

Pokyny BEREC pro sítě s velmi vysokou kapacitou

5. října 2023

Obsah

1. ÚVOD	4
2. DEFINICE POJMU „SÍŤ S VELMI VYSOKOU KAPACITOU“ V KODEXU	5
3. KRITÉRIA, KTERÁ MUSÍ SÍŤ SPLŇOVAT, ABY MOHLA BÝT POVAŽOVÁNA ZA „SÍŤ S VELMI VYSOKOU KAPACITOU“	7
4. STANOVENÍ PRAHOVÝCH HODNOT VÝKONNOSTI 1 A 2	10
4.1. ZVAŽOVANÉ SÍŤE	11
4.2. „DOSAŽITELNÁ“ KVALITA SLUŽBY PRO KONCOVÉHO UŽIVATELE.....	11
4.3. „PODMÍNKY V DOBĚ PROVOZNÍ ŠPIČKY“	12
4.4. „OBVYKLÁ“ KVALITA SLUŽBY PRO KONCOVÉHO UŽIVATELE	12
4.5. PARAMETRY KVALITY SLUŽBY.....	13
4.6. SBĚR DAT	15
5. UPLATŇOVÁNÍ KRITÉRIÍ 1 AŽ 4	16
5.1. UPLATŇOVÁNÍ KRITÉRIA 1	16
5.2. UPLATŇOVÁNÍ KRITÉRIA 2	16
5.3. UPLATŇOVÁNÍ KRITÉRIA 3	17
5.4. UPLATŇOVÁNÍ KRITÉRIA 4	18
PŘÍLOHA Č. 1: ČLÁNKY A BODY ODŮVODNĚNÍ KODEXU, KTERÉ SE VZTAHUJÍ K SÍTÍM S VELMI VYSOKOU KAPACITOU 20	
PŘÍLOHA Č. 2: DOTAZNÍKY	23
1. <i>Dotazníky pro provozovatele sítí</i>	23
2. <i>Počet vyplněných dotazníků</i>	26
3. <i>Dotazníky pro dodavatele</i>	29
PŘÍLOHA Č. 3: STANOVENÍ PRAHOVÝCH HODNOT VÝKONNOSTI 1 (PEVNÉ SÍŤE)	30
1. <i>Rychlost přenosu dat pro downlink a uplink</i>	30
a. <i>Pevné síťe s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a technologií G.fast na měděné kroucené dvoulince v budově</i>	31
b. <i>Hybridní opticko-koaxiální (HFC) síťe s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově</i>	33
c. <i>Stanovení prahových hodnot rychlosti přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1</i>	36
2. <i>Další parametry kvality služby</i>	37
a. <i>Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů</i>	38
b. <i>Chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů</i>	40
c. <i>Dostupnost služby IP</i>	42
PŘÍLOHA Č. 4: STANOVENÍ PRAHOVÝCH HODNOT VÝKONNOSTI 2 (BEZDRÁTOVÉ SÍŤE)	44
1. <i>Rychlost přenosu dat pro downlink a uplink</i>	44
2. <i>Další parametry kvality služby</i>	50
a. <i>Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů</i>	51
b. <i>Ztrátovost IP paketů</i>	52
c. <i>Chybovost IP paketů</i>	53
d. <i>Dostupnost služby IP</i>	54
PŘÍLOHA Č. 5: ÚDAJE O DALŠÍCH SÍTÍCH	57
1. <i>Pevné síťe s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy</i>	57
a. <i>Rychlost přenosu dat pro downlink a uplink</i>	57
b. <i>Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů</i>	60
c. <i>Chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů</i>	61

d.	Dostupnost služby IP	62
e.	Srovnání s prahovými hodnotami výkonnosti 1	64
2.	<i>Pevné sítě s FTTH</i>	65
PŘÍLOHA Č. 6: ZKRATKY		68
PŘÍLOHA Č. 7: SEZNAM OBRÁZKŮ.....		70
PŘÍLOHA Č. 8: SEZNAM TABULEK.....		71

1. Úvod

1. Tyto Pokyny BEREC připravené v souladu s článkem 82 Evropského kodexu pro elektronické komunikace (dále jen „Kodex“)¹ jsou navrženy tak, aby poskytovaly vnitrostátním regulačním orgánům pokyny „*týkající se kritérií, jež musí síť splňovat, aby byla považována za síť s velmi vysokou kapacitou, zejména pokud jde o dostupnou šířku pásma pro downlink a uplink, odolnost, parametry související s chybovostí a zpoždění a jeho kolísání*“ (čl. 82). Vnitrostátní regulační orgány tyto Pokyny v nejvyšší míře zohlední.² Pokyny mají přispět k harmonizaci definice pojmu „síť s velmi vysokou kapacitou“ v EU.
2. BEREC zveřejnil první verzi těchto pokynů v roce 2020 a stanovil, že každá síť, která splňuje jedno (či více) ze čtyř kritérií, je sítí s velmi vysokou kapacitou (BoR (20) 165, odstavec 18). V té době však ještě nebylo možné plně zohlednit síť páté generace (5G), protože dosud nedošlo k jejich širšímu nasazení a významnému rozšíření (viz BoR (20) 165, odstavec 25). V této nové verzi pokynů proto BEREC aktualizuje kritérium č. 4 (prahové hodnoty výkonnosti pro bezdrátové sítě) na základě údajů o 5G shromážděných od provozovatelů mobilních sítí, zatímco ostatní tři kritéria zůstávají beze změny.
3. Článek 3 Kodexu specifikuje své obecné cíle, včetně „*podpory připojení a přístupu všech občanů a podniků Unie k sítím s velmi vysokou kapacitou, včetně pevných, mobilních a bezdrátových sítí a jejich využívání*“. Dále, podle 28. bodu odůvodnění Kodexu „je nutné poskytovat přiměřené investiční pobídky do nových sítí s velmi vysokou kapacitou, které budou podporovat inovace v internetových službách s bohatým obsahem a posilovat mezinárodní konkurenceschopnost Unie. Tyto sítě mají obrovský potenciál přinášet užitek spotřebitelům a podnikům v celé Unii“.
4. Tento cíl podpory širokého budování a zájem o sítě s velmi vysokou kapacitou je jádrem ambic EU směřujících ke gigabitové společnosti.³ Koncept sítě s velmi vysokou kapacitou se proto používá i v dalších iniciativách přijatých orgány EU na podporu této ambice.⁴
5. Pojem „síť s velmi vysokou kapacitou“ je definován v čl. 2 odst. 2 Kodexu a je relevantní pro řadu ustanovení Kodexu, jako například:
 - podmínky, za nichž vnitrostátní regulační orgány nebudou podnikům působícím výhradně na velkoobchodním trhu ukládat určité povinnosti, závisí na přístupu k síti s velmi vysokou kapacitou (čl. 61 odst. 3 ve vztahu s čl. 80);
 - zeměpisné mapování budování sítí může zahrnovat rovněž prognózu týkající se

¹ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1972, kterou se stanoví Evropský kodex pro elektronické komunikace, Úř. věst. L 321/36, 17. prosince 2018.

² Jak je stanoveno v čl.4 odst.4 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 BEREC (Úřad BEREC), o změně nařízení (EU) 2015/2120 a o zrušení nařízení (ES) č. 1211/2009, Úř. věst. L 321/1, 17. prosince 2018 a čl. 61 odst. 7 Kodexu.

³ Viz zejména sdělení Komise „Připojení pro konkurenceschopný jednotný digitální trh – na cestě k evropské gigabitové společnosti“. Na ambiciózní strategické cíle stanovené Komisí, které jsou podporovány Radou a Evropským parlamentem, se odkazuje ve 24. bodu odůvodnění Kodexu.

⁴ Viz například Nástroj pro propojení Evropy (CEF2) a programy Evropského fondu pro strategické investice (EFSI), které jsou navrženy pro příští víceletý finanční rámec (MFF).

dosahu sítí s velmi vysokou kapacitou (čl. 22 odst.1); a

- vnitrostátní regulační orgány mohou vyzvat podniky a veřejné orgány, aby učinily prohlášení o svých záměrech ohledně budování sítí s velmi vysokou kapacitou v určených oblastech (čl. 22 odst.3).
6. Další články a body odůvodnění Kodexu, které rovněž odkazují na sítě s velmi vysokou kapacitou, jsou uvedeny v příloze 1.
 7. Podle čl. 82 Kodexu bude BEREC tyto Pokyny aktualizovat nejpozději ke dni 31. prosince 2025 a poté je bude aktualizovat pravidelně. Tato nová verze Pokynů aktualizuje kritérium č. 4 z důvodů vysvětlených v odstavci 2 výše. BEREC hodlá podat zprávu o faktickém uplatňování těchto Pokynů v souladu s čl. 4 odst. 1 písm. j) bodem i) Nařízení o BEREC.⁵ Tato zpráva poskytne podklady pro posouzení potřeby revize Pokynů.

2. Definice pojmu „sít' s velmi vysokou kapacitou“ v Kodexu

8. Článek 2 odst. 2 Kodexu definuje pojem „sít' s velmi vysokou kapacitou“ takto:

„Sít' s velmi vysokou kapacitou“ znamená

- *bud' sít' elektronických komunikací, která sestává zcela z optických prvků přinejmenším do rozvodného bodu v obslužném místě,*
- *nebo sít' elektronických komunikací, která je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky dosahovat podobné výkonnosti, pokud jde o dostupnou šířku pásma pro downlink a uplink, odolnost, parametry související s chybovostí a zpoždění a jeho kolísání“.* [odrážky přidány sdružením BEREC]

9. 13. bod odůvodnění dále objasňuje:

„[...] Zatímco v minulosti se pozornost soustředila především na zvětšování šířky pásma dostupné jak celkově, tak jednotlivým uživatelům, nyní roste význam dalších parametrů, jako jsou zpoždění, dostupnost a spolehlivost. Současnou odpovědí na tuto poptávku je přibližování optických vláken uživatelům a budoucí „sítě s velmi vysokou kapacitou“ budou vyžadovat výkonnostní parametry ekvivalentní tomu, co je schopna poskytnout sít' založená na optických prvcích přinejmenším do rozvodného bodu v obslužném místě.

*V případě **pevného připojení** to odpovídá takové výkonnosti sítě, která je rovnocenná tomu, čeho lze dosáhnout **zavedením optického vlákna až do budovy s více bytovými jednotkami**, jež se považuje za obslužné místo.*

*V případě **bezdrátového připojení** to odpovídá výkonnosti sítě podobné tomu, čeho lze dosáhnout **přivedením optického vlákna až k základnové stanici**, jež se*

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 BEREC (Úřad BEREC), o změně nařízení (EU) 2015/2120 a o zrušení nařízení (ES) č. 1211/2009, Úř. věst. L 321/1, 17. prosince 2018 (str. 1-35).

považuje za obslužné místo.

Pro účely stanovení, zda lze bezdrátovou síť považovat za síť poskytující podobnou výkonnost sítě, by neměly být brány v úvahu rozdíly ve zkušenosti koncových uživatelů způsobené odlišnými vlastnostmi média, kterým je síť nakonec spojena s koncovým bodem sítě.

V souladu se zásadou technologické neutrality by neměly být vyloučeny jiné technologie a přenosová média, pokud jsou jejich schopnosti srovnatelné s tímto základním scénářem. [...] [důraz a odstavce přidány sdružením BEREC].

10. Proto je podle ustanovení uvedených v Kodexu za síť s velmi vysokou kapacitou považována síť elektronických komunikací, která sestává zcela z optických prvků přinejmenším do rozvodného bodu v obslužném místě (1. část čl. 2 odst. 2). Jakákoli síť elektronických komunikací, která je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky dosahovat podobné výkonnosti, je také považována za síť s velmi vysokou kapacitou (2. část čl. 2 odst. 2).
11. 13. bod odůvodnění stanovil souvislost mezi těmito dvěma částmi definice sítí s velmi vysokou kapacitou v čl. 2 odst. 2 vytvořením konceptu ekvivalence výkonnosti sítě a poskytnutím základního scénáře založeného na dvou odlišných topologiích: (i) zavedením optického vlákna (minimálně) až do budovy s více bytovými jednotkami v případě pevného připojení a (ii) přivedením optického vlákna až k základnové stanici v případě bezdrátového připojení. To je v souladu se zásadou technologické neutrality založené na ekvivalenci dosažitelné výkonnosti sítí.
12. Čl. 2 odst. 2 Kodexu kromě toho stanoví parametry, které je třeba vzít v úvahu, aby bylo možné stanovit, že síť nabízí ekvivalentní výkonnost jako základní scénář, a to "dostupnou šířku pásma pro downlink a uplink, odolnost, parametry související s chybovostí a zpoždění a jeho kolísání".
13. Článek 82 Kodexu pověřuje BEREC vydáním pokynů ke kritériím, jež musí síť splňovat, aby byla považována za síť s velmi vysokou kapacitou, zejména pokud jde o výše uvedené konkrétní parametry.
14. Závěrem lze konstatovat, že sítě s velmi vysokou kapacitou podle čl. 2 odst. 2 je:
 - a. jakákoli síť poskytující pevné připojení s optickým vláknem zavedeným minimálně až do budovy s více bytovými jednotkami;
 - b. jakákoli síť zajišťující bezdrátové připojení s optickým vláknem přivedeným minimálně až k základnové stanici;
 - c. jakákoli síť zajišťující pevné připojení, která je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky dosahovat rovnocenné výkonnosti jako síť zajišťující pevné připojení s optickým vláknem zavedeným minimálně až do budovy s více bytovými jednotkami (**prahové hodnoty výkonnosti 1**); a
 - d. jakákoli síť zajišťující bezdrátové připojení, která je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky dosahovat rovnocenné výkonnosti jako síť zajišťující

bezdrátové připojení s optickým vláknem přivedeným minimálně až k základnové stanici (**prahové hodnoty výkonnosti 2**).

15. Sítě s velmi vysokou kapacitou jsou důležité, protože jsou schopné poskytovat koncovým uživatelům služby se zvláště vysokou kvalitou služeb (QoS). Kodex podporuje budování sítí s velmi vysokou kapacitou ve prospěch koncových uživatelů (čl. 3 odst. 2 písm. a) Kodexu). Proto je ekvivalentní výkonnost základního scénáře (viz odstavce 11, 14c a 14d) brána v úvahu s ohledem na dosažitelnou kvalitu služeb pro koncové uživatele poskytovaných na sítích s velmi vysokou kapacitou. Kodex dále definuje síť s velmi vysokou kapacitou jako určitý typ sítě elektronických komunikací a nikoli jako pouhý segment sítě. Pro účely stanovení síťové výkonnosti ekvivalentních sítí je proto nutné brát v úvahu síť až ke koncovému uživateli, kde končí veřejná síť. Také vzhledem k tomu, že Kodex neposkytuje definici pojmu „obslužné místo“, by jiný přístup mohl být sporný, a dokonce technicky neproveditelný. Pokud by se navíc mělo za to, že základní scénář nezahrnuje přístupovou síť, znamenalo by to, že původní síť s optickým vláknem zakončeným v místní ústředně (FTTEx) by bylo nutno považovat za síť s velmi vysokou kapacitou. BEREC se domnívá, že to není záměrem Kodexu.
16. Z těchto důvodů je třeba určit prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 následovně:
 - a. Prahové hodnoty výkonnosti 1: Kvalita služby pro koncového uživatele (QoS), která je dosažitelná za obvyklých podmínek v době provozní špičky sítí zajišťující pevné připojení s optickým vláknem zavedeným minimálně až do budovy s více bytovými jednotkami.
 - b. Prahové hodnoty výkonnosti 2: Kvalita služby pro koncového uživatele (QoS), která je dosažitelná za obvyklých podmínek v době provozní špičky sítí zajišťující bezdrátové připojení s optickým vláknem přivedeným minimálně až k základnové stanici.
17. Prahové hodnoty výkonnosti 1 se zaměřují na zavedení vlákna až do budovy s více bytovými jednotkami a nikoli na zavedení optického vlákna až do domácnosti (FTTH), protože podle 13. bodu odůvodnění Kodexu by zavedení vlákna až do budovy s více bytovými jednotkami mělo být základním scénářem pro stanovení ekvivalentní výkonnosti sítě, aby mohla být považována za síť s velmi vysokou kapacitou. Jiné sítě, které nelze považovat za sítě s velmi vysokou kapacitou na základě první části čl. 2 odst. 2 Kodexu, musí být schopny poskytnout koncovému uživateli (pouze) kvalitu služby dosažitelnou s optickým vláknem zavedeným až do budovy s více bytovými jednotkami – a nikoli vyšší kvalitu služby pro koncového uživatele dosažitelnou s FTTH.

3. Kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za „síť s velmi vysokou kapacitou“

18. Pojem „síť s velmi vysokou kapacitou“ je již definován v Kodexu (viz kapitulu 2) a kritéria uvedená v této kapitole se řídí touto definicí. Kritéria 1 a 2 níže vyplývají přímo z první části definice, zatímco kritéria 3 a 4 níže vycházejí z druhé části definice a využívají údaje sebrané od provozovatelů sítí (viz kapitulu 4).

19. V souladu s Kodexem sdružení BEREC stanovilo, že jakákoli síť, která splňuje jedno (nebo více) z následujících čtyř kritérií, je sítí s velmi vysokou kapacitou:

Kritérium 1: Jakákoli síť zajišťující pevné připojení s optickým vláknem zavedeným minimálně až do budovy s více bytovými jednotkami.

Kritérium 2: Jakákoli síť zajišťující bezdrátové připojení s optickým vláknem přivedeným minimálně až k základnové stanici.

Kritérium 3: Jakákoli síť zajišťující pevné připojení, která je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky poskytovat koncovým uživatelům služby s následující kvalitou služby (**prahové hodnoty výkonnosti 1**):

a. Rychlost přenosu dat (downlink)	≥ 1000 Mb/s
b. Rychlost přenosu dat (uplink)	≥ 200 Mb/s
c. Chybovost IP paketů (Y.1540)	≤ 0,05 %
d. Ztrátovost IP paketů (Y.1540)	≤ 0,0025 %
e. Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681)	≤ 10 ms
f. Kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393)	≤ 2 ms
g. Dostupnost služby IP (Y.1540)	≥ 99,9 % za rok

Kritérium 4: Jakákoli síť zajišťující bezdrátové připojení, která je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky poskytovat koncovým uživatelům služby s následující kvalitou služby (**prahové hodnoty výkonnosti 2**).

a. Rychlost přenosu dat (downlink)	≥ 350 Mb/s
b. Rychlost přenosu dat (uplink)	≥ 50 Mb/s
c. Chybovost IP paketů (Y.1540)	≤ 0,01 %
d. Ztrátovost IP paketů (Y.1540)	≤ 0,01 %
e. Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681)	≤ 18 ms
f. Kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393)	≤ 5 ms
g. Dostupnost služby IP (Y.1540)	≥ 99,9 % za rok

20. Poznámky ke kritériu 1 a kritériu 2

- Kritérium 1 a kritérium 2 vyplývají z Kodexu (viz kapitolu 2).⁶
- Síť, která je považována za síť s velmi vysokou kapacitou podle kritéria 1, nemusí nutně splňovat kritérium 3.
- Síť, která je považována za síť s velmi vysokou kapacitou podle kritéria 2, nemusí

⁶ Vzhledem k tomu, že článek 82 Kodexu požaduje, aby Pokyny definovaly všechna kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za síť s velmi vysokou kapacitou, jsou rovněž zahrnuta do těchto Pokynů.

nutně splňovat kritérium 4.

21. Poznámky ke kritériu 3 a kritériu 4

- a. Aby mohla být síť považována za síť s velmi vysokou kapacitou, stačí, aby byla (bez dalších investic) schopna poskytovat službu, která splňuje prahové hodnoty výkonnosti 1 v případě pevného připojení nebo prahové hodnoty výkonnosti 2 v případě bezdrátového připojení. Proto není nutné, aby síť takovou službu skutečně nabízela, ani aby všechny služby poskytované touto sítí nutně splňovaly prahové hodnoty výkonnosti 1 nebo prahové hodnoty výkonnosti 2. Nicméně, aby bylo možné určit, zda síť tyto schopnosti skutečně má, může vnitrostátní regulační orgán požadovat, aby byla v síti realizována testovací služba splňující prahové hodnoty výkonnosti 1 nebo prahové hodnoty výkonnosti 2.
- b. Kritéria 3 a 4 se vztahují na dobu provozní špičky. Jedná se o denní dobu, která trvá zhruba jednu hodinu, kdy je zatížení sítě obvykle na maximu.⁷
- c. Prahové hodnoty výkonnosti 1 a prahové hodnoty výkonnosti 2 se vztahují k přenosové trase od koncového uživatele⁸ do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), a v případě obousměrných parametrů (RTT) zpět ke koncovému uživateli (viz odstavce 55 and 56).
- d. Prahové hodnoty rychlosti přenosu dat v případě prahových hodnot výkonnosti 1 jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení IP paketu a prahové hodnoty rychlosti přenosu dat v případě prahových hodnot výkonnosti 2 jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy.⁹
- e. Prahové hodnoty rychlosti přenosu dat v případě prahových hodnot výkonnosti 1 jsou rychlosti přenosu dat v místě, kde je pevná přístupové účastnické vedení (např. kroucená dvoulinka, koaxiální kabel) ukončena v obytném prostoru koncového uživatele.
- f. V případě zvláště velkých vzdáleností (např. několik stovek kilometrů) mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), se prahová hodnota obousměrného (tzv. round-trip) zpoždění IP paketů zvyšuje za

⁷ Doba provozní špičky se může v různých sítích a regionech lišit. Časové období špičky je typicky jedna hodina, protože dimenzování sítě je obvykle založeno na zatížení sítě během rušné hodiny, a tedy na době trvání jedné hodiny.

⁸ Bez ohledu na omezení způsobená vybavením prostor zákazníka, respektive mobilním vybavením.

