVM Tel, Zyxcel [↑](#footnote-ref-19)
20. Arris, Cisco, Casa Systems, Huawei, Harmonic, Sumavision, DEV Systemtechnik GmbH, Ascent

Komunikační technologie Ltd [↑](#footnote-ref-20)
21. Nokia, Huawei, Ericsson, ZTE [↑](#footnote-ref-21)
22. V případě, že provozovatel sítě (zatím) nenabízí službu, která splňuje prahové hodnoty výkonnosti 1, pak může být důkaz, zda jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 splněny, založen např. na měření s testovacími implementacemi v síti. [↑](#footnote-ref-22)
23. Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat uváděné operátory by mohly být poskytnuty těm koncovým uživatelům, kteří mají v současné době předplacenou nejvyšší rychlost přenosu dat, kterou operátor v současné době nabízí (viz body 104.f a 108.d). Proto je třeba také předpokládat, že pouze tento podíl koncových uživatelů by mohl tuto kvalitu služeb (např. rychlost přenosu dat) získat za obvyklých podmínek ve špičce. [↑](#footnote-ref-23)
24. V případě, že provozovatel sítě (zatím) nenabízí službu, která splňuje výkonnostní prahové hodnoty 2, pak může být důkaz, zda jsou výkonnostní prahové hodnoty 2 splněny, založen např. na měření s testovacími implementacemi v síti. [↑](#footnote-ref-24)
25. Typicky dosažitelné rychlosti přenosu dat uváděné operátory by mohly být poskytnuty těm koncovým uživatelům, kteří mají v současné době předplacenou nejvyšší rychlost přenosu dat, kterou operátor v současné době nabízí (viz body 104.f a 108.d). Proto je třeba také předpokládat, že pouze tento podíl koncových uživatelů by mohl tuto kvalitu služeb (např. rychlost přenosu dat) získat za obvyklých podmínek ve špičce. [↑](#footnote-ref-25)
26. Uvažovalo se také o G.fast na koaxiálním kabelu v budově, tato infrastruktura je však v Evropě nasazována jen velmi zřídka a žádný operátor na tento dotazník neodpověděl. [↑](#footnote-ref-26)
27. Více vstupů a více výstupů [↑](#footnote-ref-27)
28. Kromě toho byly údaje shromážděny také na základě dvou dalších dotazníků. (1) Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickými vlákny do budovy (FTTB) a G.fast na koaxiální síti v budově (alespoň pilotní/polní zkouška). G.fast na koaxiálním kabelu v budově je však v Evropě nasazován jen velmi zřídka a žádný operátor na tento dotazník neodpověděl. (2) Dotazník pro provozovatele hybridní koaxiální sítě s optickým vláknem do posledního zesilovače (FTTLA) a DOCSIS na koaxiální síti. Údaje shromážděné pomocí tohoto dotazníku by byly použity jako přibližné pro sítě HFC s optickými vlákny zavedenými až do vícebytové budovy a DOCSIS na koaxiální síti v budově (dotazník uvedený v bodě 100.b). Protože však dotazník uvedený v odstavci 100.b vyplnil dostatečně vysoký počet provozovatelů, nebylo to nutné. [↑](#footnote-ref-28)
29. CPE je zkratka pro zařízení v prostorách zákazníka a ME pro mobilní zařízení. [↑](#footnote-ref-29)
30. Koncoví uživatelé, kteří využívají službu s nejvyšší přenosovou rychlostí (scénář 1), nyní místo ní dostanou službu s nejvyšší možnou přenosovou rychlostí (scénář 2). [↑](#footnote-ref-30)
