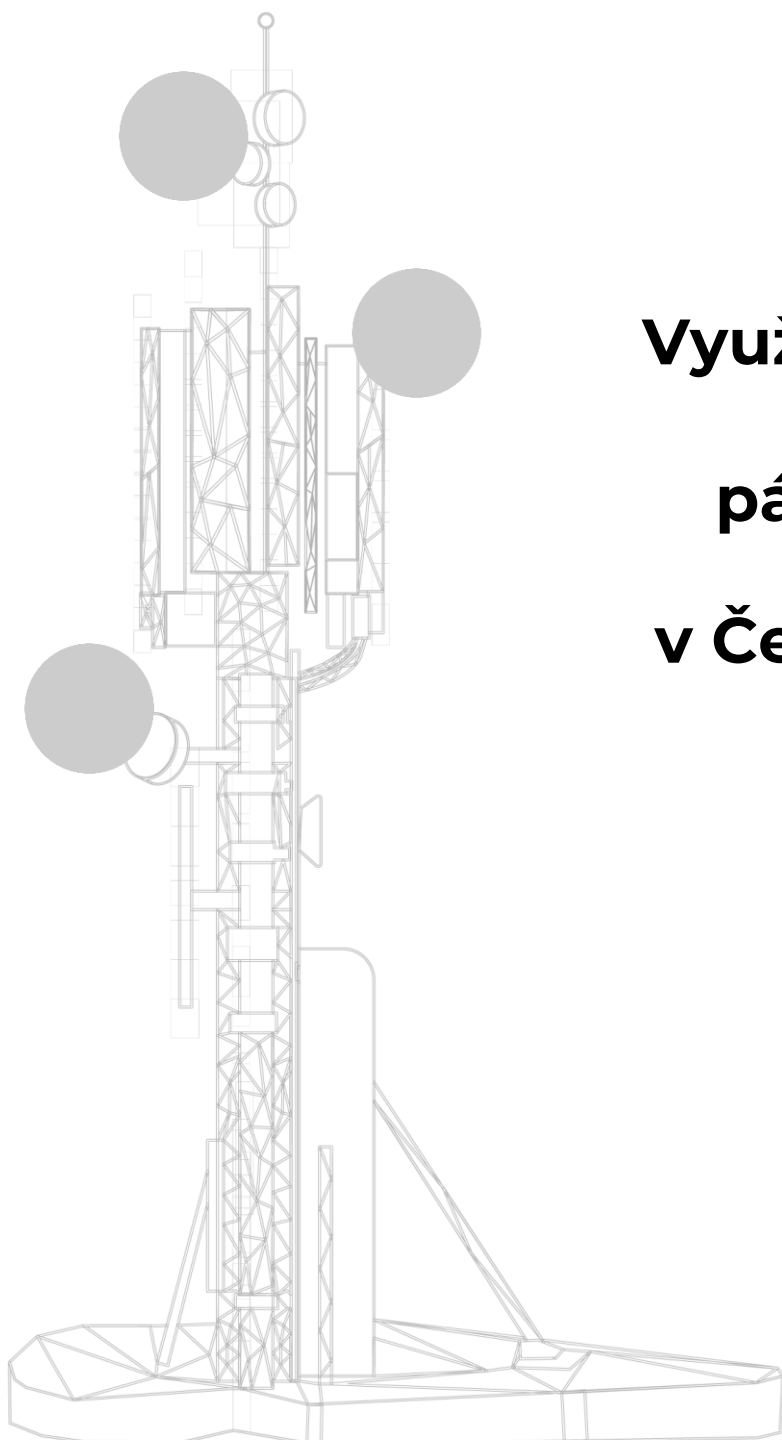




Využití potenciálu pásmo 6 GHz v České republice

Policy paper

Srpen 2023



Obsah

1. Manažerské shrnutí.....	3
2. Úvod	6
3. Současný stav, budoucí vývoj a potřeby fixních i mobilních sítí.....	9
3.A. Srovnání způsobů konzumace dat v lokální síti a role Wi-Fi technologie	9
3.B. Nakolik jsou mobilní sítě v České republice ohroženy nedostatkem spektra	14
3.C. Outdoor RLAN.....	20
4. Současné využití pásma 6 GHz	23
4.A. Současné využití pásma – Národní	23
4.B. Současné využití pásma - Evropská unie	26
4.C. Současné využití pásma - Celosvětové	26
5. Úvahy o možných dopadech regulace.....	28
6. Závěr	32
7. Přílohy.....	34
Příloha č. 1 Seznam států , které zpřístupnily pásmo 6 GHz k bezlicenčnímu užití.....	34



1. Manažerské shrnutí

Sítě elektronických komunikací čelí nebývalému nárůstu přenášených dat, přičemž do budoucna lze předpokládat, že tempo tohoto nárůstu se bude dále zrychlovat. Klíčovou úlohu z pohledu konzumace dat koncovými zákazníky přitom hrají domácí bezdrátové sítě, neboť právě ty v drtivé většině případů představují poslední krok přenosu dat na zařízení koncového uživatele.

Bezdrátové sítě ke svému kapacitnímu provozu vyžadují přístup k co možná nejširšímu rozsahu rádiových kmitočtů. Velice vhodným pásmem, které by mohlo do budoucna sloužit posílení předemtných bezdrátových sítí je pásmo 5925 - 7125 MHz (také známé jako pásmo 6 GHz). V současné době je diskutováno zpřístupnění dotčeného pásma dvěma fundamentálně odlišným přenosovým technologiím, a to moderní pevné službě ve formátu Wi-Fi, resp. RLAN/FWA využívající bezlicenčního přístupu k pásmu na straně jedné nebo mobilní službě označované jako IMT, jež je založena na licencovaném přístupu několika málo držitelů přidělu kmitočtů na straně druhé. Úspěšná koexistence obou služeb v témže pásmu je z praktických hledisek obtížná, pravděpodobně vyloučená. Úlohou regulatorních orgánů tedy bude zvolit variantu zpřístupnění dotčeného pásma, která bude prioritizovat jednu či druhou z obou uvažovaných technologií. Otázka volby mezi bezlicenčním či licencovaným přístupem k pásmu 6 GHz, tedy zjednodušeně mezi Wi-Fi a IMT, je aktuální i proto, že možnost prioritního přidělu tohoto pásma službě IMT bude v závěru roku předmětem jednání Světové Radiokomunikační konference (WRC-23).