⁹ Rychlosti přenosu dat v případě prahových hodnot výkonnosti 2 jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy v souladu s Pokyny BEREC k provádění nařízení o otevřeném internetu (BoR (22) 81, odstavce 140 a 166): „Rychlosti by měly být uváděny na základě uživatelských dat protokolu transportní vrstvy, a nikoli na základě protokolu nižší vrstvy [např. užitečné zatížení IP paketů]“. Rychlosti přenosu dat v případě prahových hodnot výkonnosti 1 jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení IP paketu, v souladu s Pokyny BEREC k provádění evropských pravidel síťové neutrality vnitrostátními regulačními orgány (BoR (16) 127, odstavce 140 a 166), které byly v platnosti v roce 2019, kdy byla sbírána data pro stanovení prahových hodnot výkonnosti (viz kapitola 4.6) a které byly nahrazeny Pokyny BEREC BoR (22) 81.

každých 100 km o 1 ms.¹⁰

- g. Prahové hodnoty výkonnosti 2 se vztahují pouze na venkovní umístění a na průměrnou hodnotu ve zvažované oblasti pokrytí (viz odstavce 77 a 78).
 - h. Události mimo kontrolu provozovatele sítě (např. vyšší moc) jsou z výpočtu dostupnosti služby IP vyloučeny.
22. Znění Kodexu v 13. bodu odůvodnění, jakož i jednotlivé prahové hodnoty výkonnosti stanovené v kritériích 3 a 4 naznačují, že „sítě s velmi vysokou kapacitou“ nepředstavuje jednotný koncept. V tomto smyslu lze sítě s velmi vysokou kapacitou rozdělit do dvou kategorií, které mají obvykle různé výkonové charakteristiky. 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).
23. „Bezdrátová síť s velmi vysokou kapacitou“ (tj. síť, která splňuje buď kritérium 2 nebo kritérium 4, nebo obě), může také splňovat prahové hodnoty výkonnosti kritéria 3, a pokud je to tak, lze ji považovat za ekvivalent „pevné sítě s velmi vysokou kapacitou.“¹¹ To může platit zejména pro bezdrátové sítě poskytující služby, které soutěží na stejném trhu se službami, které poskytují pevné sítě (tyto sítě a služby se často na trhu nabízejí pod označením „Fixed Wireless Access“ (pevný bezdrátový přístup) nebo „FWA“).
24. V následující kapitole a přílohách 2 až 4 Pokyny podrobně vysvětlují, jak sdružení BEREC stanovilo prahové hodnoty výkonnosti 1 a prahové hodnoty výkonnosti 2.
25. Pokyny nakonec poskytují informace o tom, jak mají být kritéria 1 až 4 uplatňována (viz kapitolu 5).
26. Pokyny stanoví kritéria pro určení sítě jako sítě s velmi vysokou kapacitou, když to je relevantní pro aplikaci Kodexu. Neměly by být vykládány jako názor na vhodnost takového posouzení, v případě, že by měly sloužit jako kritérium pro jakýkoli jiný nástroj stanovování pravidel, včetně veřejného financování.

4. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2

27. Tato kapitola společně s přílohou 2 a 4 popisuje, jak sdružení BEREC stanovilo prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2.
28. Prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 je třeba stanovit, jak je definováno v odstavci 16, podle analýzy příslušných právních ustanovení v Kodexu (viz kapitolu 2, zejména odst. 14 a 15).
29. Tato kapitola dále popisuje základ pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 a

¹⁰ Vzdálenosti se vztahují k ortodromickým vzdálenostem (nikoli ke vzdálenostem ze Země k družici a zpět na Zemi).

¹¹ „Bezdrátová síť s velmi vysokou kapacitou“ musí splňovat prahové hodnoty výkonu kritéria 3 v místech, kde koncový uživatel využívá její služby uvnitř podobně jako v případě služeb poskytujících pevné připojení. Například v případě pevného bezdrátového přístupu (FWA) by bylo možné obojí – jak vnitřní zařízení, tak i zařízení namontovaná na střeše nebo na fasádě budovy, ve které koncový uživatel službu využívá.

stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 se provádí v příloze 3 a příloze 4.

4.1. Zvažované sítě

30. Prahové hodnoty výkonnosti 1 se vztahují na pevnou síť s optickým vláknem zavedeným až do budovy s více bytovými jednotkami (viz odstavec 16a). Služby koncových uživatelů poskytované takovou sítí jsou zpravidla založeny na přístupu pomocí měděného vedení nebo koaxiálního kabelu. Proto stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 vychází z pevných sítí s optickým vláknem zavedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a přístupu buď pomocí měděného vedení nebo koaxiálního kabelu.
31. Prahové hodnoty výkonnosti 2 se vztahují k bezdrátové síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici (viz odstavec 16b). Služby koncových uživatelů poskytované takovou sítí jsou zpravidla založeny na mobilní síti (nikoli např. na veřejné síti WLAN). Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 proto vychází z mobilních sítí s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici.

4.2. „Dosažitelná“ kvalita služby pro koncového uživatele

32. Prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 se vztahují k „dosažitelné“ kvalitě služby pro koncového uživatele (viz odstavec 16). Proto jsou stanoveny na základě „nejlepší“ technologie s ohledem na dosažitelnou kvalitu služby pro koncového uživatele.
33. Tyto Pokyny vstoupily v platnost dne 1. října 2020 pro prahové hodnoty výkonnosti 1, a pro prahové hodnoty výkonnosti 2 vstoupí v platnost od října 2023, a proto se v nejvyšší možné míře zaměřují na technologie, které budou zavedeny v sítích právě v tomto časovém období.
34. Provozovatelé sítí znají kvalitu služeb pro koncového uživatele, která je dosažitelná v jejich sítích na základě technologií, které již zavedli. To je také kvalita služeb, kterou mohou koncoví uživatelé skutečně pocítit. U těchto technologií jsou provozovatelé schopni poskytnout údaje o dosažitelné kvalitě služby pro koncového uživatele.
35. Provozovatelé sítí však nevědí, jaká kvalita služby pro koncového uživatele bude dosažitelná v jejich sítích založených na technologiích, které zavedou v budoucnu. Provozovatelé sítí proto nejsou schopni poskytnout údaje o dosažitelné kvalitě služby pro koncového uživatele u těchto technologií. Dodavatelé také nevědí, jaká kvalita služby pro koncového uživatele je v praxi dosažitelná u technologií, které stále vyvíjejí a které dosud nebyly zavedeny ve skutečných sítích. Proto není možné určit, s jakou kvalitou služeb se koncoví uživatelé u technologií, které budou zavedeny v sítích až v budoucnu, setkají.
36. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 proto vychází z „nejlepší“ technologie s ohledem na dosažitelnou kvalitu služby pro koncového uživatele, která je v sítích již zavedena (alespoň pilotní projekty nebo zkušební provoz v reálných podmínkách).¹² Abychom co nejvíce hleděli do budoucna, zaměřujeme se na nejnovější používané

¹² V době, kdy byly údaje sebrány (viz kapitolu 4.6).

technologie, i když jsou zavedeny pouze malým počtem provozovatelů v EU.

37. Z tohoto důvodu jsou uvažovány následující technologie sítí uvedené v kapitole 4.1:
- a. V případě pevných sítí s měděným přístupovým vedením – G.fast na kroucené dvoulince.
 - b. V případě pevných sítí s koaxiálním přístupovým vedením – nejpokročilejší technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1).
 - c. V případě mobilních sítí – nejpokročilejší technologie 5G, z hlediska agregované šířky pásma rádiového kanálu, MIMO,¹³ modulace atd. použitých v mobilní síti příslušných provozovatelů.

4.3. „Podmínky v době provozní špičky“

38. Prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 musí být stanoveny „za obvyklých podmínek v době provozní špičky“ (viz odstavec 16). Je proto třeba vzít v úvahu reálné podmínky převládající 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 služby pro koncového uživatele, typické používání sítě a aktuální portfolio služeb. To znamená, že síť během provozní špičky používá několik koncových uživatelů současně.
39. Vzhledem k tomu, že prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 musí být založeny na *dosažitelné* (a nikoli *aktuálně dosahované*) kvalitě služby pro koncového uživatele (viz odstavec 16), jsou stanoveny na základě služby s nejvyšší *možnou* kvalitou služby pro koncového uživatele (rychlostí přenosu dat), s „nejlepší“ technologií zavedenou v síti.¹⁴ Jde o hypotetickou situaci a předpokládá se, že účastníci, kteří si aktuálně předplatili službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat, získají místo toho službu s nejvyšší možnou rychlostí přenosu dat (viz odstavce 104b a 104f)

4.4. „Obvyklá“ kvalita služby pro koncového uživatele

40. Dosažitelná kvalita služby 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 kvality služby pro koncového uživatele, se kterou se koncoví uživatelé *obvykle* setkávají (např. průměr).
41. Vzhledem k tomu, že se bere v úvahu průměrná kvalita služby, tak různé vlastnosti vzduchu (např. kvůli různým povětrnostním podmínkám), což je médium, kterým je mobilní zařízení koncového uživatele připojeno k bezdrátové síti, nejsou brány v úvahu, jak to vyžaduje 13. bod odůvodnění Kodexu (viz odstavec 7).
42. Kodex nedefinuje blíže situaci, pro kterou je třeba stanovit prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2. Proto není možné stanovit prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 pro konkrétnější situaci.

¹³ Multiple-Input a Multiple-Output.

¹⁴ V době sběru dat.

4.5. Parametry kvality služby

43. Kodex (čl. 2 odst. 2 a čl. 82) požaduje, aby prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 byly stanoveny, pokud jde o „dostupnou šířku pásma pro downlink a uplink, odolnost, parametry související s chybovostí, zpoždění a jeho kolísání“ (viz odstavec 12).

Obecná platnost

44. Prahové hodnoty výkonnosti 1 se vztahují na *jakoukoli* síť, která poskytuje pevné připojení, a prahové hodnoty výkonnosti 2 se vztahují na *jakoukoli* síť, která poskytuje bezdrátové připojení (viz odstavce 16a a 16b). Proto je třeba parametry kvality služby prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 vztáhnout na jakoukoli síť, dokonce i na sítě, které ještě nejsou vybudovány, ale budou vybudovány až poté, co tyto Pokyny vstoupí v platnost.
45. Dnes jsou téměř všechny komunikační sítě založeny na internetovém protokolu (IP), a proto jsou parametry kvality služby prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 založeny na IP. Výjimkou jsou rychlosti přenosu dat pro downlink a uplink (viz odstavec 47).

Celá komunikační síť

46. Kodex (čl. 2 odst.2) definuje, že síť s velmi vysokou kapacitou je určitý typ komunikační sítě. Tato definice není omezena jen na určitou část hierarchie sítě (např. pouze na přístupovou síť), ale zahrnuje celou komunikační síť. Parametry kvality služby prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 proto musí platit pro celou síť.

Šířka pásma pro downlink a uplink

47. První dva parametry kvality služby jsou rychlost přenosu dat pro downlink a uplink.¹⁵ Vzhledem k tomu, že by parametry kvality služby měly být založeny na IP (viz odstavec 45), jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 založeny na rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketu pro downlink a uplink v souladu s Pokyny BEREC k provádění evropských pravidel síťové neutrality vnitrostátními regulačními orgány (BoR (16) 127, které byly v platnosti v roce 2019, kdy byla sbírána data k prahovým hodnotám výkonnosti 1. Prahové hodnoty výkonnosti 2 jsou založeny na rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy pro downlink a uplink v souladu s Pokyny BEREC k provádění nařízení o otevřeném internetu (BoR (22) 81, odstavce 140 a 166), které nahrazují Pokyny BEREC BoR (16) 127 a již dále nepředpokládají, že rychlost přenosu dat je založena na užitečném zatížení IP paketů.¹⁶

Zpoždění a jeho kolísání

48. V případě zpoždění a jeho kolísání je nezbytné zvážit parametry kvality služby založené

¹⁵ V Pokynech se používá termín „rychlost přenosu dat“ místo „šířky pásma“, aby v případě bezdrátových sítí nedošlo k záměně „šířky pásma“ s významem „rychlost přenosu dat“ (např. 50 Mb/s) s „šířkou pásma“ ve významu rádiového spektra (např. 50 MHz).

¹⁶ Parametry kvality služby a rovněž rychlost přenosu dat pro downlink a uplink je nutno stanovit za obvyklých podmínek v době provozní špičky (viz kritéria 3 a 4, odstavec 19). Parametry rychlosti definované v Pokynech BEREC k provádění nařízení o otevřeném internetu (BoR (22) 81, s. 42-44) neodkazují na pojem „za obvyklých podmínek v době provozní špičky“, a proto je nelze v těchto Pokynech použít.

na IP (viz odstavec 45). Jednosměrné zpoždění je zpravidla obtížněji měřitelné než obousměrné zpoždění a z pohledu koncového uživatele je hlavním zájmem obousměrné zpoždění. Prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 proto vycházejí z obousměrného (tzv. round-trip) zpoždění IP paketů (RFC 2681) a kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393).¹⁷

Parametry související s chybovostí

49. V případě parametrů chybovosti byly brány v úvahu parametry založené na IP – chybovost IP paketů (Y.1540) a ztrátovost IP paketů (Y.1540). V první fázi výzvy k zaslání vstupu od zainteresovaných stran (viz kapitolu 4.6 odstavce 56 a 58) byla zúčastněným stranám výslovně položena otázka, zda jsou podle jejich názoru vhodnější jiné parametry související s chybovostí.
50. Několik zúčastněných stran navrhlo použít parametry kvality služby chybové sekundy (ES), vážené chybové sekundy (SES) a nedostupné sekundy (UAS). Tyto parametry kvality služby jsou však specifické pro přístupové sítě a nelze je uplatnit na celou komunikační síť. Vzhledem k tomu, že Kodex definuje síť s velmi vysokou kapacitou jako celou síť a nikoli pouze jako přístupovou síť (viz odstavec 46), tyto parametry kvality služby nebylo možné použít.
51. Kromě toho zúčastněné strany neposkytly jasnou informaci o tom, že jiné parametry kvality služby související s chybovostí jsou vhodnější. Proto jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 založeny na chybovosti IP paketů (Y.1540) a ztrátovosti IP paketů (Y.1540).¹⁸

Odolnost

52. V případě odolnosti byla brána v úvahu dostupnost IP služeb (Y.1540) a v první fázi výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran byla zúčastněným stranám výslovně položena otázka, zda je podle jejich názoru vhodnější jiný parametr odolnosti. Zúčastněné strany neposkytly jasnou informaci o tom, že je pro odolnost vhodnější jiný parametr. Proto jsou prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 založeny na dostupnosti IP služeb (Y.1540).
53. Dostupnost služby IP se vztahuje na časové období jednoho roku, nikoli pouze na dobu provozní špičky, jak je tomu v případě ostatních parametrů kvality služby a jak požaduje Kodex (čl. 2 odst. 2, viz odstavec 8). Důvodem je to, že parametry dostupnosti se obvykle vztahují k určitému časovému období (a nikoli pouze k době provozní špičky). V reakci na první fázi výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran (viz odstavec 56

¹⁷ To je v souladu se zprávou BEREK „Metodika hodnocení regulace síťové neutrality“ (BoR(17)178, kapitola 3.2, s. 9). V příloze X „Parametry kvality služby“ Kodex odkazuje na normu ITU-T Y.2617 ohledně parametrů latence (zpoždění) a jitter. Jedná se však o jednosměrné zpoždění a poměrně novou normu. Aby provozovatelé sítí mohli poskytnout údaje, bylo nutné použít normu, která se používá již mnoho let. Žádná ze zúčastněných stran nenavrhlala použití Y.2617 namísto RFC 2681 a/nebo RFC 3393.

¹⁸ V příloze X „Parametry kvality služby“ Kodex odkazuje na relativně novou normu ITU-T Y.2617, pokud jde o ztrátovost paketů. Aby provozovatelé sítí mohli poskytovat údaje, bylo nutné použít normu, která se používá již mnoho let. Žádná ze zúčastněných stran nenavrhlala použití Y.2617 namísto Y.1540. Norma Y.2617 nedefinuje chybovost paketů, a proto je pro chybovost IP paketů nutné používat normu ITU-T Y.1540. Protože by nebylo vhodné používat různé normy pro parametry související s chybovostí, musí být norma Y.1540 použita rovněž pro ztrátovost IP paketů.

a 58) zúčastněné strany zdůraznily, že potřebují znát časové období, na které se vztahuje dostupnost služby IP, jinak nejsou schopny údaje poskytnout. Aby tedy bylo možné sebrat dostatek údajů, bylo nutné definovat časové období a použít společné časové období jednoho roku.

Přenosová trasa QoS parametrů

54. Kodex požaduje, aby byla brána v úvahu celá síť (viz odstavec 46). Prahové hodnoty výkonnosti 1 a 2 se zaměřují více na přístupovou síť, protože základní síť jsou obvykle založeny na optických vláknech. To však nevylučuje, že by páteřní připojení (backhaul) a základní síť měly být navrženy v podmínkách kompatibilních s kvalitou služby přístupové sítě.
55. Z těchto důvodů se parametry kvality služby v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 vztahují k cestě od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), a v případě obousměrných parametrů (RTT) zpět ke koncovému uživateli.

4.6. Sběr dat

56. Sdružení BEREC zahájilo výzvu k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran ve třech fázích s cílem sebrat data nezbytná pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 na základě dotazníků. BEREC vítá všechny obdržené příspěvky a děkuje všem zúčastněným stranám za jejich připomínky.
57. Sdružení BEREC informovalo veřejnost o této výzvě k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran na veřejném slyšení k výsledkům 38. řádného plenárního zasedání BEREC dne 13. března 2019 v Bruselu a poslalo dokumenty „výzva k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran“ a dotazníky následujícím zúčastněným stranám:¹⁹
- a. provozovatelům sítí (zasílají vnitrostátní regulační orgány);
 - b. sdružením provozovatelů sítí na úrovni EU²⁰ a
 - c. největším dodavatelům zařízení pro pevné sítě založené na technologii G.fast²¹ a DOCSIS²² (atd.) a pro mobilní sítě.²³
58. V první fázi této výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran, která byla zahájena v březnu 2019, byly zúčastněné strany vyzvány, aby se vyjádřily k návrhům dotazníků. Na základě obdržených připomínek sdružení BEREC revidovalo dotazníky, v květnu 2019 zahájilo druhou fázi výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran a požádalo provozovatele a dodavatele sítí o vyplnění konečných

¹⁹ https://berec.europa.eu/eng/events/berec_events_2019/186-public-debriefing-on-outcomes-of-the-38th-berec-ordinary-meetings.

²⁰ ETNO, ECTA, FTTH Council Europe, Cable Europe, EuroISPA a GSMA.

²¹ Nokia, Huawei, Adtran, Calix, MVM Tel, Zyxcel.

²² Arris, Cisco, Casa Systems, Huawei, Harmonic, Sumavision, DEV Systemtechnik GmbH, Ascent Communication Technology Ltd.

²³ Nokia, Huawei, Ericsson, ZTE.

dotazníků (s výjimkou dotazníku FTTH). Aby se zabránilo přílišnému zatížení provozovatelů současně, byli provozovatelé sítí požádáni, aby vyplnili dotazník FTTH v samostatné, třetí fázi výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran po letním období na konci srpna roku 2019.

59. V souvislosti s aktualizací kritéria č. 4 (prahové hodnoty výkonnosti 2) BEREC požádal v květnu 2022 provozovatele mobilních sítí o vyplnění dotazníku pro provozovatele mobilních sítí 5G (který rozeslaly národní regulační úřady).
60. V příloze 2 jsou uvedeny informace o dotaznících použitých ke sběru dat a o počtu dotazníků obdržených od zúčastněných stran.

5. Uplatňování kritérií 1 až 4

61. Kritéria, která musí síť splňovat, aby mohla být považována za „síť s velmi vysokou kapacitou“ (viz odstavec 19), je třeba uplatňovat způsobem popsaným v této kapitole. Aby mohla být síť považována za síť s velmi vysokou kapacitou, stačí, aby ji vnitrostátní regulační orgán považoval za síť, která splňuje jedno ze čtyř kritérií, a nemusí tak splňovat více než jedno kritérium.

5.1. Uplatňování kritéria 1

62. Podle kritéria 1 (viz odstavec 19) může být jakákoli síť zajišťující pevné připojení považována za síť s velmi vysokou kapacitou, pokud je optické vlákno zavedeno minimálně až do budovy s více bytovými jednotkami, a nemusí splňovat další kritéria.
63. Kritérium 1 je například splněno v případě pevných sítí, kde je optické vlákno zavedeno až do budovy s více bytovými jednotkami nebo až do rodinného domu,²⁴ a tedy v případě přivedení optického vlákna do budovy (FTTB) a rovněž v případě přivedení optického vlákna do domácnosti (FTTH).
64. BEREC je toho názoru, že pokud je vlákno zavedeno až do budovy s více bytovými jednotkami, je žádoucí, aby technologie, které jsou instalovány uvnitř budovy, odpovídaly výkonnostnímu potenciálu FTTB, i když to není zákonný požadavek (viz odstavce 19 a 62).
65. Pevné sítě s optickým vláknem přivedeným až k uzlu (nikoli k budově), i když je k tomuto uzlu připojeno jen několik rodinných domů, kritérium 1 nesplňují. Takové sítě by však byly považovány za síť s velmi vysokou kapacitou, pokud splňují kritérium 3.

5.2. Uplatňování kritéria 2

66. Podle kritéria 2 (viz odstavec 18) může být jakákoli síť zajišťující bezdrátové připojení s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici považována za síť s velmi vysokou kapacitou a nemusí splňovat další kritéria.

²⁴ Nebo kanceláří a průmyslových budov.

67. Kritérium 2 se vztahuje na bezdrátové sítě, a proto toto kritérium splňují mobilní sítě s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici, ale také např. veřejná síť WLAN (WiFi) s optickým vláknem přivedeným až k přístupovému bodu.²⁵
68. BEREK je toho názoru, že v případě, že je vlákno přivedeno až k základnové stanici, je žádoucí, aby zavedené technologie bezdrátového přístupu odpovídaly výkonnostnímu potenciálu sítě s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici, i když to není zákonný požadavek (viz odstavce 19 a 66).