31. Např. pokud změří rychlost pomocí testu rychlosti internetu. [↑](#footnote-ref-31)
32. Celkový počet vyplněných dotazníků se vztahuje k dotazníkům, které hospodářské subjekty vyplnily a u nichž zároveň odpověděly na e-mail s vysvětlením (viz bod 111). [↑](#footnote-ref-33)
33. Hvězdicový kabel, průměr 0,5 mm, délka 100 m, rezerva 3 dB [↑](#footnote-ref-34)
34. O těchto cílových hodnotách a společných požadavcích na síť nebyly poskytnutyžádné další informace. [↑](#footnote-ref-35)
35. 200 párů kabelu určitého provozovatele sítě o průměru 0,5 mm a délce 100 m. [↑](#footnote-ref-36)
36. Například pro poskytování služby (spojování kanálů) se používá jak DOCSIS 3.1, tak DOCSIS 3.0. [↑](#footnote-ref-37)
37. Například pro poskytování služby (spojování kanálů) se používá jak DOCSIS 3.1, tak DOCSIS 3.0. 42 Zaokrouhlená hodnota [↑](#footnote-ref-38)
38. Viz ITU-T Y.2617 (06/2016), oddíl 6.1, s. 3. Další typ zpoždění, tzv. serializační zpoždění, je v případě vysokých přenosových rychlostí zanedbatelné. Například v případě přenosu standardního ethernetového rámce (o velikosti 1 526 bajtů) s rychlostí přenosu dat 1 Gb/s činí tento typ zpoždění výhradně 0,012 ms. 44[Viz](http://www.m2optics.com/blog/bid/70587/Calculating-Optical-Fiber-Latency) http://www.m2optics.com/blog/bid/70587/Calculating-Optical-Fiber-Latency. [↑](#footnote-ref-39)
39. Odhady dosažitelné chybovosti paketů IP a ztrátovosti paketů IP byly možné (viz odstavec 162) a hodnota 0 % může být odhadem hodnoty velmi blízké 0 %. [↑](#footnote-ref-40)
40. 200 párů kabelu, průměr 0,5 mm, délka 100 m [↑](#footnote-ref-41)
41. Odhady dosažitelné dostupnosti služby IP byly možné (viz bod 162) a hodnota 100 % může být odhadem hodnoty velmi blízké 100 %. [↑](#footnote-ref-42)
42. Viz např. 3GPP TS 22.261 V16.4.0 (2018-06) s. 33-35, 3GPP TS 22.289 V16.1.0 (2019-03), 3GPP TS 22.186 V16.2.0 (2019-06) a 3GPP TS 22.104 V17.1.0 (2019-09). V několika případech nízké latence a/nebo vysoké spolehlivosti jsou rychlosti přenosu dat rovněž vysoké, ale v těchto případech je (stacionární) mobilní služba dostupná pouze na velmi malém území. [↑](#footnote-ref-43)
43. Zařízení používaná pro měření nepodporují agregaci nosných v horním kanálu. [↑](#footnote-ref-44)
44. Prahová rychlost datového toku downlink a uplink (viz bod 203) prahových hodnot výkonnosti 2 je založena na všech uvažovaných datových bodech (M4-M16), nikoli pouze na venkovních datových bodech. Pokud by se uvažovali pouze operátoři s rychlostí přenosu dat pouze ve venkovním prostředí, počet pozorování by se snížil ze 13 na pouhých 8, což znamená, že 90 % percentil by vybral maximum všech pozorování. Toto maximum by mohlo být odlehlou hodnotou a nebylo by reprezentativní. Aby se tomu předešlo, je 90% percentil stanoven na základě všech 13 datových bodů (M4-M16). [↑](#footnote-ref-45)
45. Zaokrouhlená hodnota [↑](#footnote-ref-46)
46. Ethernet na kroucené dvojlince je běžný v počítačových sítích (např. LAN), ale ne jako infrastruktura v budovách, na které jsou koncovým uživatelům poskytovány veřejné služby elektronických komunikací. [↑](#footnote-ref-47)