Tento dokument upozorňuje na značnou disproporci v reálné míře užití obou typů technologií, kdy sítě Wi-Fi v bezlicenčních pásmech již nyní přenášejí podstatně více dat než sítě mobilní. V přepočtu reálně přenesených dat na 1MHz přiděleného pásma jsou také Wi-Fi sítě násobně efektivnější než mobilní sítě. Pevné přípojky dnes k Internetu běžně nabízejí rychlosti v řádu stovek megabitů a nově i přes 1 Gbps, využití těchto rychlostí koncovými uživateli prostřednictvím domácích/firemních lokálních sítí však naráží na problém. Trendem je budování bezdrátových lokálních sítí na standardu Wi-Fi přičemž se ukazuje, že zásadní brzdou v konzumaci dat, začíná být nedostatek frekvencí pro Wi-Fi zařízení.

Na straně mobilní služby je často skloňován argument, že přiděl dalších kmitočtů je nezbytný pro to, aby tyto sítě byly do budoucna schopny čelit zvýšeným nárokům zákazníků na objem přenášených dat. Předkládaný dokument uvedený argument podrobuje věcné kritice, kdy odkrývá skutečnost, že poskytovatelé mobilních služeb disponují jinými, vhodnějšími prostředky, jak očekávanému nárůstu objemu přenášených dat čelit, a to mimo jiné proto, že v současné době využívají jen malou část rádiových kmitočtů které k mobilnímu užití již byly zpřístupněny. Nezanedbatelnou část spektra zpřístupněného pro mobilní užití přitom mobilní



operátoři v České republice využívají k provozu pevných a nikoliv mobilních sítí, což by přiděl dalšího spektra mobilním sítím IMT činilo absurdním.

Využití pásma 6 GHz mobilní službou je nadto otázkou spíše vzdálenějšího výhledu, neboť zařízení která by mobilní službu v dané pásmu mohla zajišťovat ještě nejsou na trhu dostupná. Na druhé straně pro užití dotčeného pásma technologií Wi-Fi již existuje neustále se rozšiřující ekosystém několika stovek typů zařízení.

Materiál vyzdvihuje konečně také skutečnost, že mnoho významných států, jako jsou například USA, Kanada či Japonsko již posuzované pásmo alokovalo právě potřebám bezdrátových sítí Wi-Fi v bezlicenčním režimu. I s ohledem na velikost trhu zařízení pro tento typ služeb a s přihlédnutím k možnostem mezinárodní koordinace, a je tedy výhodné následovat jejich příkladu za účelem čerpání synergických efektů.

Bezlicenční užití je z podstaty věci otevřeno širšímu (neomezenému) okruhu subjektů než typicky licencované užití v rámci IMT. Alokace pásma pro bezlicenční užití tak může na trhu elektronických komunikací podpořit zachování zdravé úrovně hospodářské soutěže, která na fixním trhu nyní panuje. Naproti tomu licencované užití charakteristické pro IMT by ještě více posílilo již nyní problematické postavení tří mobilních operátorů a v přeneslo by na fixní trh v současnosti často diskutované nevýhody trhu mobilního, který je někdy označován jako oligopolní a v evropském srovnání vysoce předražený. Alokace pásma 6 GHz pro licencované užití sítěmi IMT by tak měla pro trh negativní následky, s reálným potenciálem poškodit hospodářskou soutěž, zhoršit konkurenci a ztížit prosazování práv koncových účastníků.

Konečně, jak odkazujeme i níže v tomto dokumentu, některé hospodářsky klíčové služby, jako je například družicová telekomunikační služba, mohou být dle vyjádření příslušných asociací provozem IMT v daném pásmu kritickou měrou rušeny, a to i při velmi malém územním rozšíření sítí IMT. Jak písemně vyjádřila Globální asociace satelitních operátorů („GSOA“), užití pásma 6 GHz pro službu IMT by vedlo k nadměrnému rušení, čímž by byla dotčená pásma v současnosti využívaná pro pevnou družicovou službu nepoužitelná, což by negativně zasáhlo celou řadu aktuálně provozovaných družicových služeb včetně provozu záchranných složek. Totéž vyjádření GSOA přitom na základě provedených studií bezlicenční (Wi-Fi) provoz hodnotí jako méně problematický. Rušení ze strany systémů IMT přitom hrozí i jiným službám – velice reálně by se projevilo zejména vůči všudypřítomným domácím Wi-Fi sítím, prostřednictvím kterých koncoví zákazníci nejčastěji konzumují pevné připojení k internetu.

Lze tak zrekapitulovat, že posuzovaná primární alokace pásma 6 GHz pro síť IMT by vedla mimo jiné i ke zvětšení mezery mezi velmi vysokými rychlostmi pevných přípojek a schopností uživatelů tyto rychlosti konzumovat, kolidovala by s provozem jiných bezdrátových služeb, z důvodu nedostatku zařízení na trhu by vedla k dlouhodobému nevyužívání spektra a konečně



by přispěla k další exkluzivní akumulaci kmitočtů v rukou několika málo subjektů držících příslušné licence a tudíž k přenosu negativních tendencí z mobilního trhu na trh fixních služeb elektronických komunikací.