5.3. Uplatňování kritéria 3

69. Jakákoli síť, která zajišťuje pevné připojení a je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky poskytovat služby koncovým uživatelům s kvalitou služby definovanou prahovými hodnotami výkonnosti 1, může být považována za síť s velmi vysokou kapacitou (viz odstavec 19).
70. Aby mohla být síť považována za síť s velmi vysokou kapacitou, stačí, aby byla (bez dalších investic) schopna poskytovat službu, která splňuje prahové hodnoty výkonnosti 1. Není tedy nutné, aby síť takovou službu skutečně nabízela, ani aby všechny služby poskytované touto sítí splňovaly prahové hodnoty výkonnosti 1. Nicméně aby bylo možné určit, zda síť tyto schopnosti skutečně má, může vnitrostátní regulační orgán požadovat, aby byla v síti realizována testovací služba splňující prahové hodnoty výkonnosti 1 (viz odstavec 21a).
71. Oblast pokrytou sítí, která poskytuje pevné připojení, je třeba rozdělit do příslušných dílčích oblastí (např. budova s více bytovými jednotkami, skupina rodinných domů, oblast přístupového uzlu). U každé dílčí oblasti je třeba určit, zda jsou splněny prahové hodnoty výkonnosti 1.²⁶ Pokud některá dílčí oblast splňuje prahové hodnoty výkonnosti 1, pak lze část sítě, která pokrývá tuto dílčí oblast, považovat za síť s velmi vysokou kapacitou.
72. Dílčí oblast splňuje prahové hodnoty výkonnosti 1, pokud by se za obvyklých podmínek v době provozní špičky koncoví uživatelé²⁷ v této dílčí oblasti obvykle setkávali minimálně s kvalitou služby na úrovni prahových hodnot výkonnosti 1 v místě, kde účastnická přístupová linka končí v obytném prostoru (příčemž se nezahrnují omezení způsobená koncovým zařízením uživatele. Například v případě, že koncoví uživatelé v této dílčí oblasti měří rychlost přenosu dat služby pomocí testu rychlosti internetu v náhodném časovém okamžiku v době provozní špičky, naměřili by obvykle minimálně 1000 Mb/s pro downlink

²⁵ Přístupový bod WLAN (WiFi) je považován za základnovou stanici. Na druhou stranu, satelitní sítě jsou velmi odlišné od pozemních bezdrátových sítí, co se týče jejich vlastností a architektury, a nezdá se, že by u nich existoval ekvivalent konceptu základnové stanice, jak se používá u pozemních bezdrátových sítí. Proto není možné použít kritérium 2 na satelitní sítě. Satelitní sítě však lze považovat za síť s velmi vysokou kapacitou, pokud splňují kritérium 4.

²⁶ V případě, že provozovatel sítě (zatím) nenabízí službu, která splňuje prahové hodnoty výkonu 1, může být důkaz o tom, zda jsou splněny prahové hodnoty výkonu 1, založen např. na měřeních u testovacích služeb realizovaných v síti.

²⁷ Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat vykazované provozovateli by mohly být poskytovány koncovým uživatelům, kteří mají nyní předplacenou nejvyšší rychlost přenosu dat, jakou aktuálně provozovatel nabízí (viz odstavce 104f). Mělo by se proto také předpokládat, že danou kvalitu služby (např. rychlost přenosu dat) může za obvyklých podmínek v době špičky získat pouze tento podíl koncových uživatelů.

a 200 Mb/s pro uplink (na úrovni užitečného zatížení paketu) v případě, že vybavení prostor zákazníka neomezuje rychlost přenosu dat.

73. Kritérium 3 se uplatní na „*jakoukoli* síť zajišťující pevné připojení“, a proto platí technologicky neutrálně pro *všechny* sítě, které poskytují pevné připojení. Kritérium 3 proto platí například pro sítě s přístupovou sítí založenou na
- (obvykle) kroucené dvoulince a jakékoli technologii DSL (např. G.fast);
 - koaxiálním kabelu a jakékoli technologii DOCSIS (např. DOCSIS 3.1) a
 - kroucené dvoulince kategorie 5 nebo vyšší s jakoukoli technologií Ethernet (např. Gigabit Ethernet).
74. Jak je uvedeno v odstavci 23, „*bezdrátová* síť s velmi vysokou kapacitou“ (tj. síť, která splňuje buď kritérium 2 nebo kritérium 4, nebo obě), může splňovat také prahové hodnoty výkonnosti kritéria 3, a pokud je to tak, lze ji považovat za ekvivalent „*pevné* sítě s velmi vysokou kapacitou“.

5.4. Uplatňování kritéria 4

75. Jakoukoli síť, která zajišťuje bezdrátové připojení a je schopna za obvyklých podmínek v době provozní špičky poskytovat služby koncovým uživatelům s kvalitou služby definovanou prahovými hodnotami výkonnosti 2, lze považovat za síť s velmi vysokou kapacitou (viz odstavec 19).
76. Aby mohla být síť považována za síť s velmi vysokou kapacitou, stačí, aby byla (bez dalších investic) schopna poskytovat službu, která splňuje prahové hodnoty výkonnosti 2. Není tedy nutné, aby síť takovou službu skutečně nabízela, ani aby všechny služby poskytované touto sítí splňovaly prahové hodnoty výkonnosti 2. Nicméně, aby bylo možné určit, zda síť tyto schopnosti skutečně má, může vnitrostátní regulační orgán požadovat, aby byla v síti realizována testovací služba splňující prahové hodnoty výkonnosti 2 (viz odstavec 21a).
77. Oblast pokrytou sítí, která poskytuje bezdrátové připojení, je třeba rozdělit do příslušných dílčích oblastí (např. oblast pokrytí základnovou stanicí nebo skupinou základnových stanic). U každé dílčí oblasti je třeba určit, zda jsou splněny prahové hodnoty výkonnosti 2.²⁸ Pokud některá dílčí oblast splňuje prahové hodnoty výkonnosti 2, pak lze část sítě, která pokrývá tuto dílčí oblast, považovat za síť s velmi vysokou kapacitou.
78. Dílčí oblast splňuje prahové hodnoty výkonnosti 2, pokud by se za obvyklých podmínek v době provozní špičky koncoví uživatelé²⁹ setkali ve venkovních prostorách v průměru minimálně s kvalitou služby na úrovni prahových hodnot výkonnosti 2. Například v případě,

²⁸ V případě, že provozovatel sítě (zatím) nenabízí službu, která splňuje prahové hodnoty výkonu 2, může být důkaz o tom, zda jsou splněny prahové hodnoty výkonu 2, založen např. na měřeních u testovacích služeb realizovaných v síti.

²⁹ Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat vykazované provozovateli by mohly být poskytovány koncovým uživatelům, kteří mají nyní předplacenou nejvyšší rychlost přenosu dat, jakou aktuálně provozovatel nabízí (viz odstavce 104f). Mělo by se proto také předpokládat, že tuto kvalitu služby (např. rychlost přenosu dat) může za obvyklých podmínek v době provozní špičky získat pouze tento podíl koncových uživatelů.

že se rychlost dat v této dílčí oblasti měří v době provozní špičky pomocí tzv. drive testu, pak by průměrná naměřená hodnota rychlosti přenosu dat byla alespoň 350 Mb/s pro downlink a 50 Mb/s pro uplink (na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy) v případě, že mobilní vybavení použité při testování za jízdy dostatečně podporuje technologii používanou v bezdrátové síti.

79. Kritérium 4 se vztahuje na „*jakoukoli* síť zajišťující bezdrátové připojení“, a proto platí technologicky neutrálně pro *všechny* sítě, které poskytují bezdrátové připojení (např. mobilní sítě, veřejné sítě WLAN (WiFi), satelitní sítě).

Příloha č. 1: Články a body odůvodnění Kodexu, které se vztahují k sítím s velmi vysokou kapacitou

80. Tato příloha obsahuje přehled článků a také některých bodů odůvodnění Kodexu, kde je používán pojem „sítě s velmi vysokou kapacitou“.

Čl. 1

81. V čl. 1 se uvádí, že cílem směrnice je zavést vnitřní trh v oblasti sítí a služeb elektronických komunikací, který povede k zavedení a využívání sítí s velmi vysokou kapacitou, dosažení udržitelné hospodářské soutěže, interoperability služeb elektronických komunikací, přístupnosti a bezpečnosti sítí a služeb a k výhodám pro koncové uživatele.

Čl. 2

82. Čl. 2 definuje pojem síť s velmi vysokou kapacitou, jak je popsáno v kapitole 2.1.

83. 13. bod odůvodnění poskytuje další informace o definici pojmu „sítě s velmi vysokou kapacitou“ (viz kapitolu 2.1).

Čl. 3

84. Čl. 3 uvádí cíl podporovat připojení a přístup všech občanů a podniků Unie k sítím s velmi vysokou kapacitou, včetně pevných, mobilních a bezdrátových sítí, i k jejich využívání.

85. Ve 24. bodu odůvodnění je dále uvedeno, že „Pokrok při dosahování obecných cílů této směrnice by se měl opírat o spolehlivý systém soustavného hodnocení a referenčního srovnávání členských států ze strany Komise ohledně dostupnosti sítí s velmi vysokou kapacitou v případě všech významných sociálně ekonomických faktorů, jako jsou školy, dopravní uzly, významní poskytovatelé veřejných služeb a vysoce digitalizované podniky, dále dostupnosti plošného pokrytí sítěmi 5G v městských oblastech a podél hlavních pozemních komunikací a dostupnosti sítí elektronických komunikací, které jsou schopny zajistit připojení alespoň o rychlosti 100 Mb/s a umožňují jeho snadné navýšení na gigabitové rychlosti pro všechny domácnosti v každém členském státě. [...]“.

Čl. 22

86. Zeměpisné mapování může rovněž zahrnovat prognózu týkající se dosahu širokopásmových sítí včetně sítí s velmi vysokou kapacitou (čl. 22 odst. 1).

87. Orgány mohou určit oblast, kde žádný podnik ani veřejný orgán neplánuje zavést síť s velmi vysokou kapacitou, ani neplánuje významně modernizovat či rozšířit svoji síť na výkonnost o rychlosti stahování alespoň 100 Mb/s. Určené oblasti příslušné orgány zveřejní (čl. 22 odst. 2).

88. Orgány mohou vyzvat podniky a veřejné orgány, aby učinily prohlášení o svých záměrech budování sítí s velmi vysokou kapacitou v určených oblastech. Pokud na základě této výzvy některý podnik nebo veřejný orgán takový záměr oznámí, příslušný orgán může požádat ostatní podniky a veřejné orgány, aby učinily prohlášení o svých záměrech budovat v určené oblasti síť s velmi vysokou kapacitou nebo významně modernizovat či rozšířit své sítě na výkonnost o rychlosti stahování alespoň 100 Mb/s (čl. 22 odst. 3).

89. 62. bod odůvodnění k tomu poskytuje následující informace. Tyto průzkumy by měly zahrnovat „[...] jak budování sítí s velmi vysokou kapacitou, tak i významných modernizací nebo rozšíření stávajících sítí založených na měděném vedení, které nemusí ve všech ohledech odpovídat výkonnostním parametrům sítí s velmi vysokou kapacitou, jako je zavádění technologie FTTC (fibre-to-the-cabinet) ve spojení s aktivními technologiemi, jako je vektoring.“
90. V 63. bodu odůvodnění je dále uvedeno, že: „[...] Jestliže podnik nebo veřejný orgán oznámí záměr zavést v určité oblasti síť, vnitrostátní regulační orgán nebo jiný příslušný orgán by měl mít možnost od jiných podniků a veřejných orgánů požadovat, aby oznámily, zda v této oblasti hodlají zavést síť s velmi vysokou kapacitou nebo svoji síť významně zmodernizovat či rozšířit na výkonnost o rychlosti stahování alespoň 100 Mb/s. [...]“

Čl. 61

91. Vnitrostátní regulační orgány neuloží provozovateli působícímu výhradně na velkoobchodním trhu symetrické povinnosti za prvním soustředovacím bodem, pokud dává jakémukoli podniku za spravedlivých, nediskriminačních a přiměřených podmínek k dispozici realizovatelné a podobné alternativní prostředky pro spojení s koncovými uživateli prostřednictvím přístupu k síti s velmi vysokou kapacitou. Vnitrostátní regulační orgány mohou tuto výjimku rozšířit na další poskytovatele, kteří za spravedlivých, nediskriminačních a přiměřených podmínek nabízejí přístup k síti s velmi vysokou kapacitou (čl. 61 odst. 3 ve spojení s čl. 80).

Čl. 73

92. Vnitrostátní regulační orgány by při ukládání povinnosti přístupu k určitým síťovým prvkům a přiřazeným prostředkům a jejich využívání měly zohlednit mimo jiné rizika této investice se zvláštním ohledem na investice do sítí s velmi vysokou kapacitou a míru rizika spojenou s těmito sítěmi (čl. 73).

Čl. 74

93. Při určování toho, zda by byla vhodná povinnost regulace cen, vnitrostátní regulační orgány zohledňují potřebu podporovat hospodářskou soutěž a dlouhodobé zájmy koncových uživatelů související s budováním a využíváním sítí příští generace, a především sítí s velmi vysokou kapacitou (čl. 74).

Čl. 76

94. Čl. 76 se zabývá nakládáním s novými prvky sítí s velmi vysokou kapacitou z hlediska regulace a za určitých podmínek, souvisejících se společným investováním, předpokládá lehčí regulaci pro nové sítě s velmi vysokou kapacitou, sestávající z optických prvků a s dosahem až do prostor koncových uživatelů nebo k základnové stanici.
95. Je třeba poznamenat, že i když článek 76 obsahuje pojem sítě s velmi vysokou kapacitou ve svém nadpisu, ustanovení se vztahuje pouze na sítě s velmi vysokou kapacitou „sestavující z optických prvků a s dosahem až do prostor koncových uživatelů nebo k základnové stanici“ (čl. 76 odst. 1). Na sítě, které nesestávají z optických prvků s dosahem až do prostor koncových uživatelů nebo k základnové stanici, ale přesto jsou

schopné poskytovat podobné výkony, by se tedy ustanovení článku 76 nevztahovala. Prahové hodnoty výkonnosti, které Pokyny BEREC stanoví, proto nejsou pro čl. 76 relevantní.

Čl. 105

96. Maximální délky trvání smluvních závazků, které jsou podle čl. 105 odst. 1 omezeny na 24 měsíců, se nepoužijí na dobu trvání splátkové smlouvy, kde spotřebitel ve zvláštní smlouvě souhlasil se splátkovými platbami výhradně za zavedení fyzického připojení, zejména k sítím s velmi vysokou kapacitou podle čl. 105 odst. 2.

Příloha č. 2: Dotazníky

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

1. Dotazníky pro provozovatele sítí

98. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (viz odstavec 14c) vychází z pevných sítí s optickým vláknem zavedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a kabelové infrastruktury v budově, kde jsou zvažovány následující technologie (viz odstavce 30 a 37):
- G.fast na (obvykle) kroucené dvoulince³⁰ a
 - nejvyspělejší technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1) na koaxiálním kabelu (sdílené médium).
99. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 (viz odstavec 14d) vychází z parametrů mobilních sítí s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici (viz odstavec 31) a z nejpokročilejší technologie 5G pokud jde o agregovanou šířku pásma rádiového kanálu, MIMO,³¹ modulace atd. (viz odstavec 37c).
100. Proto byly údaje sebrány na základě následujících dotazníků:³²
- Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickým vláknem přivedeným do budovy (FTTB) a technologií G.fast na měděné kroucené dvoulince v budově (minimálně pilotní provoz / zkušební provoz v terénu),
 - Dotazník pro provozovatele hybridních opticko-koaxiálních (HFC) sítí s optickým vláknem přivedeným do budovy s technologií DOCSIS na síti koaxiálních kabelů v budově, a
 - Dotazník pro provozovatele mobilních sítí 5G.
101. Pouze pro referenční účely byly sebrány také údaje pomocí následujících dotazníků:
- Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickým vláknem přivedeným do budovy (FTTB) a technologií Ethernet na kroucené dvoulince kategorie 5 nebo vyšší v budově (viz přílohu č. 5, kapitolu 1) a
 - Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickým vláknem přivedeným do domácnosti (FTTH) (viz přílohu č. 5, kapitolu 2).

³⁰ Zvažována byla též technologie G.fast na koaxiálním vedení typu bod-bod v budově, tato infrastruktura je však v Evropě zavedena jen velmi zřídka a žádný provozovatel na tento dotazník neodpověděl.

³¹ Multiple-Input a Multiple-Output.

³² Údaje byly dále sebrány na základě dvou dalších dotazníků. (1) Dotazník pro provozovatele pevných sítí s optickým vláknem přivedeným do budovy (FTTB) a technologií G.fast na koaxiální síti v budově (minimálně pilotní provoz / zkušební provoz v terénu). Nicméně technologie G.fast na koaxiálním vedení typu bod-bod v budově je v Evropě zavedena jen velmi zřídka a žádný provozovatel na tento dotazník neodpověděl. (2) Dotazník pro provozovatele hybridních opticko-koaxiálních (HFC) sítí s optickým vláknem přivedeným k poslednímu zesilovači (FTTLA) a technologií DOCSIS na síti koaxiálních kabelů. Údaje sebrané pomocí tohoto dotazníku by byly použity jako přibližný odhad pro síť typu HFC s optickým vláknem zavedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na síti koaxiálních kabelů v budově (dotazník zmíněný v odstavci 100b). Protože však dostatečně vysoký počet provozovatelů vyplnil dotazník uvedený v odstavci 100b, nebylo to nutné.

102. Informace z těchto dotazníků se používají pouze pro referenční účely, protože Ethernet na kabelu kroucené dvoulinky v budově kategorie 5 nebo vyšší je ve většině zemí EU dostupný/používaný jen zřídka (viz odstavce 226 až 228) a FTTH představuje silnější požadavek na síť s velmi vysokou kapacitou, než je uvedeno v Kodexu (optické vlákno zavedené až do budovy s více bytovými jednotkami v případě pevných sítí, viz odstavec 17).

Hlavní otázka

103. Dotazníky mají stejnou strukturu a jsou plně analogické. Hlavní otázka zní „Jaká kvalita služby pro koncového uživatele je dosažitelná ve vaší síti založené na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami (v případě pevných sítí) / k základové stanici (v případě mobilních sítí) ... s ohledem na určité parametry kvality služby“. Jediný rozdíl je v tom, že každý dotazník položil tuto otázku pro jinou síť, tedy síť, která byla v dotazníku zvažována. Pro popis parametrů kvality služby viz kapitolu 4.5 výše v hlavní části dokumentu.

104. Tuto hlavní otázku je třeba zodpovědět pro dva různé scénáře a za určitých podmínek. V případě scénáře 1 jsou podmínky následující:

- a. za obvyklých podmínek v době provozní špičky,
- b. v případě služby s nejvyšší rychlostí přenosu dat (ve směru k uživateli (down) + od uživatele (up)), která je aktuálně poskytována v síti (síť zvažovaná v dotazníku),
- c. ostatní služby jsou poskytovány se stejnou kvalitou služby pro koncového uživatele, jako je tomu nyní,
- d. omezení kvality služby pro koncového uživatele způsobená CPE/ME³³ by neměla být brána v úvahu, a
- e. v případě mobilních sítí také: berte v úvahu pouze část vaší mobilní sítě s optickým kabelem přivedeným k základové stanici, nejpokročilejší technologii 5G, pokud jde o agregovanou šířku rádiového kanálu, MIMO, modulaci atd.

V případě scénáře 2 jsou podmínky stejné kromě bodu b, který zní:

- f. v případě služby s nejvyšší možnou rychlostí přenosu dat založené na nejpokročilejší zavedené technologii (nebo alespoň ve fázi zkušebního provozu v terénu) ve vaší síti (síť zvažovaná v dotazníku).³⁴ Tato služba je poskytována koncovým uživatelům, kteří mají aktuálně předplacenu službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat ze scénáře 1.³⁵

V případě 5G a scénáře 2 zůstává podmínka e stejná, protože se však berou v úvahu i zkušební provozy v terénu (viz bod f výše), může se jednat o jinou technologii 5G, technologii 5G použitou při zkušebním provozu v terénu.

105. Provozovatelé sítě byli požádáni, aby poskytli odhadované hodnoty dosažitelné kvality

³³ CPE znamená vybavení prostor zákazníka a ME znamená mobilní zařízení.

³⁴ Aby byl scénář 2 v porovnání se scénářem 1 jasnější, bylo při aktualizaci kritéria č. 4 v roce 2023 znění mírně upraveno, a to následovně: „Pro mobilní síť na bázi nejpokročilejší technologie 5G nasazené v pilotním provozu nebo do zkušebního provozu v terénu.“

³⁵ Koncoví uživatelé, kteří používají službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat (scénář 1) nyní místo toho dostávají službu s nejvyšší možnou rychlostí přenosu dat (scénář 2).

služby pro koncového uživatele³⁶ v době provozní špičky a poskytli obvyklé hodnoty (např. průměr, rozsah, žádné hodnoty „až“), protože kvalita služby pro koncového uživatele závisí na okolnostech jednotlivých koncových uživatelů (např. na délce přístupového média, kvalitě přístupového média, rušení a šumu). Provozovatelé sítí byli požádáni o poskytnutí těchto hodnot pro určité parametry kvality služby (viz kapitolu 4.5).

106. Hlavní otázkou byla tedy otázka obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat (a ostatních parametrů kvality služby) za výše uvedených podmínek (odstavec 104), tj. pro rychlost přenosu dat (a další parametry kvality služby), se kterou se koncový uživatel služby s nejvyšší aktuálně poskytovanou rychlostí dat (scénář 1) nebo nejvyšší možnou rychlostí dat (scénář 2) obvykle setkává v době provozní špičky,³⁷ pokud CPE/ME plně podporuje technologii v síti (bez omezení ze strany CPE/ME).
107. Hlavní rozdíl mezi scénářem 1 a 2 je následující. Scénář 1 bere v úvahu službu s nejvyšší rychlostí přenosu dat (ve směru k uživateli (down) + od uživatele (up)) aktuálně poskytovanou v síti. Provozovatel může také otestovat další vývoj přístupové technologie (např. přechod z technologie G.fast 106 MHz na technologii G.fast 212 MHz nebo z technologie DOCSIS 3.0 na technologii DOCSIS 3.1) ve zkušebním provozu v terénu nebo v rámci pilotního provozu. Pak by se jednalo o přístupovou technologii zvažovanou ve scénáři 2, přičemž hlavní otázka se týká odhadu, jak by se rychlost přenosu dat (a další parametry kvality služby) změnila ve srovnání se scénářem 1 (při zachování ostatních podmínek, jako je např. doba provozní špičky, žádná omezení ze strany CPE/ME atd.).