47. V několika zemích EU mohou být tyto sítě běžnější, např. 51 % vyplněných dotazníků vyplnili provozovatelé pouze ze tří zemí (Bulharsko, Lotyšsko a Slovensko, viz bod 116). [↑](#footnote-ref-48)
48. Datová rychlost 1 000 Mb/s na úrovni protokolu Ethernet (včetně režie) se převede na datovou rychlost 960 Mb/s na úrovni užitečného zatížení paketu IP s následujícím převodním koeficientem. Převodní faktor je A děleno B. A je délka užitečného zatížení paketu IP, tj. maximální přenosová jednotka (MTU, 1 500 bajtů) minus záhlaví IP (20 bajtů), tedy 1 480 bajtů. B je celková délka rámce Ethernetu (včetně synchronizačního signálu a doby pauzy), tj. MTU (1 500 bajtů) plus režie Ethernetu (14 bajtů záhlaví + 4 bajty kontrolní sekvence rámce + 8 bajtů preambule + 12 bajtů mezirámcový prostor Ethernetu). Použitý přepočítací koeficient je tedy 1 480 bajtů / 1 538 bajtů = 0,96. [↑](#footnote-ref-49)
49. Několik operátorů uvedlo rychlost přenosu dat 1 000 Mb/s a BEREC je informoval, že rychlost přenosu dat 1 000 Mb/s není na úrovni užitečného zatížení paketů IP možná, protože se na kabelu s kroucenou dvojlinkou v budově používá gigabitový Ethernet. Operátoři, kteří odpověděli, odpovídajícím způsobem upravili rychlost přenosu dat, avšak ne všichni operátoři odpověděli. Jelikož rychlost přenosu dat 1 000 Mb/s na úrovni užitečného zatížení paketu IP na základě gigabitového Ethernetu není možná, byly rychlosti přenosu dat uvedené na obrázku 12 a v tabulce 15 upraveny na 960 Mb/s (viz poznámka pod čarou 54). [↑](#footnote-ref-50)
50. Odhady dosažitelného poměru chybovosti paketů IP a ztrátovosti paketů IP byly možné (viz bod 105) a hodnota 0 % může být odhadem hodnoty velmi blízké 0 %. [↑](#footnote-ref-51)
51. Odhady dosažitelné dostupnosti služby IP byly možné (viz bod 105) a hodnota 100 % může být odhadem hodnoty velmi blízké 100 %. [↑](#footnote-ref-52)
52. Rychlost přenosu užitečného zatížení paketů IP [↑](#footnote-ref-53)
53. Rychlost přenosu dat je 1 Gb/s na úrovni protokolu Ethernet (včetně režie protokolu Ethernet) a o něco nižší (přibližně 960 Mb/s) na úrovni užitečného zatížení paketu IP (viz odstavec 240). [↑](#footnote-ref-55)
54. Rádiová frekvence přes sklo [↑](#footnote-ref-56)
55. Viz zpráva BEREC o nových formách sdílení pasivních optických sítí založených na multiplexování s dělením vlnové délky, BoR (17) 182, s. 28-29. [↑](#footnote-ref-57)
56. Hrubá přenosová rychlost na úrovni protokolu Ethernet. Čtyři vlnové délky, každá s rychlostí 10 Gb/s. Norma (ITU-T G.989) počítá až s osmi vlnovými délkami, a proto může být v budoucnu k dispozici osm vlnových délek s celkovou rychlostí přenosu dat 80 Gb/s. [↑](#footnote-ref-58)
57. Viz zpráva BEREC o nových formách sdílení pasivních optických sítí založených na multiplexování s dělením vlnové délky, BoR (17) 182, s. 7. [↑](#footnote-ref-59)
58. Hrubý datový tok na úrovni protokolu Ethernet. [↑](#footnote-ref-60)
59. Multiplexování s dělením vlnové délky [↑](#footnote-ref-61)
60. Tyto hodnoty mají vzdálenost od horního nebo dolního okraje pole větší než 1,5násobek výšky pole. [↑](#footnote-ref-62)