Ze všech shora uvedených důvodů tvůrci tohoto materiálu České republiky důrazně doporučují toto pásmo v co největším rozsahu zpřístupnit pro bezlicenční užití službou bezdrátového připojení v pevném místě, jako je například Wi-Fi, a to v zájmu konkurenceschopnosti, přístupnosti a přívětivosti tržního prostředí v segmentu služeb elektronických komunikací v České republice.



2. Úvod

V souvislosti se současným rychlým rozvojem digitální ekonomiky i kultury dochází k nebývalému nárůstu objemu dat přenesených v sítích elektronických komunikací. Společnost CISCO ve studii z roku 2017 předpověděla, že v roce 2022 přesáhne objem dat přenesených prostřednictvím internetového protokolu souhrn všech dat přenesených za celých 32 let existence internetu až do vydání této studie¹. Společnost – mimo jiné i ve stínu koronavirové krize – objevuje nové modely ekonomického i společenského života, které více než kdy dříve staví na vysokorychlostní konektivitě jako na každodenní samozřejmosti. Evropská unie ve svých strategických dokumentech stanovuje ambiciózní cíle připojování domácností i socioekonomických aktérů vysokorychlostními přípojkami k internetu a připravuje své občany na nástup gigabitové společnosti. Je nepochybné, že digitální technologie využívající přístup k internetu budou v nejbližších letech hrát nezastupitelnou úlohu v ekonomice i občanské společnosti.

Tak, jak stoupá význam stabilního vysokorychlostního přístupu k internetu, vzrůstají i nároky na objem přenesených dat a potažmo na kapacitu a vyspělost substrátu, který jmenované přenosy zajišťuje – na sítě elektronických komunikací. Provozovatelé těchto sítí jsou vystaveni potřebě neustálého rozšiřování a zkvalitňování přenosových technologií, aby dostali vzrůstající poptávce na rychlost a objem přenášených dat. Propojení větších měst a síťových uzlů technologií optických vláken je zpravidla schopno poskytnout adekvátní kapacitu i při zohlednění budoucích potřeb. Tyto sítě jsou však nákladné na výstavbu a jejich zavádění je v některých případech ekonomicky neúnosné. Metalické vedení dřívějších telefonních linek má svá technologická omezení. Stále častěji je proto k propojování řídkěji osídlených oblastí užíváno bezdrátových spojů, které jsou ve vhodných případech schopny zajistit užitnou hodnotu obdobnou sítím optickým, avšak za násobně nižší cenu. Neoddiskutovatelnou doménou bezdrátového připojení je však pomyslný poslední krok ke koncovému zařízení – chytrému telefonu, tabletu, laptopu a v některých případech stolnímu počítači. Z dat publikovaných společností Adaptive Spectrum and Signal Alignment, Incorporated (ASSIA®)² a citovaných v rámci whitepaperu Dynamic

¹ Studie odhadovala měsíční přenos dat o objemu 396 exabytů v roce 2022. Z aktuálních údajů zveřejněných společností Statista vyplývá, že v roce 2022 dosahoval provoz přes internetový protokol hodnoty 333 exabytů za měsíc. Zdroj Cisco: <https://newsroom.cisco.com/c/r/newsroom/en/us/a/y2018/m11/cisco-predicts-more-ip-traffic-in-the-next-five-years-than-in-the-history-of-the-internet.html> ; zdroj Statista:

<https://www.statista.com/statistics/267202/global-data-volume-of-consumer-ip-traffic/>

² *State of Wi-Fi Reporting, Reliably Fast Broadband & Wi-Fi for the Home, Adaptive Spectrum and Signal Alignment, Incorporated (ASSIA®)* dostupný na: <https://dynamicspectrumalliance.org/wp-content/uploads/2021/06/ASSIA-DSA-Summit-Presentation-v7.8.pdf>



Spectrum Alliance³ se podává, že celých 92% datového provozu v pevných sítích v Evropě je na koncové zařízení přenášeno bezdrátovými sítěmi technologie Wi-Fi (standard, IEEE 802.11).

V řadách odborné veřejnosti i regulačních úřadů proto probíhá debata o případné nutnosti rozšíření kmitočtů rádiového spektra zpřístupněných pro technologii Wi-Fi a ostatní související technologie založené na bezlicenčním užívání přidělených frekvencí (typicky zejména technologie RLAN, resp. FWA). Právě rozsah dostupných rádiových kmitočtů je totiž v předvídatelné budoucnosti tím zásadním bottleneckem (úzkým hrdlem), který ovlivní kapacitu, rychlost i odolnost bezdrátových spojení při současné konstantně rostoucí poptávce. Je nepochybné, že alokace většího rozsahu spektra bezlicenčnímu užití zejména technologií Wi-Fi umožní přenášet koncovým zákazníkům více dat rychleji a kvalitněji. Jelikož koncoví uživatelé konzumují přístup internetu v pevném místě v drtivé většině případů prostřednictvím domácích či kancelářských sítí Wi-Fi⁴, nelze si bez takového posílení dostupné kmitočtové výbavy reálně představit plnohodnotné čerpání výhod vysokorychlostních domácích přípojek akcentovaných mimo jiné Evropskou unií.

S ohledem na jeho dostupnost a příznivé fyzikální vlastnosti se vhodným kandidátem pro posílení kmitočtové výbavy sítí Wi-Fi, potažmo RLAN či FWA, jeví úsek kmitočtového pásma 5925 - 7125 MHz (zjednodušeně označovaný jako 6 GHz), který je často rozdělován na části 5925 – 6425 MHz (Lower 6 GHz, 6L) a 6425 – 7125 MHz (Upper 6 GHz, 6U). Tento úsek je v případě jeho alokace možné začít využívat prakticky okamžitě, neboť na trhu existuje již bohatý ekosystém zařízení, která s tímto úsekem mohou pracovat. Frekvenční rozsah 5925 - 7125 MHz je nadto klíčový pro plnohodnotné nasazení moderní technologie 802.11ax, označované také jako Wi-Fi 6, která je schopná dosahovat datového přenosu až 9.6 Gbps⁵. Výhodnost přidělu tohoto pásma pro potřeby bezlicenčního užití sítěmi Wi-Fi a souvisejícími dokazuje i skutečnost, že řada předních rozvinutých ekonomik ve světě již toto pásmo pro dané využití alokovalo, a to buď zcela – zde mimo jiné USA, Kanada, Jižní Korea, či Spojené Arabské Emiráty – nebo zčásti – např. Spojené království, Japonsko, Hong Kong, Malajsie, Austrálie a desítky dalších (viz níže v tomto dokumentu).