Vysvětlení hlavní otázky pro mobilní síť

108. V souvislosti s aktualizací kritéria č. 4 v roce 2023 byla v dotazníku podrobněji vysvětlena „dosažitelná rychlost přenosu dat“, neboť odpovědi provozovatelů mobilních sítí na dotazník z roku 2019 ukázaly, že toto vysvětlení je potřebné.

a. Dosažitelná rychlost přenosu dat je rychlost přenosu dat, kterou by koncový uživatel změřil pomocí testu rychlosti internetu. Prosim uveďte průměrnou hodnotu této rychlosti dat ve venkovním prostoru době provozní špičky a v oblasti pokrytí podle scénáře 1 / scénáře 2. Proto tato oblast zahrnuje nejen místa v blízkosti základnových stanic, ale také místa, která jsou vzdálenější, ale která jsou stále pokryta nejpokročilejšími technologiemi 5G pokud jde o agregovanou šířku rádiového kanálu, MIMO, modulaci atd. Nicméně, tato oblast by neměla být omezena pouze na jednu malou oblast pokrytou spektrem milimetrových vln (mmWave), či jen několik takových malých oblastí, protože oblast s mobilního pokrytí se obvykle neskládá pouze z takto malých oblastí. Kromě toho se použijí podmínky uvedené v odstavci 104a až 104e).

- (i) Pokud jsou například k dispozici měření z testů za jízdy, tak v případě scénáře 1 by odpovědí na otázku 2 byl průměr všech měřených rychlostí v době provozní špičky v oblasti s nejpokročilejšími technologiemi 5G, ne však omezený pouze na jednu malou oblast pokrytou spektrem milimetrových vln (mmWave), či jen několik takových malých oblastí, viz výše odstavec 108a. Kromě toho by měření měla být reprezentativní pro tuto oblast pokrytí. Dosažitelná rychlost přenosu dat neznamena maximální možnou (nebo maximální naměřenou) rychlost přenosu dat

³⁶ Pro mobilní síť 5G ve venkovních prostorách (outdoor).

³⁷ Např. pokud změří rychlost pomocí testu rychlosti internetu.

v buňce nebo v určité oblasti pokrytí (např. vybavení koncového uživatele / mobilní zařízení poblíž základnové stanice) a rovněž se nejedná o průměrnou rychlost přenosu dat v reálném provozu v síti v provozní špičce, která záleží na tom, jak koncoví uživatelé využívají služby.

109. Vzhledem k tomu, že v době sběru dat (květen až červen 2022, viz bod 59) provozovatelé mobilních sítí stále nasazovali 5G, je možné, že jejich nové sítě 5G ještě nebyly plně využívány. V následujících dvou letech se může zvýšit počet koncových uživatelů, kteří využívají služby 5G, a tím i zatížení 5G sítě, a proto se může snížit "dosažitelná rychlost přenosu dat". To by mohlo být (částečně) kompenzováno pokročilejšími technologiemi 5G (např. více spektra, více paralelních datových toků MIMO), kterou pak mohou nasadit provozovatelé mobilních sítí. Proto byli provozovatelé sítí 5G tázáni, zda očekávají, že se jimi uvedená "dosažitelná rychlost přenosu dat" v příštích dvou letech sníží, a pokud ano, přibližně v jakém rozsahu (5 % / 10 % / 15 % / 20 % / 30 % / jiná).

Doplňující otázky

110. Provozovatelé byli dále dotázáni, na jakých parametrech jsou jejich odpovědi na hlavní otázku založeny. Tyto další otázky závisí na zvažované technologii, a proto se v jednotlivých dotaznících mírně liší. Příklady jsou: na jaké přístupové technologii, jakém kmitočtovém spektru, s jakou modulací, jaký je počet kroucených dvoulinek na jednu službu koncovým uživatelům (např. 1, 2-bonded), jaký je počet koncových uživatelů v budově s více bytovými jednotkami, kteří sdílejí stejné koaxiální prostředky, nebo jaké jsou kategorie kroucené dvoulinky.
111. Další doplňující otázky se zaměřují hlavně na zkušenosti provozovatele sítě s technologiemi přístupu, ke které se hlavní otázka vztahuje:
- stav budování (zkušební provoz v terénu, pilotní zavedení, řádný provoz),
 - odkdy je technologie v síti zavedena,
 - počet koncových uživatelů, kterým jsou v současné době poskytovány služby založené na této technologii (v případě pevných sítí), a
 - počet základnových stanic, které jsou aktuálně propojeny optickými vlákny a jsou vybaveny touto technologií a pokrytí obyvatel těmito základnovými stanicemi (v případě mobilních sítí).

2. Počet vyplněných dotazníků

112. V Tabulka 1 je uveden přehled počtu obdržených dotazníků s rozdělením na jednotlivé druhy. Provozovatelé vyplnili 150 dotazníků pro pevné sítě a 86 (57 %) z nich bylo při analýze zohledněno. Dotazník pro provozovatele mobilních sítí 5G vyplnilo 44 provozovatelů sítí a 19 (43 %) dotazníků bylo zohledněno při analýze.

Tabulka 1: Počet vyplněných dotazníků podle typu

Typ dotazníku	Celkem	Zahrnuto do výsledků
Pevné síť s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a technologií G.fast na měděné kroucené dvoulince v budově	9	8
Hybridní opticko-koaxiální (HFC) síť s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově	25	19
Pevné síť s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budov	41	33
Dotazník pro poskytovatele pevných sítí s FTTH	75	26
Mobilní síť 5G	44/34 ³⁸	19
Celkem	194/184	105

Zdroj: BEREK

113. 64 dotazníků pro provozovatele pevné sítě nebylo zohledněno z následujících důvodů:

- a. v případě obou scénářů není používána pokročilejší technologie, ale místo toho „stará“ technologie (např. DOCSIS 1.1 a nikoli alespoň DOCSIS 3.0),
- b. provozovatel poskytl data pro technologii, která v jeho síti nebyla nikdy zavedena, a to ani v rámci zkušebního provozu v terénu ani v rámci pilotního zavedení ani v běžném provozu,
- c. v případě obou scénářů nebyla zodpovězena hlavní otázka ohledně dosažitelné rychlosti přenosu dat nebo je dosažitelná rychlost přenosu dat zjevně nepravděpodobná,³⁹
- d. podle odpovědí nesplňují podmínky otázky 2 (viz odstavec 104),
- e. hlavní otázka byla zodpovězena pouze pro scénář 1 a nikoli pro scénář 2, a
- f. odpovědi jsou nejasné.

114. 22 dotazníků pro provozovatele mobilních sítí 5G nebylo zohledněno z následujících důvodů:

- a. provozovatel (zatím) nebuduje mobilní síť 5G (6 provozovatelů),
- b. provozovatel informoval, že hlavní otázku (viz odstavce 103 a 108) není možné zodpovědět, protože tyto údaje nemá k dispozici (4 provozovatelé),
- c. podle odpovědí nesplňují podmínky otázky 2 (viz odstavec 104) (8 provozovatelů), nebo je provozovatel nepotvrdil (7 provozovatelů).

115. V Tabulka 2 je uveden přehled počtu přijatých vyplněných dotazníků pro pevné sítě podle

³⁸ Deset provozovatelů mobilních sítí vyplnilo dotazník, ale neposkytlo údaje o parametrech kvality služby (viz odstavec 114).

³⁹ V případě dvou odpovědí v dotazníku je dosažitelná rychlost přenosu dat u obou scénářů pouze 1,2/0,2 Mb/s nebo 1,14/0,11 Mb/s. V případě odpovědí na dotazník FTTH a PON je obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat vyšší nebo blízká celkové rychlosti přenosu dat (kapacitě) technologie PON.

jednotlivých zemí. 150 dotazníků pro pevné sítě vyplnili provozovatelé z 26 evropských zemí a při analýze bylo zohledněno 86 dotazníků provozovatelů z 21 evropských zemí.

Tabulka 2: Počet vyplněný dotazníků k pevným sítím podle států (zahrnuté/celkem)

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

* Čísla platná pro dotazník k Ethernetu na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší

Zdroj: BEREC

116. Bulharsko, Lotyšsko a Slovensko jsou zastoupeny poměrně silně. To je však omezeno pouze na jeden dotazník, konkrétně dotazník týkající se Ethernetu na kabelu kroucené dvoulinky kategorie 5 nebo vyšší v budově. Tento dotazník vyplnilo 41 provozovatelů a 21 (51 %) z nich byli provozovatelé z Bulharska (7), Lotyšska (7) a Slovenska (7). Tato technologie a infrastruktura instalovaná v budově není v EU příliš běžná, nicméně tyto tři země mohou být výjimkou.
117. V Tabulka 3 je uveden přehled počtu přijatých vyplněných dotazníků pro provozovatele mobilních sítí 5G podle jednotlivých zemí.
118. Dotazník pro mobilní sítě 5G vyplnilo 44 provozovatelů z 20 evropských zemí a při analýze byly zohledněny dotazníky 19 provozovatelů ze 13 evropských zemí.

Tabulka 3: Počet vyplněných dotazníků pro poskytovatele mobilních sítí podle států (zahrnuté/celkem³⁶)

Stát	Dotazník	Stát	Dotazník	Stát	Dotazník
Belgie	1/3	Kypr	0/1	Portugalsko	1/2
Bulharska	1/2	Litva	0/1	Rakousko	
Česko	1/1	Lotyšsko	1/3	Rumunsko	1/1
Dánsko	0/3	Lucembursko		Řecko	1/2
Estonsko	0/1	Maďarsko	0/2	Slovensko	
Finsko	3/3	Makedonie	0/1	Slovinsko	2/4
Francie		Malta	1/2	Španělsko	2/2
Chorvatsko	1/5	Německo	0/1	Švédsko	
Irsko		Nizozemsko			
Itálie	3/4	Polsko			

Zdroj: BEREC

3. Dotazníky pro dodavatele

119. Dodavatelé neprovozují sítě a nenabízejí služby elektronických komunikací, proto není možné klást dodavatelům stejnou hlavní otázku jako provozovatelům sítí (viz odstavce 103 až 108). Z tohoto důvodu se dotazníky pro dodavatele zaměřují na obecné informace a na přístupovou síť. Informace od dodavatelů slouží k lepšímu pochopení odpovědí provozovatelů sítí, avšak stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 a 2 na odpovědích dodavatelů přímo nezávisí.
120. Informace byly od dodavatelů sebrány na základě následujících dotazníků:
- Dotazník pro dodavatele zařízení pro pevné sítě s technologií G.fast, a
 - Dotazník pro dodavatele zařízení pro hybridní opticko-koaxiální sítě.
121. Dotazník pro dodavatele zařízení pro pevné sítě s technologií G.fast částečně vyplnili dva dodavatelé. Dotazník částečně vyplnil ještě další dodavatel, který však sdružení BEREC doporučuje, aby na základě jím poskytnutých informací o měření pokyny nestanovilo.
122. Dotazník pro dodavatele zařízení pro hybridní opticko-koaxiální sítě vyplnil jeden dodavatel a částečně ještě další dodavatel. Jiný dodavatel pak na otázky neodpověděl, ale poskytl některé základní informace o hybridních koaxiálních sítích.

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

123. V této příloze jsou stanoveny prahové hodnoty výkonnosti 1 (viz odstavec 16a) na základě údajů sebraných od provozovatelů pevných sítí (viz přílohu č. 2).
124. Pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 jsou zvažovány pevné sítě s optickým vláknem zavedeným až do budovy s více bytovými jednotkami, přístupová infrastruktura v budově na bázi měděného a koaxiálního vedení (viz odstavec 30) a použití následujících přístupových technologií (viz odstavce 37a a 37b):
- a. G.fast na (obvykle) kroucené dvoulince, a
 - b. nejpokročilejší technologie DOCSIS (např. DOCSIS 3.1) na koaxiálním vedení.
125. Prahové hodnoty výkonnosti 1 jsou stanoveny pro následující parametry kvality služby (viz kapitolu 4.5):
- a. rychlost přenosu dat pro downlink (Mb/s),
 - b. rychlost přenosu dat pro uplink (Mb/s),
 - c. chybovost IP paketů (Y.1540) (%),
 - d. ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%),
 - e. obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms),
 - f. kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393) (ms), a
 - g. dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok).
126. Prahové hodnoty výkonnosti 1 musí brát v úvahu kvalitu služby pro koncového uživatele, která je dosažitelná, a nikoli kvalitu služby pro koncového uživatele, která je aktuálně dosahována (viz odstavec 16a). Proto se stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 zaměřuje na scénář 2 (a nikoli na scénář 1) hlavní otázky v dotaznících (viz odstavce 104 a 107).
127. Sdružení BEREC obdrželo odpovědi na příslušné dotazníky od několika provozovatelů, a proto byl pro každý z výše uvedených parametrů kvality služby a. - g. obdržen určitý rozsah hodnot. Vzhledem k tomu, že by prahové hodnoty výkonnosti měly odrážet parametry, které jsou obvykle dosažitelné, použije se jako základ pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 medián těchto hodnot. Medián je vhodnější než aritmetický průměr, protože je odolnější vůči extrémním hodnotám. Maximum se nepoužívá, protože ho lze dosáhnout pouze za výjimečných okolností, a proto obvykle dosažitelné hodnoty neodráží.

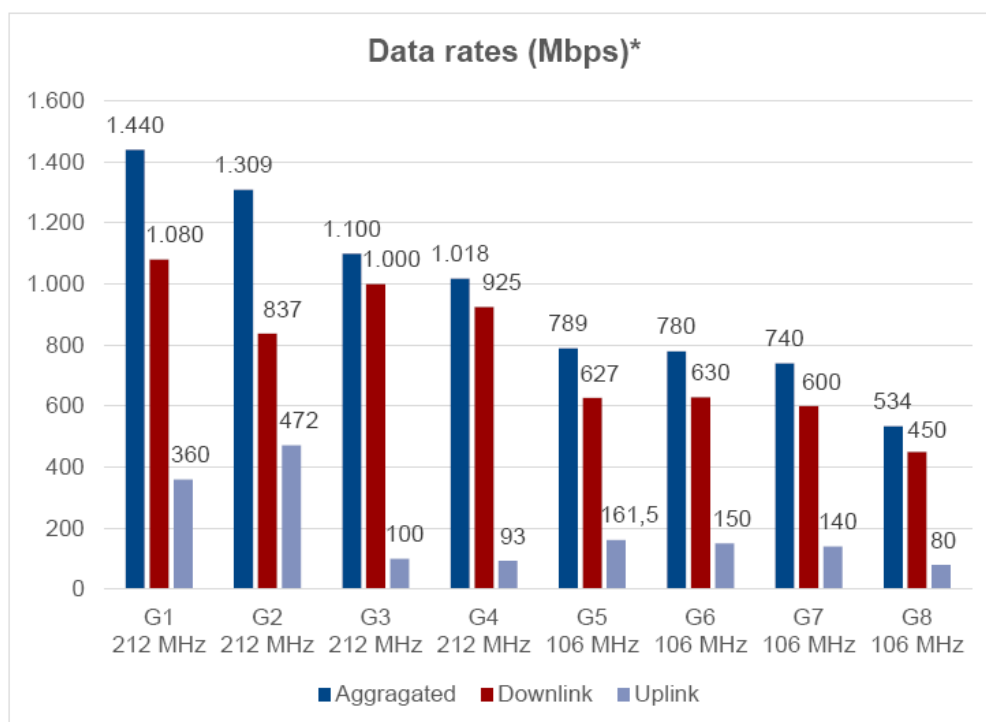
1. Rychlost přenosu dat pro downlink a uplink

128. V této kapitole je stanovena prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro downlink (směrem k uživateli) a prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro uplink (směrem od uživatele) v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 na základě pevných sítí se zavedením optického vlákna až do budovy s více bytovými jednotkami a dvěma zvažovanými přístupovými technologiemi (viz odstavec 124).

a. Pevné sítě s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a technologií G.fast na měděné kroucené dvoúlince v budově

129. Obrázek 1 znázorňuje obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami se zavedením technologie G.fast na kroucené dvoúlince v budově a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 pro scénář 2 a odstavec 126) podle odpovědí od osmi provozovatelů. Vzhledem k tomu, že jsou brány v úvahu dosažitelné rychlosti přenosu dat, předpokládá se, že technologie G.fast využívá celé spektrum (tj. rovněž spektrum VDSL) od 2,2 MHz. Uvedené rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketu (viz odstavec 47).
130. Jedná se o rychlosti přenosu dat, se kterými se koncový uživatel obvykle setkává v době provozní špičky, pokud jeho CPE plně podporuje technologii G.fast dané sítě (viz odstavec 106). Čtyři z těchto osmi provozovatelů využívají kmitočtové spektrum do 212 MHz, další čtyři je využívají do 106 MHz.

Obrázek 1: Obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a technologií G.fast na měděné kroucené dvoúlince v budově



*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketu

Poznámka: Počáteční frekvence obou profilů, 212 MHz a 106 MHz, je 2.2 MHz (s výjimkou poskytovatele G3 17.8 MHz) a všechny údaje jsou založené na jedné kroucené dvoúlince.

Zdroj: BEREC

131. V případě technologie G.fast je relevantní agregovaná rychlost přenosu dat (tj. součet rychlosti přenosu dat pro downlink a pro uplink), protože rychlost přenosu dat pro downlink a pro uplink je konfigurovatelná, ale součet obou nesmí překročit agregovanou rychlost

přenosu dat.

132. Na Obrázek 1 je ukázáno, že obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době provozní špičky jsou zřetelně vyšší v případě použití profilu 212 MHz než v případě použití profilu 106 MHz.
133. Vzhledem k tomu, že prahové hodnoty výkonnosti 1 musí být založeny na „nejlepší“ technologii s ohledem na dosažitelnou rychlost přenosu dat (viz odstavec 32), jsou pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 relevantní pouze rychlosti přenosu dat poskytované pro technologii G.fast s frekvencí 212 MHz.
134. V případě technologie G.fast 212 MHz (počáteční frekvence 2,2 MHz) se podle informací poskytnutých čtyřmi provozovateli dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době provozní špičky obvykle pohybují mezi 1018 Mb/s a 1440 Mb/s. Ve třech případech jsou tyto informace založeny na zkušenostech ze zkušebního provozu v terénu. Jeden provozovatel (G3) již nabízí produkt založený na technologii G.fast 212 MHz. Provozovatel G5 předpokládá, že produkty s rychlostí 1000/200 Mb/s budou na základě technologie G.fast 212 MHz možné, a vychází při tom ze zkušeností s touto technologií v laboratorním prostředí (dosud nebyla realizována ve zkušebním provozu v terénu).
135. V době sběru dat měla většina provozovatelů s technologií G.fast 212 MHz zkušenosti pouze ze zkušebního provozu v terénu nebo z laboratorních zkoušek, je však pravděpodobné, že se to během období, pro které jsou pokyny platné, změní.
136. Údaje poskytnuté dodavateli jsou podobné:
- a. Jeden dodavatel (V1) poskytl informace o rychlosti přenosu dat na agregované lince 1600 Mb/s naměřené v laboratorním prostředí za určitých podmínek⁴⁰ s technologií G.fast 212 MHz (počáteční frekvence 2,2 MHz) a o obecných cílových hodnotách pro technologii G.fast 212 MHz (počáteční frekvence 2,2 MHz) na základě společných požadavků na provozovatele sítí 1000/250 Mb/s (downlink/uplink).⁴¹
 - b. Další dodavatel (V2) naměřil rychlost přenosu dat na agregované lince 1328 Mb/s (1060 Mb/s směrem k uživateli, 268 Mb/s směrem od uživatele) v případě technologie G.fast 212 MHz při testu na základě určitého kabelu s kroucenou dvoulinkou.⁴²
137. Prahové hodnoty výkonnosti 1 jsou založeny na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 127) a medián obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat čtyř provozovatelů s technologií G.fast 212 MHz je 1 200 Mb/s. Rychlost přenosu dat pro downlink a pro uplink je konfigurovatelná (viz odstavec 131), a proto např. 1000 Mb/s pro downlink a 200 Mb/s pro uplink.

⁴⁰ Křížová čtyřka (star quad cable), průměr 0,5 mm, délka 100 m, rozpětí 3 dB.

⁴¹ Nebyly poskytnuty žádné další informace o těchto cílových hodnotách a společných požadavcích na síť.

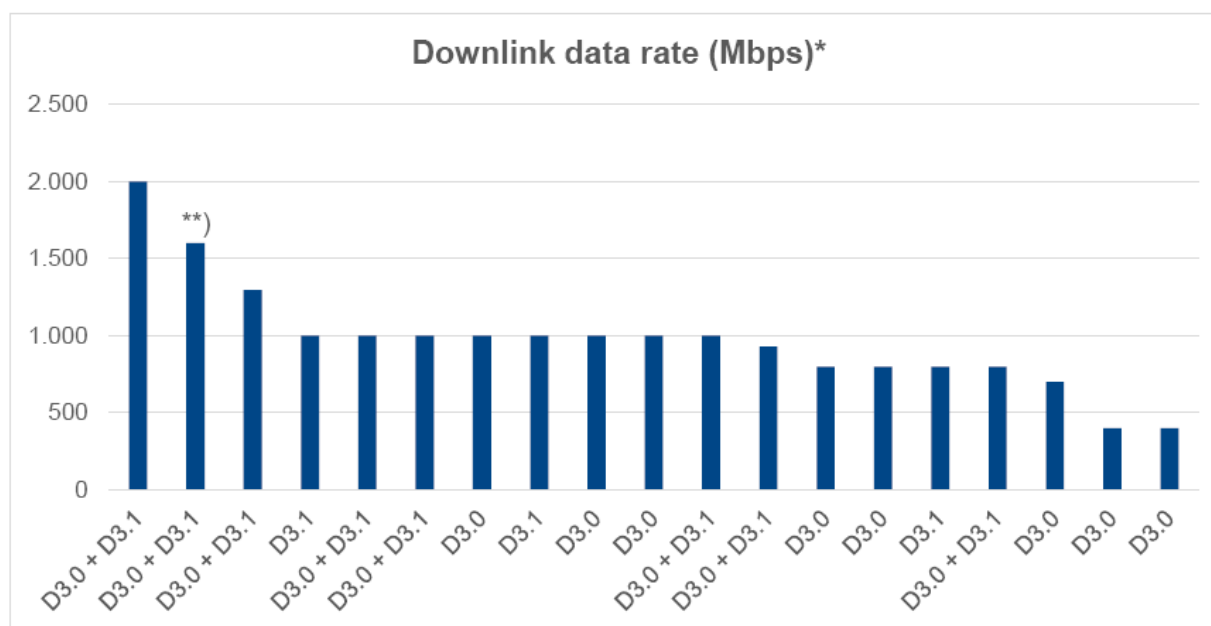
⁴² Kabel obsahující 200 dvoulinek určitého provozovatele sítě, průměr 0,5 mm a délka 100 m.

b. Hybridní opticko-koaxiální (HFC) sítě s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově

Rychlost přenosu dat pro downlink

138. Obrázek 2 a Tabulka 4 ukazují obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat pro downlink v době provozní špičky v hybridní opticko-koaxiální (HFC) síti s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 pro scénář 2 a odstavec 126) a podle odpovědí od 19 provozovatelů. Uvedené rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketu (viz odstavec 47).