Diskutovaným konkurentem bezlicenčního užití technologií Wi-Fi potažmo RLAN/FWA ve využití pásma 5925 - 7125 MHz je mobilní technologie označovaná jako International Mobile

³ *How do Europeans connect to the internet 2022*. Dynamic Spectrum Alliance, dostupný na: <https://6ghz.info/wp-content/uploads/2022/06/DSA-White-paper-How-do-Europeans-connect-to-the-Internet.pdf>

⁴ *How do Europeans connect to the internet 2022*. Dynamic Spectrum Alliance, dostupný na: <https://6ghz.info/wp-content/uploads/2022/06/DSA-White-paper-How-do-Europeans-connect-to-the-Internet.pdf>

⁵ *Maravedis in How to realise the full potential of 6 GHz spectrum*. Policy Impact Partners Ltd a Dynamic Spectrum Alliance dostupný na https://6ghz.info/wp-content/uploads/2022/02/6GHz-EMEA_White-Paper_Sept21-EN.pdf



Telecommunications (IMT). O vhodnosti nasazení mobilních služeb IMT v citovaném pásmu probíhají debaty napříč všemi úrovněmi odborné veřejnosti i regulatorních orgánů. Na nejvyšší mezinárodní úrovni má být otázka vhodnosti primární alokace daného pásma službám IMT posouzena v rámci bodu 1.2 Světové Radiokomunikační Konference pořádané na konci roku 2023 (WRC-23) Mezinárodní Telekomunikační Uníí (ITU)⁶. Mnoho států či regulatorních orgánů již svůj postoj ohledně vhodnosti či nevhodnosti určení pásma pro danou službu vyjádřilo⁷. Své postoje vyjádřily také četné organizace či asociace působící v oblasti telekomunikací či v oblastech souvisejících – obzvláště citelně zde zaznívají zejména varování asociací sdružujících provozovatele satelitních spojů, kteří v případě alokace pásma pro IMT argumentují nebezpečím drastického rušení satelitního provozu⁸.

Zástupci odborné veřejnosti sdružení v asociacích působících na území České republiky níže v tomto dokumentu předkládají k posouzení hlavní skutečnosti a motivy, které je třeba zohlednit v rozhodování o postoji k otázce přidělu pásma 5925 - 7125 MHz té které technologii a zároveň doufají že touto formou přiblíží problematiku regulace dotčeného frekvenčního úseku širší platformě čtenářů. Cílem tohoto dokumentu je v konečném důsledku přispět ke zdravému vývoji regulatorního prostředí tak, aby bylo co nejsnáze a nejrychleji dosaženo cílů pokrytí území, domácností i podniků či socioekonomických aktérů vysokorychlostním připojením k internetu a aby co nejlepší využití potenciálu digitální transformace přispělo rozvoji konkurence a udržitelné ekonomiky zejména na území České republiky.

⁶ Program konference dostupný na: https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/md/20/cl/c/S20-CL-C-0069!C1!MSW-E.docx

⁷ Viz např. britský regulátor Ofcom, který odmítl podpořit přidělení pásma technologii IMT ve zprávě dostupné na: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/248770/update-on-upper-6hz-band.pdf

⁸ *Ensuring optimal use of the upper 6Ghz band*. The Global Satellite Operators Association „GSOA“ dostupný na: <https://gsoasatellite.com/news/2619/>

3. Současný stav, budoucí vývoj a potřeby fixních i mobilních sítí

Jak bylo naznačeno již v úvodu tohoto dokumentu, objem dat přenášených prostřednictvím pevných i mobilních sítí setrvale stoupá. Velkou část datového toku tvoří přenos videa⁹, které má svůj význam nejen ve vztahu k volnočasovým aktivitám, stále častěji však také při vzdálené práci, videokonferencích, telemedicině a mnoha dalších aktivitách. Nárůst objemu přenášených dat mezi mobilními a pevnými sítěmi elektronických komunikací nicméně není homogenní. Dramaticky odlišné jsou mezi oběma skupinami technologií také přístupy k zajištění potřebné kapacity, kdy pevné bezdrátové sítě ve standardu Wi-Fi či RLAN/FWA spoléhají typicky na velmi hustou síť zařízení o nižších výkonech, a naproti tomu sítě mobilní jsou tradičně založeny na řídce strukturovaných sítích o menším počtu vysokovýkonových zařízení. Specifika obou typů sítí vedou k odlišné efektivitě v užívání spektra, rozdílné schopnosti vypořádat se s nárůstem objemu přenášených dat a jiných schématech možného rušení rádiového provozu mezi posuzovanými technologiemi. V této kapitole si klademe za cíl prozkoumat, jakou měrou jsou oba posuzované typy sítí v současnosti využívány pro přenos dat na zařízení koncových uživatelů a zároveň do jaké míry je jejich budoucí užívání ohroženo případným nedostatkem spektra.

3.A. Srovnání způsobů konzumace dat v lokální síti a role Wi-Fi technologie

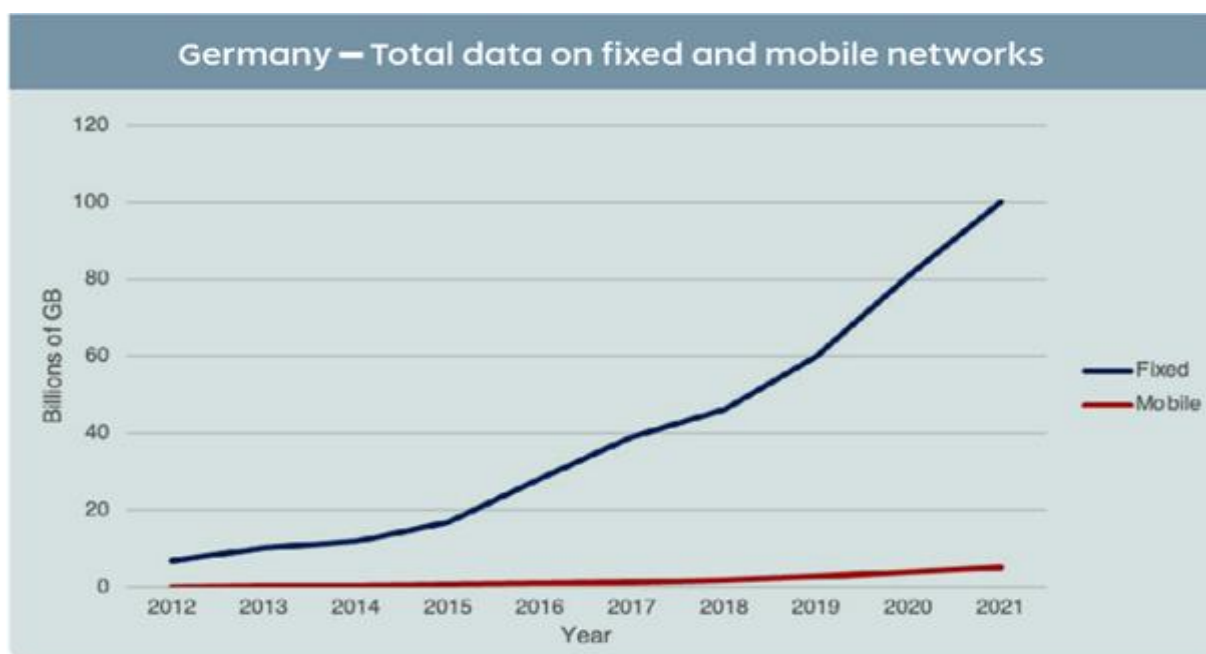
Evropská unie ve strategii Broadband Europe stanovila ambiciózní plán zajistit do roku 2025 všem evropským domácnostem konektivitu o rychlosti alespoň 100 Mbit za sekundu. V nedávném sdělení¹⁰ pak Evropská komise svou ambici ještě rozšířila, když do roku 2030 navrhla pokrýt 100% evropských domácností gigabitovou sítí elektronických komunikací. Shora uvedených cílů nelze dosáhnout bez efektivní regulace zdrojů potřebných pro provoz sítí elektronických komunikací. Maximální možnou podporu je v takovém případě nezbytné alokovat pro technologie, u nichž lze očekávat, že budou mít největší podíl na naplnění vytýčených cílů. Ačkoliv nelze nikdy zcela předvídat technologický vývoj, nemůže zodpovědný regulátor na takové predikce ani zcela kapitulovat. Jeho úvahy zaměřené do budoucna však musí mít racionální a empirický podklad a musí vycházet z reálných a doložitelných trendů přítomných ve společnosti.

⁹ Cisco VNI Forecast update dostupný na:

https://www.ieee802.org/3/ad_hoc/bwa2/public/calls/19_0624/nowell_bwa_01_190624.pdf

¹⁰ Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů: Digitální kompas 2030: Evropské pojetí digitální dekády, dostupný na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0118&from=en>

Absolutní většina datového provozu v Evropě je zajišťována pevnými sítěmi, tj. sítěmi pro přístup k internetu v pevném místě. Tuto skutečnost v jasných a přehledných číslech prokazují výročně zveřejňovaná data evropských regulátorů v oblasti elektronických komunikací. Například každoročně zveřejňovaná zpráva¹¹ německého regulátora (Bundesnetzagentur, BNetzA) zachycuje objem dat přenesených v sítích elektronických komunikací na území Spolkové republiky Německo následovně:

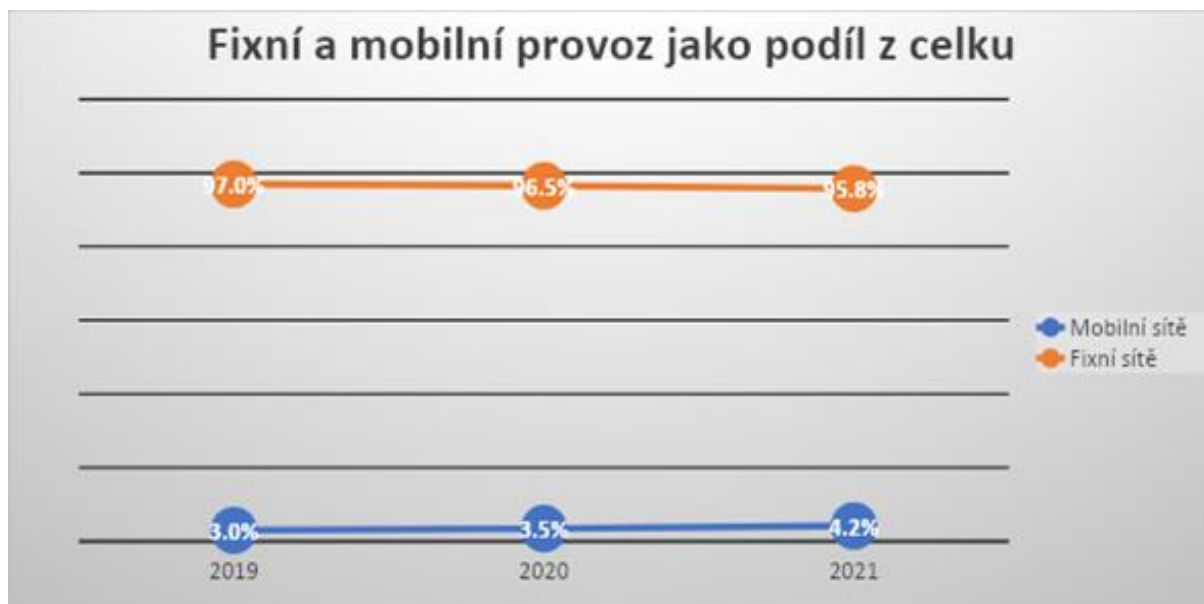


Jak znázorňuje následující graf, panuje velmi podobný stav a vývoj podle údajů ČTÚ také v České republice.