Obrázek 2: Obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době špičky v HFC sítích s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově



*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketu.

**) 1,600 Mbps za dva roky podle inženýrského odhadu, 800 Mbps v současném zkušební provozu v terénu
Zdroj: BEREK

139. Jedná se o rychlosti přenosu dat, se kterými se koncový uživatel obvykle setkává v době provozní špičky, pokud jeho CPE plně podporuje technologii DOCSIS dané sítě (viz odstavec 106). Ve směru k uživateli používá 11 provozovatelů technologii DOCSIS 3.1, z nichž osm ve spojení⁴³ s DOCSIS 3.0, a dalších osm provozovatelů používá pouze DOCSIS 3.0.

140. Technologie DOCSIS 3.1 je dalším vývojovým stupněm technologie DOCSIS a je navržena tak, aby poskytovala vyšší rychlosti přenosu dat než technologie DOCSIS 3.0. Vzhledem k tomu, že prahové hodnoty výkonnosti 1 musí být založeny na „nejlepší“

⁴³ Například DOCSIS 3.1 i DOCSIS 3.0 slouží k poskytování služby (spojování kanálů).

technologii s ohledem na dosažitelnou rychlost přenosu dat (viz odstavec 32), jsou pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 relevantní pouze rychlosti přenosu dat uvedené pro technologii DOCSIS 3.1.

141. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat v době provozní špičky závisí nejen na technologii DOCSIS, ale také na mnoha dalších parametrech, jako například na spektru použitém pro technologii DOCSIS, velikosti koaxiální sítě z hlediska připojených koncových uživatelů, službách, které si koncoví uživatelé předplatili, chování uživatelů, pokud jde o to, jak intenzivně koncoví uživatelé služby využívají a do jaké míry zároveň tyto služby využívají v době provozní špičky. Lze proto očekávat určité kolísání v rychlosti přenosu dat, které je pravděpodobné.
142. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat pro downlink v době provozní špičky u 11 provozovatelů, kteří používají technologii DOCSIS 3.1 (někteří společně s technologií DOCSIS 3.0), se pohybuje v rozmezí od 800 Mb/s do 2000 Mb/s.
143. Prahové hodnoty výkonnosti 1 jsou založeny na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 128) a medián obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat pro downlink u 11 provozovatelů, kteří používají technologii DOCSIS 3.1, je 1000 Mb/s.

Tabulka 4: Obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v HFC sítích s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově

Po.	Rychlost přenosu (Mb/s)*		DOCSIS		Po.	Rychlost přenosu (Mb/s)*		DOCSIS	
	Down	Up	Down	Up		Down	Up	Down	Up
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					

*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketu, **) 1,600 Mbps za dva roky podle on inženýrském odhadu, 800 Mbps v současném zkušební provozu v terénu

Zdroj: BEREC

144. V Tabulka 5 je uvedena celková kapacita koaxiální sítě pro downlink na základě technologie DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0 podle informací od dodavatelů. Celková kapacita pro downlink je sdílena všemi koncovými uživateli v budově s více bytovými jednotkami, kteří sdílejí stejné koaxiální prostředky. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat produktu s nejvyšší rychlostí přenosu dat je proto výrazně nižší (např. přibližně poloviční). Ukazuje to, že údaje dodavatelů do značné míry odpovídají údajům provozovatelů sítí.

DOCSIS 3.0.

147. Pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 jsou relevantní pouze rychlosti přenosu dat uváděné pro technologii DOCSIS 3.1 (viz odstavec 140) a lze očekávat určité kolísání v rychlosti přenosu dat, které je pravděpodobné (viz odstavec 141).
148. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat pro uplink v době provozní špičky u šesti provozovatelů, kteří používají technologii DOCSIS 3.1 (někteří společně s technologií DOCSIS 3.0) ve směru od uživatele, se pohybuje v rozmezí od 100 Mb/s do 750 Mb/s.
149. Prahové hodnoty výkonnosti 1 jsou založeny na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 128) a medián obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat pro uplink je 160 Mb/s.⁴⁵
150. Tabulka 6 uvádí celkovou kapacitu pro uplink koaxiální sítě založené na technologii DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0 podle informací od dodavatelů. Celková kapacita pro uplink je sdílena všemi koncovými uživateli v budově s více bytovými jednotkami, kteří sdílejí stejné koaxiální prostředky. Obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat produktu s nejvyšší rychlostí přenosu dat je výrazně nižší (např. přibližně poloviční), protože je sdílena mezi koncovými uživateli v budově s více bytovými jednotkami, kteří sdílejí stejné koaxiální prostředky (viz odstavec 144). Údaje dodavatelů proto do značné míry odpovídají údajům provozovatelů sítí.

Tabulka 6: Celková kapacita pro uplink koaxiální sítě založené na technologii DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1

DOCSIS	Spektrum DOCSIS	Celková kapacita uplinku (Mb/s)	Dodavatel
DOCSIS 3.0	4 kanálů, každý 6.4 MHz = 25.6 MHz	120	V2, V3
DOCSIS 3.0	8 kanálů, každý 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: BEREK

c. Stanovení prahových hodnot rychlosti přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1

151. Prahové hodnoty výkonnosti 1 musí být stanoveny na základě „nejlepší“ technologie s ohledem na dosažitelnou kvalitu služby pro koncového uživatele se zaměřením v maximální možné míře na technologie, které budou v sítích zavedeny od roku 2021, kdy tyto Pokyny vstoupí v platnost (viz odstavce 32 a 33).
152. Proto jsou pro stanovení prahových hodnot rychlosti přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 zvažovány následující technologie:
- G.fast 212 MHz na kroucené dvoulince v budově (viz odstavec 132), a
 - DOCSIS 3.1 na koaxiální síti v budově (viz odstavec 140).

⁴⁵ Zaokrouhlená hodnota.

153. V případě technologie G.fast 212 MHz je obvykle dosažitelná agregovaná rychlost přenosu dat v době provozní špičky, která je relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1, 1200 Mb/s (viz odstavec 137). V případě technologie DOCSIS 3.1 je obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat pro downlink a uplink v době provozní špičky, která je relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1, 1000 Mb/s ve směru k uživateli (downlink) a 160 Mb/s ve směru od uživatele (uplink) (viz odstavce 143 a 149), tj. agregovaná rychlost přenosu dat 1160 Mb/s.
154. Agregovaná rychlost přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 musí být založena na *dosažitelné* agregované rychlosti přenosu dat (viz odstavec 16a), a proto tedy na technologii G.fast 212 MHz, kde je agregovaná rychlost přenosu dat o něco vyšší než v případě DOCSIS 3.1. Z tohoto důvodu je prahová hodnota agregované rychlosti přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 1200 Mb/s.
155. V případě technologie G.fast jsou rychlosti přenosu dat pro downlink a uplink konfigurovatelné, pokud součet nepřekročí agregovanou rychlost přenosu dat (viz odstavec 131). V případě většiny provozovatelů technologie G.fast 212 MHz a rovněž v případě mnoha provozovatelů technologie DOCSIS 3.1 je obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat pro downlink v době provozní špičky 1000 Mb/s. Proto je **prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro downlink v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 1000 Mb/s a prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro uplink v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 na 200 Mb/s.**
156. Prahové hodnoty rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení paketu (viz odstavce 43 až 47) a v bodě, kde pevná přístupová účastnická linka (např. kroucená dvoulinka, koaxiální kabel) končí v obytném prostoru koncového uživatele.
157. Pevné sítě s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a technologií G.fast 212 MHz na kroucené dvoulince v rámci budovy nebo technologií DOCSIS 3.1 na koaxiální síti v budově jsou považovány za síť s velmi vysokou kapacitou, protože optické vlákno je přivedeno až do budovy s více bytovými jednotkami (viz odstavec 19) a nemusí splňovat prahové hodnoty rychlosti přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1.

2. Další parametry kvality služby

158. V této kapitole jsou stanoveny prahové hodnoty dalších parametrů kvality služby v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 (viz odstavce 125c až 125g).
159. Prahová hodnota agregované rychlosti přenosu dat v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 (1200 Mb/s) je definována na základě technologie G.fast 212 MHz (viz odstavec 154). Pouze velmi málo provozovatelů technologie G.fast 212 MHz, pokud vůbec nějakí, poskytlo data týkající se dalších parametrů kvality služby.
160. Agregovaná rychlost přenosu dat technologie DOCSIS 3.1 relevantní pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (1160 Mb/s) je jen o něco nižší (viz odstavec 153). Aby se rozšířila datová základna, jsou další parametry kvality služby prahových hodnot výkonnosti 1 definovány na základě jak technologie G.fast 212 MHz, tak technologie DOCSIS 3.1.
161. Ne všichni provozovatelé sítí, kteří poskytli údaje pro rychlosti přenosu dat, byli schopni poskytnout také údaje pro další parametry kvality služby. V reakci na první fázi výzvy k

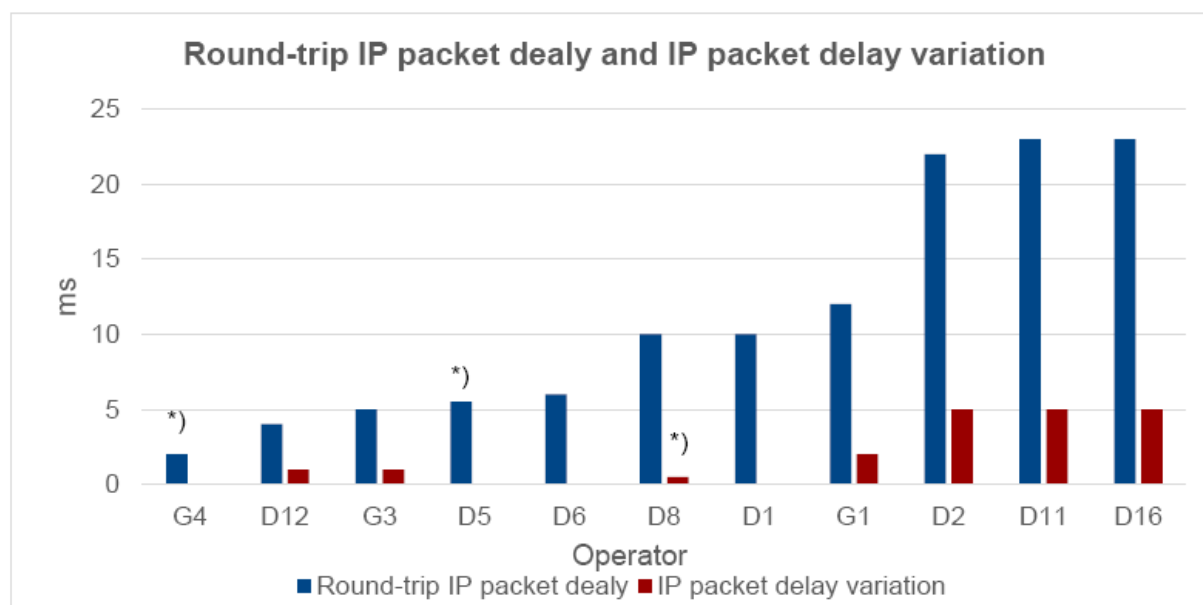
počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran (viz odstavce 56 a 58) provozovatelé sítí uvedli, že poskytují služby koncovým uživatelům bez jakékoli dohody o úrovni služeb (SLA), a proto nemonitorují ani nemají data pro další parametry kvality služby. Kodex nicméně požaduje, aby Pokyny definovaly prahové hodnoty rovněž pro další parametry kvality služby (viz odstavce 1 a 7). S cílem umožnit co největšímu počtu provozovatelů poskytnout údaje pro další parametry kvality služby, předpokládají závěrečné dotazníky také možnost poskytnout odhadované hodnoty parametrů kvality služby.

162. Všechny parametry kvality služby analyzované v této kapitole se vztahují k cestě od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), a v případě obousměrných parametrů (RTT) zpět ke koncovému uživateli (viz odstavec 55).

a. Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů

163. Obrázek 4 a Tabulka 7 uvádějí obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na optickém vlákne zavedeném do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 u scénáře 2 a odstavec 127) na základě odpovědí od 11 provozovatelů.

Obrázek 4: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na optickém vlákne zavedeném do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy



*) Rozsah (viz Tabulka 7)
Zdroj: BEREC

164. Obousměrné zpoždění IP paketů je způsobeno hlavně dobou, kterou uzly na cestě potřebují ke zpracování datového toku (zpoždění zpracování uzlu a řazení do fronty), a

dobou, kterou potřebuje přenos dat z jednoho uzlu do dalšího uzlu (zpoždění šíření).⁴⁶ Zpracování datového toku je např. specifické pro přístupovou síť v případě přístupového uzlu (DPU v případě technologie G.fast, CMTS v případě technologie DOCSIS) a společné předávání toku dat v případě např. ethernetových prepínačů a IP routerů.

165. Obousměrné zpoždění IP paketů proto závisí na dimenzování síťových uzlů a na vzdálenosti, na kterou musí být signál přenášen (od koncového uživatele po místo předání a zpět ke koncovému uživateli, viz odstavec 163). Z těchto důvodů lze určité kolísání zpoždění IP paketů očekávat a je pravděpodobné.

166. Na vzdálenost 100 km potřebuje přenos dat přibližně 0,5 ms, a proto se obousměrné zpoždění IP paketů s každým 100 kilometrů zvyšuje přibližně o 1 ms.⁴⁷

Tabulka 7: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na optickém vlákně zavedeném do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy

Poskytovatel	Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)	Kolísání zpoždění IP paketů (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
<i>Medián</i>	<i>10</i>	<i>2</i>

Zdroj: BEREK

167. Kolísání zpoždění IP paketů je měřítkem pro varianci zpoždění paketů IP a je způsobeno hlavně zpracováním toku dat v síťových uzlech (zpoždění zpracování uzlu a řazení do fronty), a proto závisí také na dimenzování síťových uzlů.

168. Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů se pohybuje mezi méně než 4 ms a 23 ms a medián je 10 ms. Obvykle dosažitelné kolísání zpoždění IP paketů se pohybuje mezi méně než 1 ms a 5 ms a medián je 2 ms.

169. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 vychází z mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 127). Proto je **prahová hodnota obousměrného zpoždění IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 10 ms a prahová hodnota kolísání zpoždění IP paketů na 2 ms.**

170. V případě zvlášť velkých vzdáleností (např. několik stovek kilometrů) mezi koncovým

⁴⁶ Viz ITU-T Y.2617 (06/2016), kapitola 6.1, s. 3. Další typ zpoždění, takzvané serializační zpoždění (serialisation delay), je v případě vysoké rychlosti přenosu dat zanedbatelné. Například v případě, že standardní ethernetový rámec (velikosti 1526 bytů) je přenášen rychlostí přenosu dat 1 Gb/s, je toto zpoždění pouhých 0,012 ms.

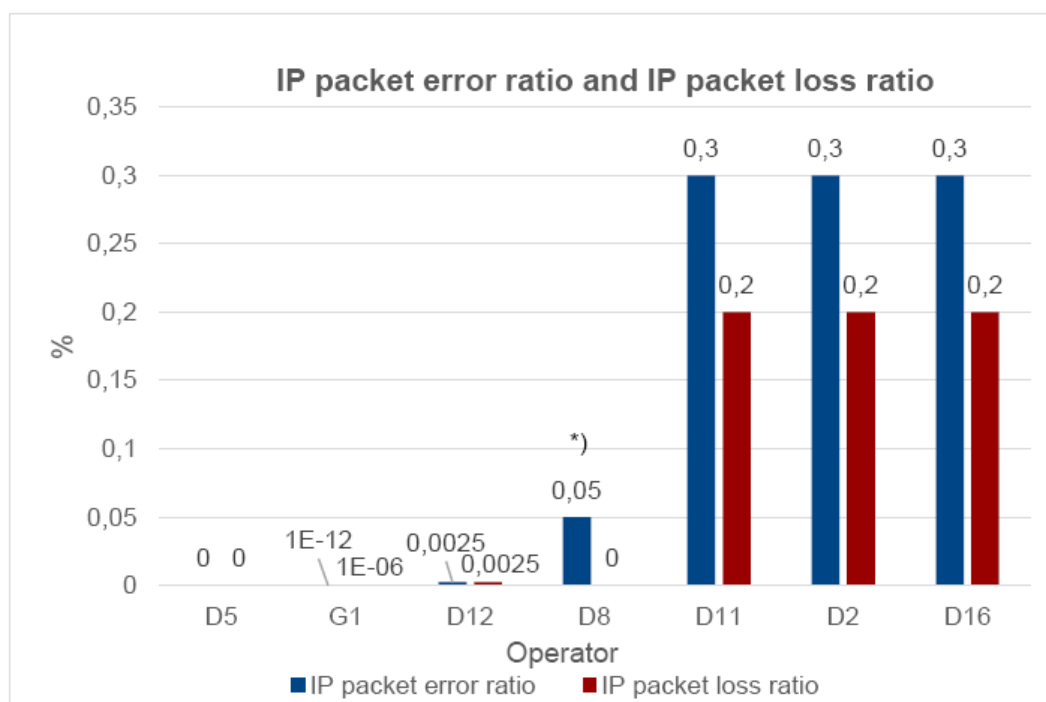
⁴⁷ Viz <http://www.m2optics.com/blog/bid/70587/Calculating-Optical-Fiber-Latency>.

uživatelé a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), se prahová hodnota obousměrného zpoždění IP paketů zvyšuje za každých 100 km o 1 ms (viz odstavec 166).

b. Chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů

171. Obrázek 5 a Tabulka 8 uvádějí obvykle dosažitelnou chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2 a odstavec 127) podle odpovědí od sedmi provozovatelů.

Obrázek 5: Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy



*) Rozsah (viz Tabulka 8)

Zdroj: BEREC

172. Při řazení do fronty a zpracování toku dat může dojít ke ztrátě IP paketů v síťových uzlech. Toto zpracování a dále přenos IP paketů mohou vést také k chybám IP paketů. Ztrátovost IP paketů, tj. poměr počtu ztracených IP paketů k počtu přenesených IP paketů, proto závisí na dimenzování síťových uzlů, zatímco na druhé straně chybovost IP paketů, tj. poměr počtu chybných IP paketů k součtu bezchybných a chybných IP paketů, závisí na kvalitě zpracování a přenosu.

173. Z těchto důvodů lze určitě kolísání ztrátovosti IP paketů a chybovosti IP paketů očekávat a je pravděpodobné.

174. Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů se pohybuje v rozmezí od 0 %⁴⁸ do 0,3 % a medián je 0,05 %. Obvykle dosažitelná ztrátovost IP paketů se pohybuje v rozmezí od 0 % do 0,2 % a medián je 0,0025 %.

Tabulka 8: Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy

Poskytovatel	Chybovost IP paketů (Y.1540) (%)	Ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%)
D5	0 ₄₅	0 ₄₅
G1	10E-12	10E-6
D12	0.0025	0.0025
D8	<0.1	0 ₄₅
D11	0.3	0.2
D2	0.3	0.2
D16	0.3	0.2
<i>Medián</i>	<i>0.05</i>	<i>0.0025</i>

Zdroj: BEREC

175. Co se týče koaxiální přístupové sítě, tak chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů se podle následujících informací od dodavatelů zdají být poměrně nízké.

- (i) Jeden dodavatel (V4) uvedl, že většina provozovatelů obvykle provozuje své sítě s technologií DOCSIS nad oblastí generující chyby. Spolu se samoopravným kódem (forward error correction) integrovaným v technologii DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1 to obvykle znamená, že pro normální provoz obvykle neexistují detekovatelné chyby, zejména při typických úrovních zatížení provozních kanálů, na kterých pracuje většina poskytovatelů HFC sítí.
- (ii) Nejnižší obvykle dosažitelná chybovost IP paketů v době provozní špičky je podle dvou dodavatelů (V2, V3) méně než 10E-6 % a nejnižší obvykle dosažitelná ztrátovost IP paketů v době provozní špičky je podle jednoho dodavatele (V2) méně než 10E-6 % a podle jiného dodavatele (V3) méně než 10E-3 %.

176. Jeden dodavatel (V2) poskytl naměřená data pro chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů na přístupové síti s technologií G.fast 212 MHz založené na určitém kabelu s kroucenou dvoulinkou.⁴⁹ Podle těchto měření je chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky 10E-5 %.

177. To ukazuje, že přístupová síť nemusí nutně silně přispívat k chybovosti IP paketů a ztrátovosti IP paketů hlášeným provozovateli sítí, které se vztahují nejen na přístupovou síť, ale spíše na cestu od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (viz odstavce 55 a 162).

178. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 je založeno na mediánu hodnot hlášených

⁴⁸ Odhady dosažitelné chybovosti IP paketů a ztrátovosti IP paketů byly možné (viz odstavec 162) a hodnota 0 % může být odhadem pro hodnotu velmi blízkou 0 %.

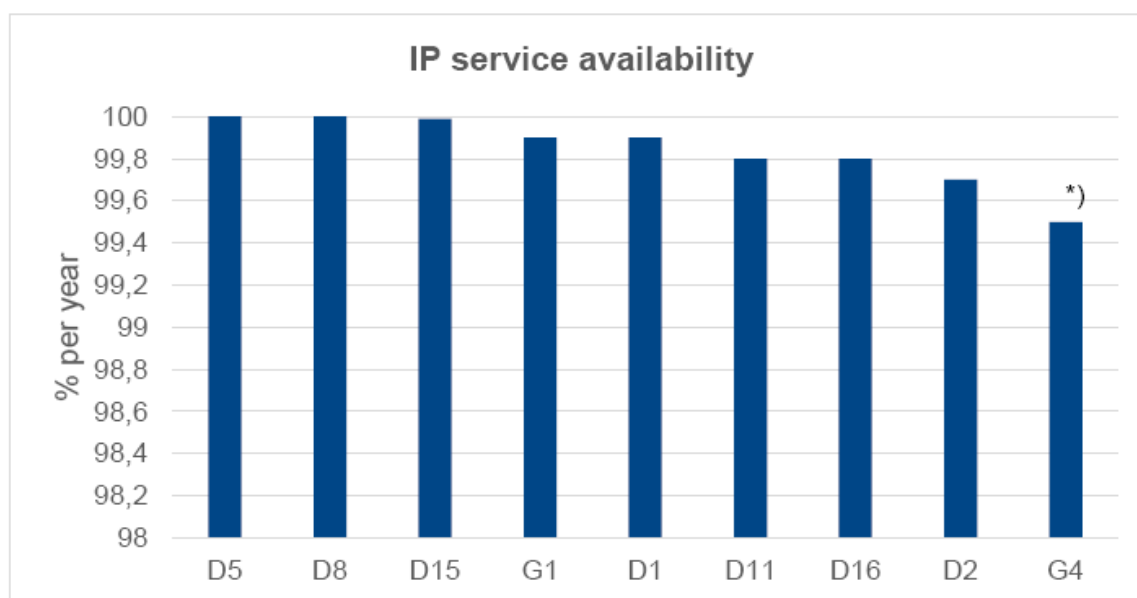
⁴⁹ Kabel s 200 dvoulinkami, průměr 0,5 mm, délka 100 m.

provozovateli sítí (viz odstavec 127, Tabulka 8). Proto je **prahová hodnota chybovosti IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 0,05 % a prahová hodnota ztrátovosti IP paketů na 0,0025 %.**

c. Dostupnost služby IP

179. Obrázek 6 a Tabulka 9 uvádějí obvykle dosažitelnou dostupnost služby IP v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na vnitřní infrastruktuře v budově a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2 a odstavec 126) na základě odpovědí od devíti provozovatelů.