¹¹ Tätigkeitsbericht Telekommunikation dostupná na:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2021/TTB2020.pdf?__blob=publicationFile&v=1



Z uvedeného je patrný konstantní a poměrně rapidní nárůst objemu datového provozu v pevných sítích. Mobilní sítě elektronických komunikací taktéž vykazují růstový trend, míra jejich růstu je však nižší a na celkovém objemu přenesených dat se stále podílejí pouze malým zlomkem. Právě tato disproporce mezi oběma vektory datového provozu je zachycena v grafu uvedeném níže na straně 12 tohoto dokumentu znázorňujícím – na základě dat poskytnutých BNetzA a Ofcom – časový vývoj relativního objemu datového provozu v mobilních i pevných sítích v letech 2012 až 2020. Uvedená data umožňují přímé srovnání mezi objemem datového provozu v pevných sítích na straně jedné a v mobilních sítích na straně druhé.

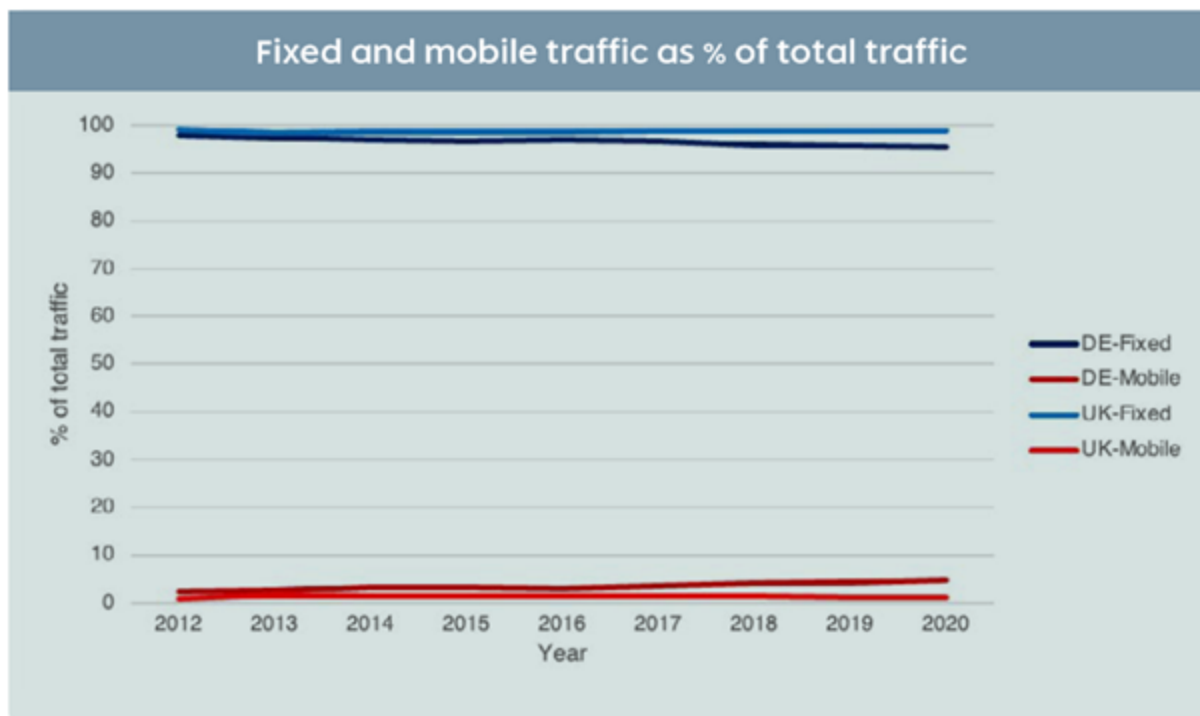


Také údaje zveřejňované ČTÚ se s výše uvedeným v podstatě shodují.

Zprávy zveřejňované dalšími regulátory pak poskytují indikativní údaje o objemu dat na jednoho uživatele v mobilních sítích a na jednu přípojku v případě sítí pevných. Tato data sice bez dalšího neumožňují přímé srovnání, lze z nich ale vyčíst obdobný trend jako v případě publikovaném BNetzA: Provoz v pevných i v mobilních sítích zaznamenává rapidní nárůst, objem mobilního datového provozu je však dramaticky nižší než objem provozu v pevných sítích.

Shora uvedený závěr podporují například data publikovaná britským regulátorem OFCOM ve výroční zprávě o telekomunikačním trhu (Communication Market Report¹²), jež zahrnují průměrný objem užitých dat za měsíc na účastnické širokopásmové přípojce v pevné síti a průměrné měsíční datové objemy uživatele mobilní datové služby. Tato data poukazují na rapidní nárůst dat zprostředkovaných prostřednictvím fixního připojení. I zde přitom zůstává mobilní datový tok relativně omezený.

Porovnání dat obou zmiňovaných regulátorů nám umožňuje sledovat společné trendy i drobné divergence na obou sledovaných územích. Jak znázorňuje následující graf, v obou případech platí, že podíl mobilních datových služeb na celkovém objemu přenesených dat je nižší, než jak je tomu v případě služeb poskytovaných v pevném místě. Celkově lze uzavřít, že z dat obou regulátorů vyplývá podíl mobilních dat na celkovém objemu datových toků v sítích elektronických komunikací ve výši zhruba 5%.