Obrázek 6: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na vnitřní infrastruktuře



*) Rozsah (viz Tabulka 9)
Zdroj: BEREC

180. Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP (tj. poměr času, kdy je služba IP dostupná, k celkovému plánovanému času služby IP) se pohybuje v rozmezí od více než 99 % do 100 %⁵⁰ za rok a medián je 99,9 % za rok.

181. Jeden dodavatel (V3) uvedl, že v koaxiální přístupové síti založené na technologii DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0 je nejvyšší obvykle dosažitelná dostupnost služby IP 99,99 % za rok. To ukazuje, že i v případě dostupnosti služby IP nemusí přístupová síť nutně významně přispívat k hodnotám uváděným provozovateli sítí, které se vztahují nejen na přístupovou síť, ale i na cestu od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (viz odstavce 55 a 162).

⁵⁰ Odhady dosažitelné dostupnosti služby IP byly možné (viz odstavec 162) a hodnota 100 % může být odhadem pro hodnotu velmi blízkou 100 %.

Tabulka 9: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na vnitřní infrastruktuře

Poskytovatel	Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)
D5	100 ⁵⁰
D8	100Chyba! Záložka není d
D15	99.99
G1	99.9
D1	99.9
D11	99.8
D16	99.8
D2	99.7
G4	>99
<i>Medián</i>	99.9

Zdroj: BEREC

182. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 vychází z mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz odstavec 127, Tabulka 9). Proto je **prahová hodnota dostupnosti služby IP v rámci prahových hodnot výkonnosti 1 stanovena na 99,9 % za rok.**

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

183. V této příloze jsou stanoveny prahové hodnoty výkonnosti 2 (viz odstavec 16b) na základě údajů sebraných od provozovatelů mobilních sítí (viz přílohu č. 2).
184. Stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 vychází z mobilních sítí s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici (viz odstavec 31) a použití nejpokročilejší technologie 5G z hlediska agregované šířky pásma rádiového kanálu, MIMO, modulace atd. (viz odstavec 37c).
185. Prahové hodnoty výkonnosti 2 jsou stejně jako prahové hodnoty výkonnosti 1 stanoveny pro následující parametry kvality služby (viz kapitolu 4.5):
- a. rychlost přenosu dat pro downlink (Mb/s),
 - b. rychlost přenosu dat pro uplink (Mb/s),
 - c. chybovost IP paketů (Y.1540) (%),
 - d. ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%),
 - e. obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms),
 - f. kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393) (ms), a
 - g. dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok).
186. Prahové hodnoty výkonnosti 2 musí brát v úvahu kvalitu služby pro koncového uživatele, jaká je dosažitelná, a nikoli kvalitu služby pro koncového uživatele, která je aktuálně dosahována (viz odstavec 16b). Proto by se stanovení prahových hodnot výkonnosti 2 mělo v zásadě zaměřit na scénář 2 hlavní otázky v dotaznících (viz odstavce 104 a 107). Nicméně, protože provozovatelé mobilní sítí 5G začali ve svých sítích budovat technologii 5G kolem roku 2020, byla nejpokročilejší technologie 5G podle scénáře 1 v době sběru údajů (květen až červen 2022, viz odstavec 59) velmi nová. Proto jen několik z 19 provozovatelů mobilních sítí 5G, jejichž odpovědi na dotazník byly zohledněny (viz odstavce 112 a 118), uvedlo údaje pro scénář 2 a většina z nich uvedla údaje pouze pro scénář 1, protože v té době zřejmě nepotřebovali provádět další testy v terénu. Z těchto důvodů se analýza zakládá z většiny na scénáři 1.
187. BEREC obdržel odpovědi na relevantní otázky od několika provozovatelů, a proto je výše uváděna celá škála hodnot pro každý parametr kvality služby. Protože by prahové hodnoty výkonnosti měly odrážet parametry, kterých je typicky možno dosáhnout, medián těchto hodnot je použit jako základ pro určení prahové hodnoty výkonnosti 2. Medián je pro svou větší odolnost vůči extrémním hodnotám vhodnější než aritmetický průměr. Maximální hodnota se nepoužívá, protože může být dosažitelná pouze za výjimečných okolností, a tudíž neodráží obvykle dosažitelné hodnoty.

1. Rychlost přenosu dat pro downlink a uplink

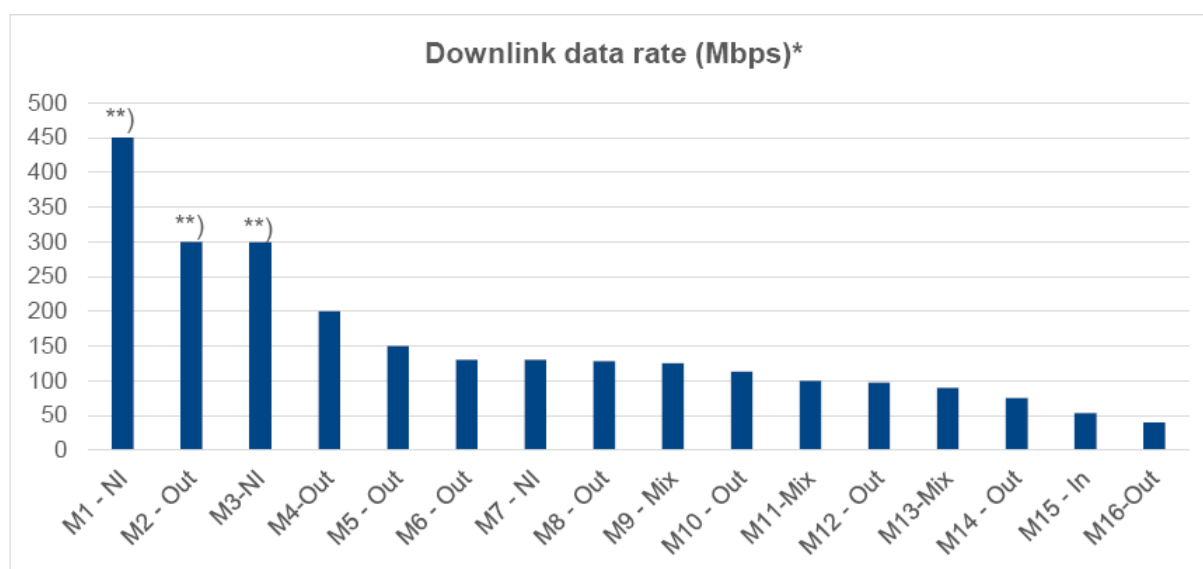
188. V této kapitole je stanovena prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro downlink a prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro uplink v rámci prahových hodnot výkonnosti 2

na základě mobilních sítí s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici nejpokročilejší technologie 5G z hlediska agregované šířky pásma rádiového kanálu, MIMO, modulace atd. (viz odstavec 184).

Rychlost přenosu dat pro downlink

189. Obrázek 7 a Tabulka 10 uvádějí průměrnou hodnotu dosažitelných rychlostí přenosu dat pro downlink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104) na základě odpovědí od 19 provozovatelů. Dosažitelná rychlost přenosu dat pro downlink ve venkovním prostředí (směrem k uživateli) je rychlost přenosu dat, kterou by koncový uživatel měřil například testem rychlosti internetu, a průměrná hodnota zohledňuje měření v době provozní špičky a v celé oblasti pokrytí nejpokročilejší technologií 5G (z hlediska agregovaného spektra, pořadí MIMO, modulace atd., viz odstavce 99 a 108). Uváděné rychlosti přenosu dat pro downlink jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy (viz odstavec 47).

Obrázek 7: Průměrná hodnota dosažitelných rychlostí přenosu dat pro downlink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti



*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy
Zdroj: BEREK

Tabulka 10: Průměrná hodnota dosažitelných rychlostí přenosu dat pro downlink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologii 5G používanou v této síti

Provozovatel	Průměrná rychlost dat (Mbps)*		Agregovaná šířka pásma rádiového kanálu pro downlink (MHz)			MIMO downlink	
	Downlink	Uplink	5G Low band	5G Mid band	5G+4G Total	5G Low band	5G Mid band
M1	1.000	150	20	100	220	2x4	64x64
M2	660	60	10	100	175	2x2	4x4
M3	640	75		100	150		64x64
M4	600	100-120		65	130		4x4, 32x32
M5	600	50		100	160		4x4
M6	500	50	10	100	110	2x2	4x4
M7	494	50		100	110		4x4
M8	450	80	5	90	160	2x4	4x4
M9	400	20		100	185		8x8
M10	357	17		100	140		64x64
M11	350	30		100	100		4x4
M12	305	32		100	160		32x32
M13	230	64		100	150		64x64
M14	223	42		50	100		4x4
M15	200	15		20	50		4x4
M16	165	NI***)		80	130		2x2, 4x4
M17	150	50		80	5G+4G**)		Up to 64x64
M18	130	40		40	90		4x4
M19	100	50	10	90****)	NI***)	2x2	mMIMO*****)

*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy, **) Agregovaná šířka pásma rádiového kanálu je založena na agregaci 5G a 4G, data o agregované šířce pásma rádiového kanálu u 4G nejsou dostupná, ***) Informace nejsou dostupné, ****) K tomu navíc 200 MHz v pásmech mmWave (24 GHz a vyšších), *****) MAsivní MIMO

Nízkými pásmy jsou míněna pásma < 1 GHz a střední pásmo 1-6 GHz

Celková agregovaná šířka pásma rádiového kanálu je založena na agregaci 5G a 4G, pokud je vyšší než agregovaná šířka pásma rádiového kanálu u 5G (nízké plus střední pásmo), jinak se zakládá pouze na 5G.

Modulace je 256 QAM pro downlink (nízké plus střední pásmo) s následujícími výjimkami. V případě M12, M15 a M16 je maximum 256 QAM a v případě M14 je to 64 QAM.

Zdroj: BEREC

190. Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat ve venkovním prostředí v době provozní špičky závisí na mnoha parametrech, jako například:

- na použité technologii 5G (agregovaná šířka pásma rádiového kanálu, pořadí MIMO, modulace, vysílací výkon, geometrické parametry antény atd.),
- celková agregovaná šířka pásma rádiového kanálu, jestliže je založená na agregaci 5G a 4G nebo pouze na 5G,
- na počtu koncových uživatelů, kteří sdílejí stejné prostředky 5G, na rychlosti přenosu dat služeb, které si předplatili (tarifu), a na chování těchto koncových uživatelů v době provozní špičky, např. jak intenzivně využívají služby,
- na podmínkách prostředí, např. vlivu umístění na charakteristiky šíření signálu, rušení, odrazech atd.

5G je také novou technologií, kterou v současnosti provozovatelé mobilních sítí budují.

Obecně z toho vyplývá, že značné kolísání rychlosti přenosu dat lze očekávat a je pravděpodobné.

191. Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat pro downlink se v době provozní špičky pohybuje mezi 100 Mbps a 1000 Mbps a medián je 357 Mbps.
192. V následujících dvou letech,⁵¹ se může počet koncových uživatelů, kteří používají služby 5G a návazně také zatížení sítě 5G zvyšovat, a proto se bude průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu dat možná snižovat. To by mohlo být (částečně) kompenzováno pokročilejší technologií 5G (např. více spektra, více paralelních datových toků MIMO), kterou by mohli provozovatelé mobilní sítí vybudovat. Čím vyšší průměrnou hodnotu dosažitelné rychlosti dat provozovatel mobilních sítí uvede, tím pokročilejší technologie 5G (např. spektrum 5G, MIMO) může být použita, a proto by mohly být v zásadě tím nižší možnosti budovat ještě pokročilejší technologii 5G.
193. Tabulka 11 ukazuje uváděný, v příštích dvou letech⁵¹ předpokládaný pokles (ve třech případech dokonce nárůst) průměrných hodnot dosažitelné rychlosti přenosu dat pro downlink uvedených v Tabulka 10, a vychází z odpovědí 12 z počtu 19 provozovatelů (viz odstavec 109).⁵²
194. Sedm z těchto 12 provozovatelů uvedlo průměrné hodnoty dosažitelné rychlosti pro downlink pod mediánem (M11, M12, M14, M15, M17, M18, M19), jeden provozovatel (M12) předpokládal slabý nárůst (5 %) a dva provozovatelé (M18, M19), kteří uvedli nejnižší hodnoty této rychlosti, dokonce předpokládají nárůst, nicméně nikoliv nad úroveň mediánu.⁵³ Proto nebudou mít na medián v horizontu dvou let tyto změny v průměrných hodnotách dosažitelné rychlosti přenosu dat pro downlink uvedené zmíněnými sedmi provozovateli žádný vliv.
195. Čtyři ze zmíněných 12 provozovatelů uvedli průměrné hodnoty dosažitelné rychlosti pro downlink nad mediánem (M3, M4, M7, M8), tři předpokládali pokles, M7 maximálně o 10 %, M3 o 10 % a M4 maximálně o 20 %, hodnoty od všech tří provozovatelů nicméně zůstávají nad mediánem. Proto nebudou mít na medián v horizontu dvou let tyto změny v průměrných hodnotách dosažitelné rychlosti přenosu dat pro downlink uvedené těmito třemi provozovateli žádný vliv.⁵⁴ Podobně hodnota udaná čtvrtým provozovatelem (M3) medián nemění, protože udal předpokládaný nárůst.
196. Provozovatel (M10), který uvedl průměrnou hodnotu dosažitelné rychlosti pro downlink na úrovni mediánu (357 Mbps) předpokládal pokles o 10 % (321 Mbps) a proto je zařazen pod provozovatele M11 (350 Mbps). Proto bylo pořadí v seznamu průměrných hodnot dosažitelné rychlosti pro downlink v Tabulka 10 změněno a M11 a M10 se vyměnili místo. V důsledku se změnil medián a nová hodnota je 350 Mbps (hodnota se změnila z 357 Mbps na 350 Mbps) jako výsledek vyhodnocení předpokládaného výhledu provozovatelů ve dvouletém horizontu.

⁵¹ Od doby sběru dat v červnu 2022.

⁵² Sedm ze zbylých provozovatelů (M1, M2, M5, M6, M9, M13, M16) neposkytli žádné hodnoty.

⁵³ Provozovatel M19 předpokládá nárůst uvedené průměrné hodnoty dosažitelné rychlosti dat pro downlink, nedovedl tento nárůst kvantifikovat. Nicméně se předpokládá, že v příštích dvou letech se tato rychlost dat neztrojnásobí, a proto nárůst zůstane pod mediánem.

⁵⁴ Provozovatel M9 uvedl předpokládanou průměrnou hodnotu dosažitelné rychlosti dat pro downlink 400 Mbps (viz Tabulka 10) a informoval, že nedovede odpovědět, zda a případně jak moc tato rychlost dat v příštích dvou letech poklesne. Pokud by však poklesla o 10 % jako v případě provozovatele M10, medián by to neovlivnilo.

197. Shrňme, že prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro downlink v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 musí vycházet z mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 187), s vědomím toho, že medián v příštích dvou letech lehce poklesne v důsledku nárůstu uživatelů 5G (viz odstavce 192 a 196). **Prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro downlink v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 je proto stanovena na 350 Mb/s** a vztahuje se na rychlost přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy (viz odstavec 47) a pouze na venkovní lokality.

Tabulka 11: Předpokládaný pokles průměrně dosahovaných hodnot rychlosti přenosu dat pro downlink v příštích dvou letech

Provozovatel	Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti pro downlink (Mbps)*		
	Uvedená* *)	Předpokládaný pokles v příštích dvou letech***)	Za dva roky***)
M3	640	10 % nárůst	704
M4	600	Max. 20 % pokles	≥ 480
M7	494	Max. 10 % pokles	≥ 445
M8	450	20 % pokles	360
M10	357	10 % pokles	321
M11	350	Žádný pokles	350
M12	305	5 % pokles	290
M14	223	Žádný pokles	223
M15	200	Žádný pokles	200
M17	150	Žádný pokles	150
M18	130	Nárůst o max. 50 %	≤ 195
M19	100	Nárůst	> 100

*) Z úrovně užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy, **) Viz Tabulka 10, ***) Od doby sběru dat v červnu 2022

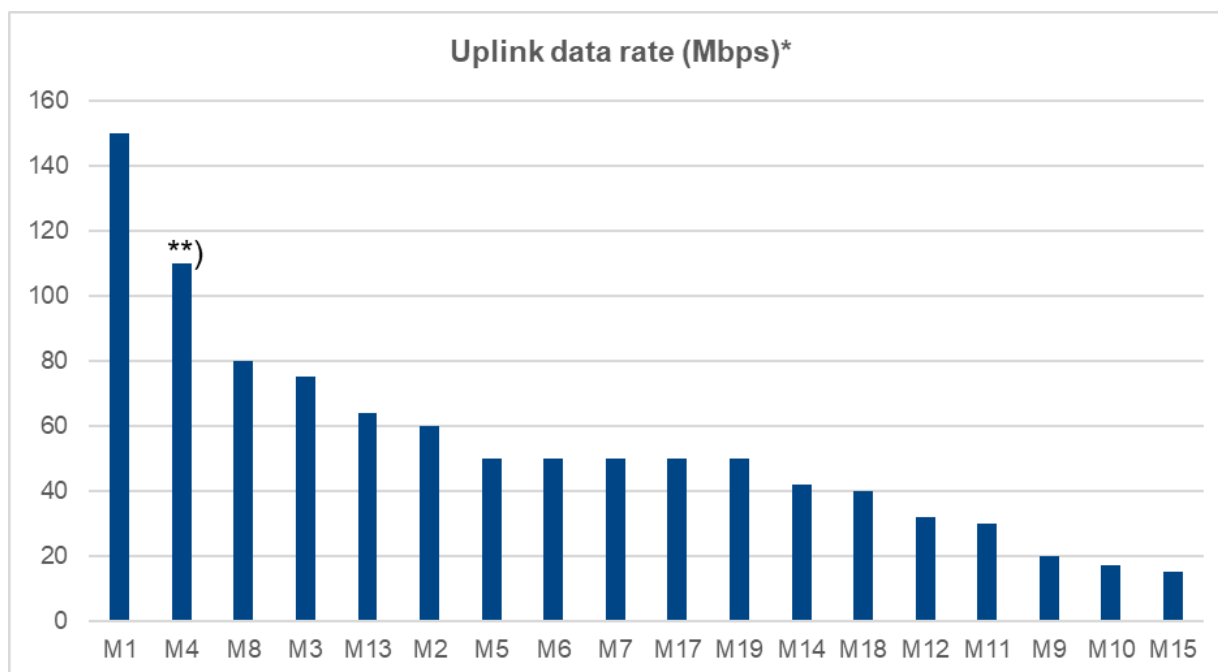
Zdroj: BEREC

Rychlost přenosu dat pro uplink

198. Obrázek 8 a Tabulka 10 uvádějí průměrnou hodnotu dosažitelných rychlostí přenosu dat pro uplink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104) na základě odpovědí od 18 provozovatelů. Uváděné dosažitelné rychlosti přenosu dat pro uplink jsou také rychlosti přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy (viz odstavec 47).

199. Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti přenosu pro uplink ve vnějším prostředí v době provozní špičky pohybuje v rozmezí 15 Mb/s až 150 Mb/s, medián je 40 Mb/s a medián je 50 Mb/s.Mb/s.

Obrázek 8: Průměrná hodnota dosažitelných rychlostí přenosu dat pro uplink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti



*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy, **) Rozmezí 100-120 Mbps (viz Tabulka 10)
Zdroj: BEREC

200. Tabulka 12 ukazuje uvedený, v příštích dvou letech⁵⁵ předpokládaný pokles (ve třech případech dokonce nárůst) průměrných hodnot dosažitelné rychlosti přenosu dat pro uplink uvedených v Tabulka 10, a vychází z odpovědí již známých 12 provozovatelů (viz odstavce 192 až 196).
201. Tři (M8, M10, M12) z těchto 12 provozovatelů očekávají pokles průměrných hodnot dosažitelné rychlosti pro uplink. Dva z nich, (M10, M12) uvedli hodnoty pod mediánem a ten třetí (M8) uvedl hodnotu nad mediánem, nicméně průměrná hodnota dosažitelné rychlosti neklesne pod medián. Proto nebude mít na medián tento předpokládaný pokles uvedený zmíněnými třemi provozovateli žádný vliv.
202. Jiní tři provozovatelé (M3, M18, M19) očekávají nárůst průměrných hodnot dosažitelné rychlosti pro uplink. Jeden z nich (M9) se z mediánu (50 Mbps) posouvá nad medián (>50 Mbps) a jiný provozovatel (M18) se možná také posune z pod mediánu (40 Mbps) nad medián (až do 60 Mbps). Na medián to nicméně vliv mít nebude, protože čtyři provozovatelé (M5, M6, M7, M17) udali hodnotu na úrovni mediánu (50 Mbps). Třetí provozovatel (M3) je nad úrovní mediánu, což také nezpůsobí změnu mediánu.
203. Prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro uplink v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 musí vycházet z mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 187) s vědomím toho, že se v důsledku nárůstu uživatelů 5G neočekává v příštích dvou letech

⁵⁵ Od doby sběru dat v červnu 2022.

pokles mediánu (viz odstavce 200 a 202). **Prahová hodnota rychlosti přenosu dat pro uplink v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 je proto stanovena na 50 Mb/s** a vztahuje se také na rychlost přenosu dat na úrovni užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy a pouze na venkovní lokality.

Tabulka 12: Předpokládaný pokles průměrně dosahovaných hodnot rychlosti přenosu dat pro uplink v příštích dvou letech

Provozovatel	Průměrná hodnota dosažitelné rychlosti pro uplink (Mbps)*		
	Uvedená*)	Předpokládaný pokles v příštích dvou letech**)	Za dva roky***)
M4	100-120	Žádný pokles	100-120
M8	80	20 % pokles	64
M3	75	5 % nárůst	79
M19	50	Nárůst	> 50
M17	50	Žádný pokles	50
M7	50	Žádný pokles	50
M14	42	Žádný pokles	42
M18	40	Nárůst o max. 50 %	≤ 60
M12	32	10 % pokles	29
M11	30	Žádný pokles	30
M10	17	10 % pokles	15
M15	15	Žádný pokles	15

*) Z úrovně užitečného zatížení protokolu transportní vrstvy, **) Viz Tabulka 10, ***) Od doby sběru dat v červnu 2022
Zdroj: BEREČ

2. Další parametry kvality služby

204. V této kapitole jsou stanoveny prahové hodnoty dalších parametrů kvality služby v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 (viz odstavce 186c až 186g).

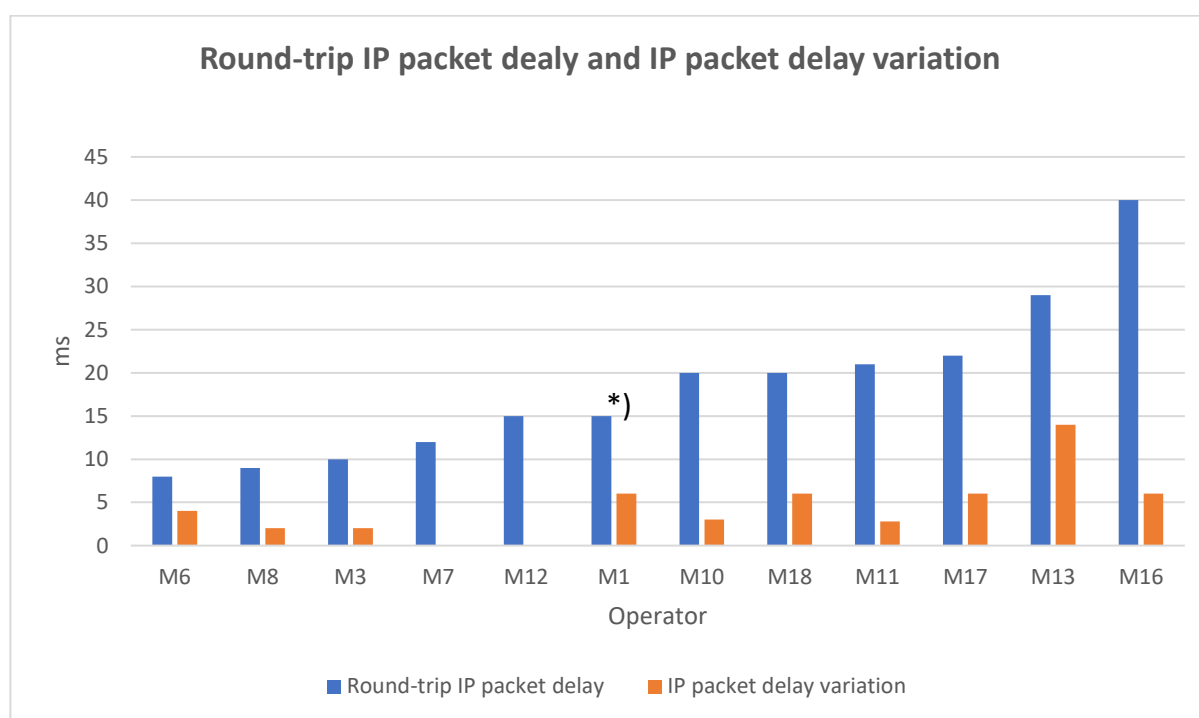
205. Ne všichni provozovatelé sítí, kteří poskytli údaje pro rychlosti přenosu dat, byli schopni poskytnout údaje také pro další kvality služby. V reakci na první fázi výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran (viz odstavce 56 a 58) provozovatelé sítí a zejména provozovatelé mobilních sítí uvedli, že poskytují služby koncovým uživatelům bez jakékoli dohody o úrovni služeb (SLA), a proto nemonitorují ani nemají data pro další parametry kvality služby. Kodex nicméně požaduje, aby Pokyny definovaly rovněž prahové hodnoty pro další parametry kvality služby (viz odstavce 1 a 8). S cílem umožnit co největšímu počtu provozovatelů poskytnout údaje pro další parametry kvality služby dotazník předpokládá i možnost poskytnout odhadované hodnoty parametrů kvality služby.

206. Všechny parametry kvality služby analyzované v této kapitole se vztahují k cestě od koncového uživatele do prvního bodu v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), a v případě obousměrných parametrů (RTT) zpět ke koncovému uživateli (viz odstavec 55).

a. Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů

207. Obrázek 9 a Tabulka 13 uvádějí průměrnou hodnotu dosažitelného obousměrného zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 a odstavec 186) na základě odpovědí od 12, resp. 10 provozovatelů. Průměrná hodnota zohledňuje měření v době provozní špičky a přes celou oblast pokrytí nejpokročilejší technologií 5G (pokud jde o agregovanou šířku pásma rádiového kanálu, pořadí MIMO, modulaci atd., viz odstavec 99a 108).

Obrázek 9: Průměrná hodnota dosažitelného obousměrného zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti



*) Rozmezí 10-20 ms (viz Tabulka 13)

Zdroj: BEREC

208. Obousměrné zpoždění IP paketů je způsobeno zpožděním zpracování uzlem (včetně zpoždění řazení do fronty), zpožděním šíření (přibližně 1 ms na 100 km) a v případě nižších rychlostí přenosu dat také zpožděním serializace (viz odstavce 164 a 166). Zpracování uzlem je např. specifické pro přístupovou síť v případě přístupového uzlu (základnová stanice 5G) a společné předávání toku dat v případě např. ethernetových přepínačů a IP routerů.

209. Obousměrné zpoždění IP paketů proto závisí na kapacitě síťových uzlů ve srovnání se zpracováním potřebného datového toku a na vzdálenosti, na kterou musí být signál přenášen (od koncového uživatele po místo předání a zpět ke koncovému uživateli, viz odstavec 206). Z těchto důvodů lze určité kolísání zpoždění IP paketů očekávat a je

pravděpodobné.

210. Kolísání zpoždění IP paketů je měřítkem pro kolísání zpoždění paketů IP a je způsobeno hlavně zpracováním toku dat v síťových uzlech (zpoždění zpracování uzlu a řazení do fronty), a proto závisí také na dimenzování síťových uzlů.

Tabulka 13: Průměrná hodnota dosažitelného obousměrného zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti

Provozovatel	Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)	Kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393) (ms)
M6	8	4
M8	9	2
M3	≤ 10	≤ 2
M7	12	Žádné informace
M12	15	Žádné informace
M1	10-20	< 6
M10	20	3
M18	20	6
M11	21	2.8
M17	22	6
M13	29	14
M16	≤ 40	≤ 6
<i>Medián</i>	<i>18</i>	<i>5</i>

Zdroj: BEREK

211. Průměrná hodnota dosažitelného obousměrného zpoždění IP paketů se pohybuje v rozmezí od 8 ms do 40 ms a medián je 18 ms. Průměrná hodnota dosažitelného kolísání zpoždění IP paketů se pohybuje v rozmezí od 2 ms do 14 ms a medián je 5 ms (viz Tabulka 13).
212. Stanovení prahových hodnot obousměrného zpoždění IP paketů a prahových hodnot kolísání zpoždění IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 je založeno na mediánu hodnot vykázaných provozovateli sítí (viz odstavec 187). Proto je **prahová hodnota obousměrného zpoždění IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 stanovena na 18 ms a prahová hodnota kolísání zpoždění IP paketů prahových hodnot výkonnosti 2 na 5 ms.**
213. V případě zvlášť velkých vzdáleností (např. několik stovek kilometrů) mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných veřejných sítí (např. nejbližší peeringový bod), se prahová hodnota obousměrného zpoždění IP paketů zvyšuje za každých 100 km o 1 ms (viz odstavce 166 a 208).

b. Ztrátovost IP paketů

214. Tabulka 14 uvádí průměrnou hodnotu dosažitelné ztrátovosti IP paketů v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G použitou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 a odstavec

186) na základě odpovědí od devíti provozovatelů. Průměrná hodnota zohledňuje měření ve venkovním prostředí v době provozní špičky a přes celou oblast pokrytí nejpokročilejší technologií 5G (pokud jde o agregovanou šířku pásma rádiového kanálu, pořadí MIMO, modulaci atd., viz odstavce 99 a 108).

215. Při řazení do fronty a zpracování toku dat v síťových uzlech může dojít ke ztrátě IP paketů. Ztrátovost IP paketů, tj. poměr počtu ztracených IP paketů k počtu přenesených IP paketů, proto závisí na dimenzování síťových uzlů. Z tohoto důvodu je určité kolísání ztrátovosti IP paketů pravděpodobné.
216. Průměrná hodnota dosažitelné ztrátovosti IP paketů se pohybuje v rozmezí od 10^{-6} % do 3,7 % a medián je 0,01 %.

Tabulka 14: Průměrná hodnota dosažitelné ztrátovosti IP paketů ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G použitou v této síti

Provozovatel	Ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%)
M2	10^{-6}
M6	< 0.001
M3	≤ 0.005
M1	0.0015-0.015
M8	0.01
M18	0.05
M11	0.057
M16	≤ 0.1
M13	3.7
<i>Medián</i>	<i>0.01</i>

Zdroj: BEREC

217. Stanovení prahové hodnoty ztrátovosti IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 vychází z mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz odstavec 187). **Prahová hodnota ztrátovosti IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 je proto stanovena na 0,01 %.**

c. Chybovost IP paketů

218. Tabulka 15 uvádí průměrnou hodnotu dosažitelné chybovosti IP paketů v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavce 104 a 186), a to na základě odpovědí od šesti provozovatelů. Průměrná hodnota zohledňuje měření ve venkovním prostředí v době provozní špičky (pokud jde o agregovanou šířku pásma rádiového kanálu, pořadí MIMO, modulaci atd., viz odstavce 99 a 108).
219. Zpracování datových toků v síťových uzlech a přenos IP paketů může způsobit chyby IP paketů. Chybovost IP paketů, tj. poměr počtu chybných IP paketů k součtu bezchybných a chybných IP paketů, proto závisí na kvalitě zpracování a přenosu. Z těchto důvodů lze určité kolísání chybovosti IP paketů očekávat a je pravděpodobné.

Tabulka 15: Průměrná hodnota dosažitelné chybovosti IP paketů ve venkovním prostředí v době provozní špičky v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti

Provozovatel	Chybovost IP paketů (Y.1540) (%)
M2	10^{-6}
M18	0.005
M3	≤ 0.01
M8	0.01
M13	0.01
M11	0.08
<i>Medián</i>	<i>0.01</i>

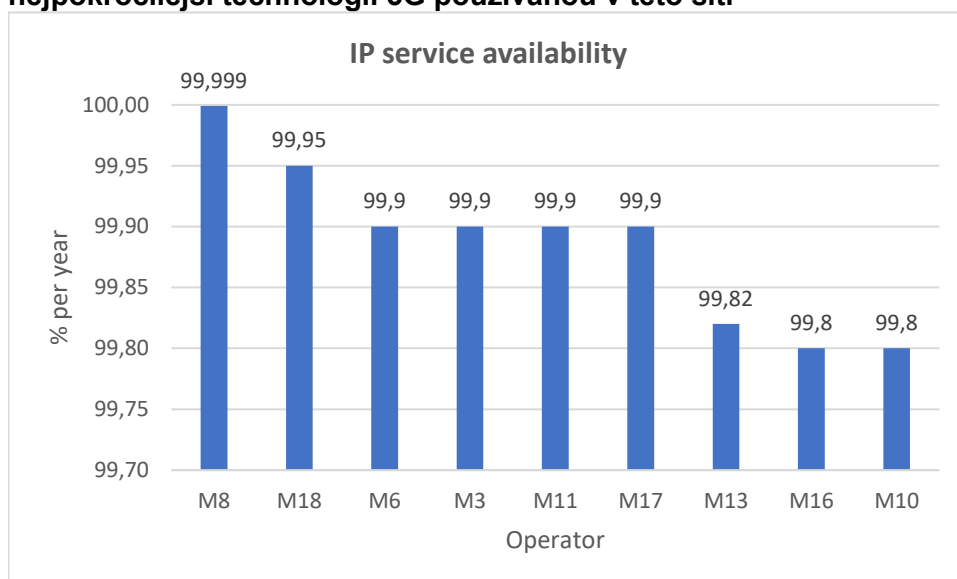
Zdroj: BEREC

220. Průměrná hodnota chybovosti IP paketů v době provozní špičky produktu s nejvyšší aktuálně poskytovanou rychlostí přenosu dat se pohybuje v rozmezí od 10^{-6} % do 0,08 % a medián je 0,01 %.
221. Stanovení prahové hodnoty chybovosti IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 vychází z mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz odstavec 187). **Prahová hodnota chybovosti IP paketů v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 je proto stanovena na 0,01 %.**

d. Dostupnost služby IP

222. Obrázek 10 a Tabulka 16 uvádějí průměrnou hodnotu dosažitelné dostupnosti služby IP v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavce 104 a 186) na základě odpovědí od devíti provozovatelů. Průměrná hodnota zohledňuje měření ve venkovním prostředí a přes celou oblast pokrytí nejpokročilejší technologií 5G (pokud jde o agregované spektrum, pořadí MIMO, modulaci atd., viz odstavce 99a 108).

Obrázek 10: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti



Zdroj: BEREC

Tabulka 16: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP ve vnějším prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti

Provozovatel	Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)
M8	99.999
M18	99.95
M6	> 99.9
M3	≥ 99.9
M11	99.9
M17	99.9
M13	99.82
M16	≥ 99.8
M10	99.8
<i>Median</i>	99.9

Zdroj: BEREC

223. Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP (tj. poměr času, kdy je služba IP dostupná, k celkovému plánovanému času služby IP) se pohybuje v rozmezí od 99,8 % do 99,959 % za rok a medián je 99,9 % za rok.
224. Stanovení prahové hodnoty dostupnosti služby IP v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 vychází z mediánu hodnot uváděných provozovateli sítí (viz odstavec 187). **Prahová hodnota dostupnosti služby IP v rámci prahových hodnot výkonnosti 2 je proto stanovena na 99,9 % za rok.**

Příloha č. 5: Údaje o dalších sítích

225. Na základě příslušných dotazníků uvádí tato příloha pouze pro orientaci údaje pro následující další sítě (viz odstavec 101):

- a. Pevné sítě s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy (kapitola 1 v této příloze); a
- b. Pevné sítě s FTTH (kapitola 2 v této příloze).

1. Pevné sítě s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy

226. Pevné sítě s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy mají potenciál vysoké a obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat. Vzhledem k tomu, že prahové hodnoty výkonnosti 1 musí být založeny na dosažitelných rychlostech přenosu dat (viz odstavec 16a), mohou být tyto sítě pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 relevantní. Několik zúčastněných stran v první fázi výzvy k počátečnímu uplatnění připomínek zúčastněných stran (viz odstavce 56 a 58) navrholo, aby tyto sítě byly také zohledněny.

227. V EU však takové sítě nejsou příliš běžné,⁵⁶ a proto mohou být veřejné služby elektronických komunikací založené na těchto sítích nabízeny pouze malému podílu koncových uživatelů a nejsou z hlediska koncového uživatele reprezentativní.⁵⁷

228. Z těchto důvodů se sebrané údaje používají jako reference, nikoli však pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1. To však neznamená, že takové sítě nejsou považovány za sítě s velmi vysokou kapacitou. Opak je pravdou, protože vzhledem k tomu, že optické vlákno je přivedeno až do budovy s více bytovými jednotkami, musí být považovány za sítě s velmi vysokou kapacitou (viz odstavec 19 kritérium 1).

a. Rychlost přenosu dat pro downlink a uplink

229. Obrázek 11 a Tabulka 17 uvádějí obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitový Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2) na základě odpovědí od 25 provozovatelů. Uváděné rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečných dat IP paketů (viz odstavec 47).

230. Jedná se o rychlosti přenosu dat, se kterými se koncový uživatel obvykle setkává v době

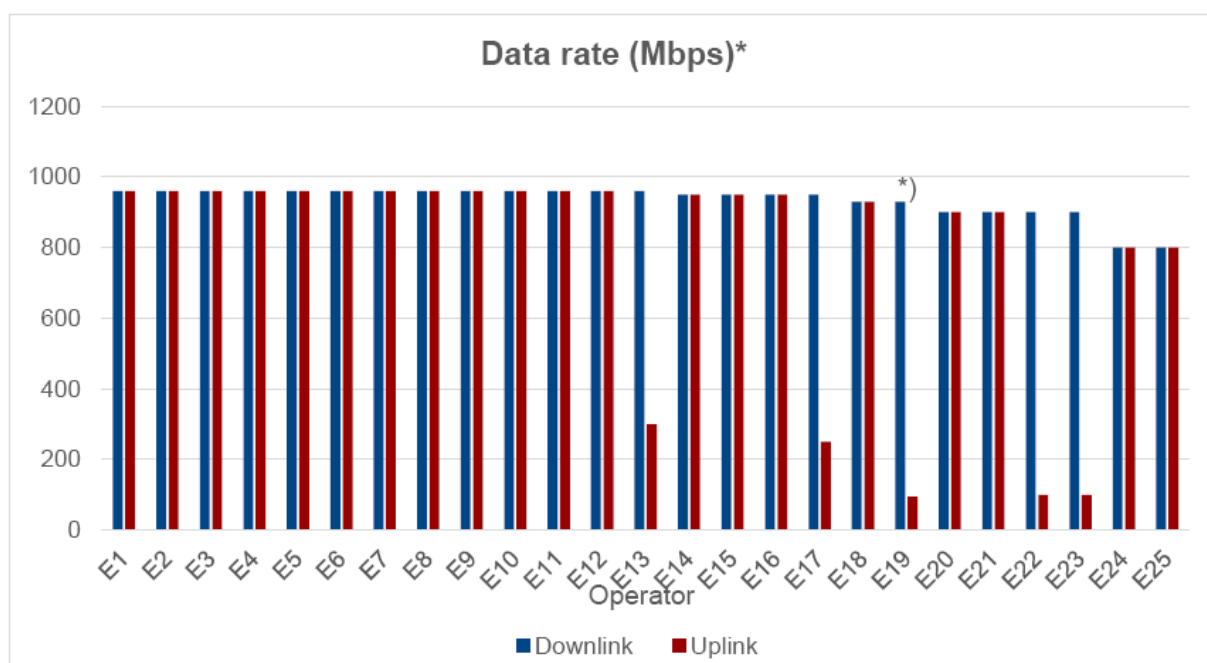
⁵⁶ Ethernet na kroucené dvoulince je běžný u počítačových sítí (např. LAN), ale ne jako infrastruktura v budově, na které jsou veřejné služby elektronických komunikací poskytovány koncovým uživatelům.

⁵⁷ V několika zemích EU mohou být takové sítě běžnější, např. 51 % vyplněných dotazníků vyplnili provozovatelé pouze ze tří zemí (Bulharska, Lotyšska a Slovenska, viz odstavec 116).

provozní špičky, pokud jeho CPE plně podporuje technologii Ethernet dané sítě (viz odstavec 106).

231. Maximální rychlost přenosu dat gigabitového Ethernetu je 1000 Mb/s na úrovni ethernetového protokolu (včetně ethernetového záhlaví) a o něco nižší (přibližně 960 Mb/s)⁵⁸ na úrovni užitečného zatížení paketu.⁵⁹

Obrázek 11: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitový Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy



*) Rychlosti na úrovni užitečného zatížení paketu (viz poznámka pod čarou č. 59)
Zdroj: BEREC

232. Dalšíh osm provozovatelů, kteří vyplnili dotazník (viz odstavec 112 a bod odůvodnění

⁵⁸ Rychlost přenosu dat 1000 Mb/s na úrovni ethernetového protokolu (vč. záhlaví) je převedena na rychlost přenosu dat 960 Mb/s na úrovni užitečného zatížení paketu pomocí následujícího převodního koeficientu. Převodní koeficient je A děleno B. A je délka na úrovni užitečného zatížení paketu, tj. maximální přenosová jednotka (MTU, 1500 bytů) minus IP záhlaví (20 bytů) je proto 1480 bytů. B je celková délka ethernetového rámce (včetně synchronizačního signálu a doby pauzy) tj. MTU (1500 bytů) plus ethernetové záhlaví (14 bytů hlavička + 4 byty sekvence kontroly rámce + 8 bytů preamble + 12 bytů ethernetový prostor mezi rámci). Použitý převodní koeficient je tedy 1480 bytů / 1538 bytů = 0,96.

⁵⁹ Několik provozovatelů uvedlo rychlost přenosu dat 1000 Mb/s a sdružení BEREC je informovalo, že rychlost přenosu dat 1000 Mb/s na úrovni užitečného zatížení paketu není možná, protože gigabitový Ethernet se používá na kroucené dvoulince v rámci budovy. Provozovatelé, kteří odpověděli, rychlost přenosu dat odpovídajícím způsobem přizpůsobili, ale všichni provozovatelé neodpověděli. Vzhledem k tomu, že rychlost přenosu dat 1000 Mb/s na úrovni užitečného zatížení paketu na základě gigabitového Ethernetu není možná, údaje o rychlosti přenosu dat uvedené na obr. 12 a v tabulce č. 15 byly upraveny na 960 Mb/s (viz poznámku pod čarou č. 54).

Tabulka 1), používá technologii Fast Ethernet na kabelu s kroucenou dvoulinkou v rámci budovy, která umožňuje pouze maximální rychlost přenosu dat 100 Mb/s na úrovni ethernetového protokolu (včetně ethernetového záhlaví) a o něco nižší rychlost přenosu dat (přibližně 96 Mb/s) na úrovni užitečných dat IP paketů.