¹² Dostupná na: <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/multi-sector-research/cmr>



Jako další nástroj možné komparace a zobecnění se pak nabízí zprávy publikované přímo výrobcí zařízení. Zpráva společnosti Ericsson¹³ odhaduje že celosvětový objem datového toku na jeden chytrý telefon za měsíc dosahoval v roce 2021 hodnoty 11,4 GB. Ve stejném referenčním časovém období pak dle zprávy společnosti ASSIA¹⁴ pevné sítě Wi-Fi v pásmu 5 GHz na jedné přípojce v Evropě přenesly 240 GB dat za jeden měsíc. V pásmu 2,4 GHz na technologii Wi-Fi pak činil průměrný měsíční datový provoz na jedné přípojce zhruba 160 GB za měsíc. Ačkoliv i zde nacházíme obdobné metodologické rozdíly (měření na uživatele vs. měření na přípojku) rozdíly mezi objemy přenesených dat v obou případech jsou natolik markantní, že umožňují učinit závěr v tom smyslu, že data zveřejněná regulátory BNetzA a OFCOM skutečně zachycují obecný trend, od kterého lze odvozovat úvahy o využití jednotlivých typů sítí v budoucnu.

Zpráva společnosti ASSIA “State of Wi-Fi” citovaná v dokumentu Dynamic Spectrum Alliance nazvaném How do Europeans connect to the internet 2022¹⁵ v detailu zachycuje, jakým způsobem je datový provoz ve fixních sítích dopravován na koncová zařízení zákazníků v Evropě. V tomto ohledu uvádí, že každý den je zákazníkům v pevných sítích prostřednictvím technologie Wi-Fi doručeno 45,1 GB dat, pouze 3,8 GB dat je pak v pevných sítích doručováno jinými technologiemi, jako například prostřednictvím ethernetového připojení. **Lze tak uzavřít, že v Evropě Wi-Fi přenáší přes 90 % celkového objemu dat přeneseného ve fixních širokopásmových sítích.**

Je jednoznačným trendem posledních let, že uživatelé chtějí mít domácí zařízení připojené přes Wi-Fi. Většina zařízení v dnešní době již ani není vybavena „konektorem“ pro drátové připojení. Z ohlasů operátorů pevných sítí plyne, že nejčastější „závadou“, kterou jejich uživatelé reportují je rychlost připojení koncových domácích zařízení. Tato situace nastává paradoxně nejčastěji v případech, kdy je domácnost připojena velmi kapacitní technologií – tedy nejčastěji optickým připojením až do sítě uživatele. V těchto případech zákazníci nejvíce pociťují rozdíl mezi smluvně deklarovanou rychlostí a jejich empirickou zkušeností či měřením prostřednictvím veřejně dostupných služeb. Až 80% případů potíží s rychlostí připojení na optických přípojkách hlášených koncovými uživateli je způsobeno problémy s konzumací připojení na domácí bezdrátové (Wi-Fi) síti uživatele. Operátoři na svých PON sítích nabízejí v ČR běžně rychlosti 1 Gbps a začínají se objevovat nabídky založené i na vyšších rychlostech. Tady ovšem dochází k situaci, kdy je až do bytu zákazníka přivedena velmi rychlá přípojka, která je následně

¹³ Ericsson’s mobility report dostupná na: https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report?gclid=Cj0KCQjw_4-SBhCgARIsAAlegrUKjmnjS1zOluLsX-3tzRZsyP57YIU55d7wAcPOQAMwLweyHakhWasaAty9EALw_wcB&gclsrc=aw.ds

¹⁴ State of Wi-Fi Report, dostupný na: <https://assia-inc.com/assia-reports/>

¹⁵ How do Europeans connect to the internet 2022. Dynamic Spectrum Alliance, dostupný na: <https://6ghz.info/wp-content/uploads/2022/06/DSA-White-paper-How-do-Europeans-connect-to-the-Internet.pdf>



degradována až na desítky megabitů, protože domácí bezdrátové sítě nejsou schopny takové rychlosti distribuovat v rámci domácnosti.

Aby domácí zákazník mohl konzumovat domácí připojení na Wi-Fi v rychlostech stovek megabitů, potřebuje mít k dispozici v prostorách svého bytu alespoň 80 MHz nepřiliš zarušeného pásma. Pokud budeme hovořit o možnosti konzumovat rychlosti na koncových zařízeních prostřednictvím Wi-Fi s rychlostmi 1 Gbps a výše, bude k tomu potřeba 160 MHz rádiového spektra. K tomu však nebude současný přiděl pro provoz indoor RLAN zařízení postačovat. Rozsah kmitočtů pro indoor RLAN (včetně pásma 6L) nyní umožňuje jen 3x160 MHz nerušících se kanálů. Je třeba vzít v úvahu, že pro skutečně vysokorychlostní využití wifi v domácnostech je nutné použít wifi access point téměř v každé místnosti pokrytého prostoru (systém je označován pojmem domácí mesh síť). Každý takový access point samozřejmě musí pracovat na jiném frekvenčním kanále, takže pro vytvoření výkonné domácí mesh sítě ve čtyř pokojovém bytě není v současnosti dostatek přiděleného spektra. Zcela nedostatečné je frekvenční vybavení pro pokrytí vnitřních prostor veřejných budov.