Tabulka 17: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitový Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy

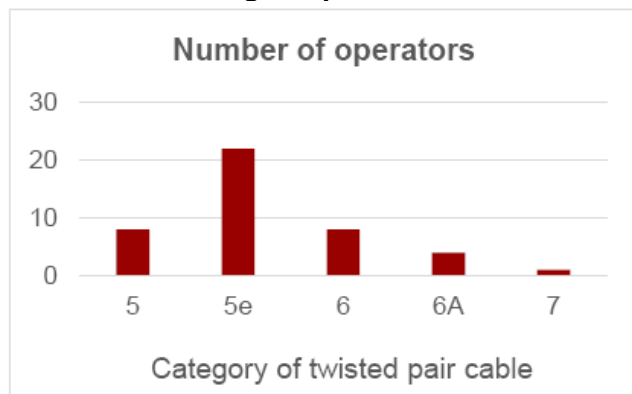
Prov oz.	Rychlost dat (Mbps)*		Provo z.	Rychlost dat (Mbps)*		Provoz.	Rychlost dat (Mbps)*	
	Down	Up		Down	Up		Down	Up
E1	960	960	E10	960	960	E19	900-960	90-98
E2	960	960	E11	960	960	E20	900	900
E3	960	960	E12	960	960	E21	900	900
E4	960	960	E13	960	300	E22	900	100
E5	960	960	E14	950	950	E23	900	100
E6	960	960	E15	950	950	E24	800	800
E7	960	960	E16	950	950	E25	800	800
E8	960	960	E17	950	250	<i>Medián</i>	960	950
E9	960	960	E18	930	930			

*) Z užitečných dat IP paketů (viz poznámka pod čarou č. 59)

Zdroj: BEREC

233. Obrázek 11 a Tabulka 17 uvádějí, že obvykle dosažitelná rychlost přenosu dat pro downlink v době provozní špičky je v případě 17 (68 %) z 25 provozovatelů 960 Mb/s (13 provozovatelů) nebo 950 Mb/s (4 provozovatelé), což odpovídá přibližně maximální rychlosti přenosu dat 1000 Mb/s na úrovni ethernetového protokolu (včetně ethernetového záhlaví). V případě všech 25 provozovatelů je rychlost přenosu dat pro downlink minimálně 800 Mb/s a medián je 960 Mb/s.
234. Většina provozovatelů (20, 80 %) uvádí symetrickou rychlost přenosu dat, pouze několik (5, 20 %) uvádí asymetrickou rychlost přenosu dat. Medián rychlosti přenosu dat pro uplink je 950 Mb/s.
235. Obrázek 12 ukazuje, že kategorie použité kroucené dvoulinky je ve většině případů (88 %) kategorie 5e a přibližně v jedné třetině případů kategorie 5 a kategorie 6, a spíše zřídka kategorie 6A (16 %) a kategorie 7 (4 %).

Obrázek 12: Kategorie použité kroucené dvoulinky

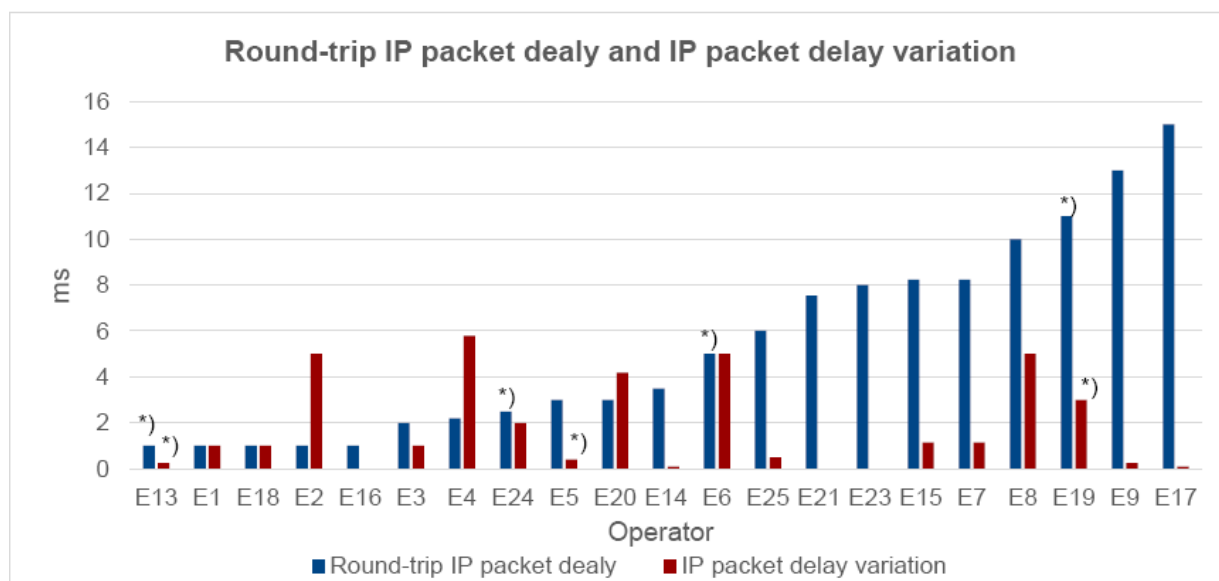


Zdroj: BEREC

b. Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů

236. Obrázek 13 a Tabulka 18 uvádí obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a s gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2) na základě odpovědí od 21, resp. 19 provozovatelů.

Obrázek 13: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a s gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší



*) Rozsah (viz Tabulka 18)

Zdroj: BEREC

237. Obousměrné zpoždění IP paketů závisí na kapacitě síťových uzlů ve srovnání se zpracováním potřebného datového toku, a tudíž na dimenzování sítě, a rovněž na vzdálenosti, na kterou musí být signál přenášen (od koncového uživatele po místo předání a zpět ke koncovému uživateli, viz odstavce 55, 164 a 165). Z těchto důvodů lze určité kolísání zpoždění IP paketů očekávat a je pravděpodobné.

238. Kolísání zpoždění IP paketů je měřítkem pro varianci zpoždění paketů IP a je způsobeno hlavně zpracováním toku dat v síťových uzlech (zpoždění zpracování uzlu a řazení do fronty, viz odstavec 167), a proto závisí také na dimenzování síťových uzlů.

239. Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů se pohybuje v rozmezí od 1 ms do 15 ms a medián je 3,5 ms. Obvykle dosažitelné kolísání zpoždění IP paketů se pohybuje v rozmezí přibližně od 0 ms do 5,8 ms a medián je 1 ms.

Tabulka 18: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a s gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší

Provozovatel	Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)	Kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393) (ms)	Provozovatel	Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)	Kolísání zpoždění IP paketů (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	<i>Medián</i>	3.5	1

NI ... Žádné informace

Zdroj: BEREK

c. Chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů

240. Tabulka 19 uvádí obvykle dosažitelnou chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2) na základě odpovědí od 19, resp. 20 provozovatelů.

241. Ztrátovost IP paketů závisí na dimenzování síťových uzlů a chybovost IP paketů závisí na kvalitě zpracování a přenosu. Určité kolísání ztrátovosti IP paketů a chybovosti IP paketů lze proto očekávat a je pravděpodobné (viz odstavec 173).

242. Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů i obvykle dosažitelná ztrátovost IP paketů kolísají mezi 0 %⁶⁰ a 1 %. Medián v případě chybovosti IP paketů je však pouze 0,001 % a v případě ztrátovosti IP paketů 0,01 %.

Tabulka 19: Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy

Provozovatel	Chybovost IP paketů (Y.1540) (%)	Ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%)	Provozovatel	Chybovost IP paketů (Y.1540) (%)	Ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%)
E1	0 ⁵⁶	0 ⁵⁶	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
<i>Medián</i>	<i>0.001</i>	<i>0.01</i>			

NI ... Žádné informace

Zdroj: BEREC

d. Dostupnost služby IP

243. Obrázek 14: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy. Obrázek 14 a Tabulka 20 uvádějí obvykle dosažitelnou dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy a za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2) na základě odpovědí od 20 provozovatelů.

244. Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP se pohybuje v rozmezí od 98,5 do 100 %⁶¹ za rok a medián je 99,9 % za rok.

⁶⁰ Odhady dosažitelné chybovosti IP paketů a ztrátovosti IP paketů byly možné (viz odstavec 105) a hodnota 0 % může být odhadem pro hodnotu velmi blízkou 0 %.

⁶¹ Odhady dosažitelné dostupnosti služby IP byly možné (viz odstavec 105) a hodnota 100 % může být odhadem pro hodnotu velmi blízkou 100 %.

Obrázek 14: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy



Zdroj: BEREC

Tabulka 20: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy

Provozovatel	Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)	Provozovatel	Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)
E13	100 ⁶¹	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
<i>Medián</i>	<i>99.9</i>		

Zdroj: BEREČ

e. Srovnání s prahovými hodnotami výkonnosti 1

245. Tabulka 21 uvádí srovnání prahových hodnot výkonnosti 1 s obvykle dosažitelnou kvalitou služby pro koncového uživatele v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy. V následujících odstavcích (255 až 259) je posledně jmenovaná služba z důvodu lepší srozumitelnosti označována pouze jako „gigabitový Ethernet“.
246. Rychlost přenosu dat pro downlink gigabitového Ethernetu je o něco nižší než rychlost přenosu dat pro downlink v rámci prahových hodnot výkonnosti 1, protože rychlost přenosu dat gigabitového Ethernetu je 1000 Mb/s na úrovni ethernetového protokolu, ale o něco nižší na úrovni užitečných dat IP paketů.
247. Rychlost přenosu dat pro uplink gigabitového Ethernetu je výrazně vyšší. Gigabitový Ethernet je symetrická technologie, a proto jsou rychlosti přenosu dat zpravidla také symetrické. To neplatí pro technologie G.fast a DOCSIS, kde lze dostupné spektrum konfigurovat jako rychlost přenosu dat pro downlink nebo uplink (G.fast), nebo se pro rychlost přenosu dat pro downlink a uplink používá odlišné spektrum (DOCSIS).
248. Obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů jsou v případě gigabitového Ethernetu v porovnání s prahovými hodnotami výkonnosti 1 nižší. Parametry kvality služby zahrnují nejen přístupovou síť, ale celou síť mezi koncovým uživatelem a prvním bodem v síti, kde je provoz služeb koncového uživatele předáván do jiných

veřejných sítí (viz odstavec 56). Část sítě mezi budovou s více bytovými jednotkami a tímto předávacím bodem je založena na optickém vláknu, a to jak v případě prahových hodnot výkonnosti 1, tak gigabitového Ethernetu. Rozdíl proto může být způsoben různými přístupovými technologiemi, ale také dimenzováním uzlů v optické části sítě.

Tabulka 21: Srovnání prahových hodnot výkonnosti 1 s obvykle dosažitelnou kvalitou služby pro koncového uživatele v pevných sítích s optickým vlákem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy

Parametr kvality služby	Prahové hodnoty výkonnosti 1	Gigabitový Ethernet (medián)
Rychlost přenosu dat pro downlink ⁶²	1,000	960
Rychlost přenosu dat pro uplink ⁵⁸	200	950
Obousměrné zpoždění IP paketů (RFC 2681) (ms)	10	3.5
Kolísání zpoždění IP paketů (RFC 3393) (ms)	2	1
Chybovost IP paketů (Y.1540) (%)	0.05	0.001
Ztrátovost IP paketů (Y.1540) (%)	0.0025	0.01
Dostupnost služby IP (Y.1540) (% za rok)	99.9	99.9

Zdroj: BEREČ

249. Chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů jsou v případě prahových hodnot výkonnosti 1 i gigabitového Ethernetu spíše nízké a blíží se 0 %. Chybovost IP paketů se blíží 0 % v případě gigabitového Ethernetu a ztrátovost IP paketů se blíží 0 % v případě prahových hodnot výkonnosti 1.

250. Dostupnost služby IP u gigabitového Ethernetu je stejná jako u prahových hodnot výkonnosti 1.

2. Pevné sítě s FTTH

251. Údaje v této příloze jsou uvedeny pouze jako referenční, ale nikoli pro stanovení prahových hodnot výkonnosti 1 (viz odstavec 17).

252. Tabulka 22 uvádí obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s FTTH (zavedení optického vlákna až do domácnosti) za podmínek uvedených v dotazníku (viz odstavec 104 scénář 2) za pět provozovatelů, kteří používají „nejlepší“ přístupovou technologii. Uváděné rychlosti přenosu dat jsou rychlosti přenosu dat na úrovni užitečných dat IP paketů (viz odstavec 47).

⁶² Rychlost na úrovni užitečného zatížení paketu.

253. Jedná se o rychlosti přenosu dat, se kterými se koncový uživatel obvykle setkává v době provozní špičky, pokud jeho CPE plně podporuje přístupovou technologii dané sítě (viz odstavec 106).
254. Dalších 13 provozovatelů se sítí s FTTH a topologií typu bod-bod používá 1 gigabitový Ethernet na přístupové účastnické lince, což umožňuje symetrické rychlosti přenosu dat maximálně 960 Mb/s.⁶³ Dalších 11 provozovatelů se sítí s FTTH a topologií typu bod-bod používá technologii G-PON (devět provozovatelů) nebo RFoG⁶⁴ (dva provozovatelé). Technologie G-PON poskytuje připojeným koncovým uživatelům celkovou rychlost přenosu dat, která je v porovnání s technologií XGS-PON pouze čtvrtinová (směrem k uživateli), resp. osminová (směrem od uživatele). Podle údajů provozovatelů poskytuje technologie RFoG v porovnání s technologií XGS-PON ve směru od uživatele výrazně nižší rychlost přenosu dat (pouze 50 Mb/s nebo 100 Mb/s).

Tabulka 22: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s FTTH a z použití „nejlepší“ přístupové technologie

Provozovatel	Rychlost přenosu dat (Mbps)*		Přístup	
	Down	Up	Topologie	Technologie
F1	9,600	9,600	P2P	10 gigabitový Ethernet
F2	9,600	9,600	P2P	10 gigabitový 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 užitečných dat IP paketů⁶⁵

P2P ... bod-bod, P2MP ... bod-více bodů

Zdroj: BEREC

255. Co se týče dosažitelné rychlosti přenosu dat, tak komerčně dostupná je i lepší technologie PON, než je technologie XGS-PON, a to technologie NG-PON2.⁶⁶ Symetrická rychlost přenosu dat, sdílená mezi koncovými uživateli připojenými ke stejné síti NG-PON2 je 40 Gb/s,⁶⁷ a ve srovnání s technologií XGS-PON, je tudíž čtyřikrát vyšší.
256. Ačkoli je dosažitelná rychlost přenosu dat sítí s FTTH obvykle velmi vysoká (viz Tabulka 22), jsou možné ještě vyšší přenosové rychlosti. Technologie PON s vyššími rychlostmi

⁶³ Rychlost přenosu dat je 1 Gb/s na úrovni ethernetového protokolu (včetně záhlaví ethernetového protokolu) a o něco nižší (přibližně 960 Mb/s) na úrovni užitečného zatížení paketu (viz odstavec 240).

⁶⁴ Přenos rádiové frekvence přes sklo (Radio Frequency over Glass).

⁶⁵ Rychlost přenosu dat je 10 Gb/s na úrovni ethernetového protokolu (včetně záhlaví ethernetového protokolu) a o něco nižší (přibližně 9,6 Gb/s) na úrovni užitečného zatížení paketu (viz odstavec 240).

⁶⁶ Viz zprávu BEREC o nových formách sdílení pasivních optických sítí založených na vlnovém multiplexu, BoR (17) 182, s. 28-29.

⁶⁷ Hrubá rychlost přenosu dat na úrovni ethernetového protokolu. Čtyři vlnové délky, každá s 10 Gb/s. Norma (ITU-T G.989) předpokládá až osm vlnových délek, a proto může být v budoucnosti dostupných osm vlnových délek s celkovou rychlostí přenosu dat 80 Gb/s.

přenosu dat jsou v procesu standardizace⁶⁸ a symetrická rychlost 9600 Mb/s v případě topologie typu point-to-point nepředstavuje technologický limit. V hlavních sítích se například používá 100 Gb/s⁶⁹ na vlnovou délku a WDM⁷⁰ umožňuje použití několika vlnových délek na jedno vlákno. V současné době se však nezdá, že by bylo nutné tento technologický potenciál využívat, protože symetrická rychlost 9600 Mb/s je vzhledem k současné poptávce většiny koncových uživatelů více než dostatečná.

257. Vzhledem k tomu, že pouze dva reagující provozovatelé v případě topologie typu bod-bod a tři provozovatelé v případě topologie typu bod-multibod zavedli „nejlepší“ technologii, a že ne všichni poskytli data pro další parametry kvality služby, nejsou údaje pro ostatní parametry kvality služeb k dispozici.

⁶⁸ Viz zprávu BEREC o nových formách sdílení pasivních optických sítí založených na vlnovém multiplexu, BoR (17) 182, s. 7.

⁶⁹ Hrubá přenosová rychlost na úrovni ethernetového protokolu.

⁷⁰ Vlnový multiplex.

Příloha č. 6: Zkratky

BEREC	Sdružení evropských regulačních orgánů v oblasti elektronických komunikací
CA	Agregace (spojování) pásem
CMTS	Systém CMTS (Cable Modem Termination System)
CPE	Vybavení prostor zákazníka
DOCSIS	Technologie DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification)
DPU	Jednotka DPU (Distribution Point Unit)
EECC	Kodex
FE	Fast Ethernet
FTTB	Optické vlákno přivedené do budovy
FTTEx	Optické vlákno přivedené do ústředny
FTTH	Optické vlákno přivedené do domácnosti
GE	Gigabitový Ethernet
GPON	Gigabitové pasivní optické sítě
HFC	Hybridní opticko-koaxiální vedení
IP	Internetový protokol
IPDV	Kolísání zpoždění IP paketů
IPEP	Chybovost IP paketů
IPLR	Ztrátovost IP paketů
LEX	Ústředna (Local Exchange)
LTE	LTE (Long Term Evolution)
LTE-A	LTE Advanced
MDF	Hlavní rozvaděč
ME	Mobilní zařízení
MIMO	Multiple-Input a Multiple-Output (více vstupů a více výstupů)

NI	Bez informace
NRA	Vnitrostátní regulační úřad
OLT	Optické linkové zakončení
OTT	Služby poskytované přes internet
QAM	Kvadrurní amplitudová modulace
QoS	Kvalita služby
RFoG	Přenos radiové frekvence přes sklo
RTIPD	Obousměrné zpoždění IP paketů
SLA	Dohoda o úrovni služeb
WDM	Vlnový multiplex
XGS-PON	10gigabitová symetrická pasivní optická síť

Příloha č. 7: Seznam obrázků

Obrázek 1: Obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a technologií G.fast na měděné kroucené dvoulince v budově	31
Obrázek 2: Obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době špičky v HFC sítích s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově	33
Obrázek 3: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat pro uplink v době provozní špičky v hybridní opticko-koaxiální (HFC) síti s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově	35
Obrázek 4: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na optickém vlákně zavedeném do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy	38
Obrázek 5: Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy	40
Obrázek 6: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na vnitřní infrastruktuře	42
Obrázek 7: Průměrná hodnota dosažitelných rychlostí přenosu dat pro downlink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti	45
Obrázek 8: Průměrná hodnota dosažitelných rychlostí přenosu dat pro uplink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti	49
Obrázek 9: Průměrná hodnota dosažitelného obousměrného zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti	51
Obrázek 10: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti	55
Obrázek 11: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitový Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy	58
Obrázek 12: Kategorie použité kroucené dvoulinky	60
Obrázek 13: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a s gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší	60
Obrázek 14: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy	63

Příloha č. 8: Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet vyplněných dotazníků podle typu	27
Tabulka 2: Počet vyplněných dotazníků k pevným sítím podle států (zahrnuté/celkem)	28
Tabulka 3: Počet vyplněných dotazníků pro poskytovatele mobilních sítí podle států (zahrnuté/celkem ³⁶)	29
Tabulka 4: Obvykle dosažitelné agregované rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v HFC sítích s optickým vláknem přivedeným až do budovy s více bytovými jednotkami a technologií DOCSIS na koaxiální síti v budově	34
Tabulka 5: Celková kapacita koaxiální sítě pro downlink na základě technologie DOCSIS 3.1 a DOCSIS 3.0.....	35
Tabulka 6: Celková kapacita pro uplink koaxiální sítě založené na technologii DOCSIS 3.0 a DOCSIS 3.1.....	36
Tabulka 7: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na optickém vlákně zavedeném do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy.....	39
Tabulka 8: Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na infrastruktuře v rámci budovy	41
Tabulka 9: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích založených na zavedení optického vlákna do budovy s více bytovými jednotkami s technologií G.fast 212 MHz nebo DOCSIS 3.1 na vnitřní infrastruktuře	43
Tabulka 10: Průměrná hodnota dosažitelných rychlostí přenosu dat pro downlink ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti.....	46
Tabulka 11: Předpokládaný pokles průměrně dosahovaných hodnot rychlosti přenosu dat pro downlink v příštích dvou letech	48
Tabulka 12: Předpokládaný pokles průměrně dosahovaných hodnot rychlosti přenosu dat pro uplink v příštích dvou letech	50
Tabulka 13: Průměrná hodnota dosažitelného obousměrného zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti	52
Tabulka 14: Průměrná hodnota dosažitelné ztrátovosti IP paketů ve venkovním prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G použitou v této síti.....	53
Tabulka 15: Průměrná hodnota dosažitelné chybovosti IP paketů ve venkovním prostředí v době provozní špičky v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti.....	54
Tabulka 16: Průměrná hodnota dosažitelné dostupnosti služby IP ve vnějším prostředí v mobilní síti s optickým vláknem přivedeným až k základnové stanici a nejpokročilejší technologií 5G používanou v této síti.....	56
Tabulka 17: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitový Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy	59
Tabulka 18: Obvykle dosažitelné obousměrné zpoždění IP paketů a kolísání zpoždění IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a s gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší.....	61

Tabulka 19: Obvykle dosažitelná chybovost IP paketů a ztrátovost IP paketů v době provozní špičky v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy	62
Tabulka 20: Obvykle dosažitelná dostupnost služby IP v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy	64
Tabulka 21: Srovnání prahových hodnot výkonnosti 1 s obvykle dosažitelnou kvalitou služby pro koncového uživatele v pevných sítích s optickým vláknem přivedeným do budovy s více bytovými jednotkami a gigabitovým Ethernetem na kabelu s kroucenou dvoulinkou kategorie 5 nebo vyšší v rámci budovy	65
Tabulka 22: Obvykle dosažitelné rychlosti přenosu dat v době provozní špičky v pevných sítích s FTTH a z použití „nejlepší“ přístupové technologie	66