3.B. Nakolik jsou mobilní sítě v České republice ohroženy nedostatkem spektra

Již nyní lze s jistotou říci, že mobilní sítě elektronických komunikací čeká, stejně jako síť fixní, v následujících letech úkol, jak se vypořádat s razantním nárůstem objemu přenášených dat. Předpoklady růstu objemu dat se liší, ovšem všechny odhady pracují s nárůstem objemu, který bude vůči dnešním hodnotám násobný. Nelze však bez dalšího uzavřít, že by mobilní sítě z tohoto důvodu čelily akutnímu nedostatku alokovaných rádiových kmitočtů. Klíčové aspekty, které se v tomto posouzení projevují, stejně tak jako mitigační opatření, jež lze aplikovat k předejití stavu, kdy by se nedostatek přidělených rádiových kmitočtů stal úzkým hrdlem, uvádíme níže v tomto oddílu. Výčet těchto opatření není úplný a k jednotlivým případným krokům jsou uvedeny jen stručné poznámky. Podrobnější argumentace a rozvedení jednotlivých témat by byly na rámec rozsahu tohoto materiálu.

1. Plné využití již přidělených kmitočtů

Pro potřeby mobilních sítí je v České republice vyhrazeno celkem 1198 MHz rádiových kmitočtů pod 6 GHz. Čeští mobilní operátoři mají z toho souhrnně přiděleno přes 960 MHz frekvenčních pásem vhodných pro mobilní služby¹⁶. Z toho je 189 MHz v pásmu pod 1 GHz a 775 MHz v Mid-band pásmech (za Mid-band pásma označujeme pásma v rozmezí 1 GHz až 6 GHz). Tato

¹⁶ Zdroj: Český telekomunikační úřad



frekvenční výbava je v evropském kontextu zcela standardní a ve světovém měřítku je spíše nadprůměrná.

Pásmo MHz	Suma MHz
700	60
800	60
900	69
1800	150
2100 TDD	15
2100 FDD	120
2600 TDD	50
2600 FDD	140
3400-3800	300

Aktivní technologie	Počet stanic
do 1 GHz bez Mid-band	6,5 tis.
s Mid-band	12,9 tis.

Počet stanic dle odhadu autorů na základě dat z otevřených zdrojů.

V České republice je k dnešnímu dni v provozu přes 19 tisíc základnových stanic zajišťujících mobilní datové služby. Samotný tento počet je relativně nízký. Posoudíme-li, že v České republice je evidováno více než 23 tisíc základních sídelních jednotek¹⁷, znamená uvedená hodnota, že na jednu základní sídelní jednotku připadá v průměru méně než jedna základnová stanice mobilní služby. Takto malý počet základnových stanic hovoří o přístupu mobilních operátorů založeném na pokrývání rozsáhlých území jediným vysílačem, který z toho důvodu pracuje s výrazně vyššími vysílacími výkony a ke svému provozu potřebuje větší úsek spektra, než jak by tomu bylo v případě paralelního provozu většího počtu vysílačů v hustěji strukturované síti (což je přístup typický pro systémy RLAN/FWA při užití nelicencovaného spektra).

Zhruba jedna třetina¹⁸ z těchto základnových stanic mobilní služby se nachází v okrajových částech sítě, na kterých nejsou mobilními operátory vůbec užívána Mid-band pásma, ačkoliv jsou tato pásma mobilním službám přidělena a jsou pro poskytování datových služeb velmi vhodná. Na značné části území České republiky obsluhované mobilními službami tak Mid-band

¹⁷ Viz data publikovaná Českým statistickým úřadem dostupná na:
https://www.czso.cz/csu/rso/dily_zakladnich_sidelnich_jednotek

¹⁸ Budoucí využití pásma 6 GHz, Policy paper Asociace provozovatelů mobilních sítí, dostupný na:
<https://apms.cz/wp-content/uploads/Budouci-vyuziti-pasma-6-GHz-Policy-paper-APMS.pdf>, str. 17

pásmo leží ladem. Popsaný frekvenční deficit mobilní operátoři zdůvodňují nízkou ekonomičností provozu Mid-bandových pásem v předmětných lokalitách vyplývající z malého počtu uživatelů těchto základnových stanic¹⁹. Stejně tak platí, že v mnoha lokalitách nejsou mobilními operátory plně užívána i další pásma, a to např. pásmo 700 MHz. Mnohé z přidělených kmitočtů nejsou na řadě základnových stanic provozovány vůbec. Zejména nasazení kmitočtů v kapacitních pásmech 2,6 a 3,4-3,8 GHz je u nás velmi nízké a nedosahuje ani 4% možného stavu.

Pásmo	Sektorů v provozu	Aktivních GHz	Sektorů po doplnění	GHz po doplnění
700	22 tis.	155	48 tis.	320
800	48 tis.	336	48 tis.	320
1800	29 tis.	497	29 tis.	482
2100	23 tis.	304	29 tis.	435
2600 FDD	1 tis.	19	29 tis.	161
2600 TDD	2 tis.	17	29 tis.	451
3,4-3,8	do 1 tis.	26	29 tis.	709

Dle odhadu autorů z dat dostupných na gsmweb.cz a dalších otevřených zdrojů.

Z přehledu vyplývá, že nyní mobilní sítě aktivně využívají zhruba 1,35 THz na pásmech, která již mají přidělená. Pokud by došlo ke zprovoznění technologie pracující s pásmem 700 MHz na všech základnových stanicích a na 12,9 tis. existujících stanicích k doplnění zařízení plně využívajících přidělená Mid-band pásma, mobilní sítě by mohly aktivně používat 3,2 THz pásma, tedy více než dvojnásobek jejich současné frekvenční výbavy.

Výše uvedená kvantifikace nadto pracuje pouze se stávajícím počtem základnových stanic a není v ní zahrnuto případné navýšení jejich počtu. Zahuštěním sítí přidáním sektorů na stejné základnové stanice (převážně v pásmech 2,6 a 3,4-3,8 GHz), na kterých je už nyní Mid-band v provozu, by došlo k navýšení efektivního použití přidělených kmitočtů o 137%. Zahuštění sítí přidáním sektorů lineárně zvýší kapacitní schopnost mobilních sítí, přičemž se předpokládá, že tato změna bude vyžadovat jen minimální dodatečné investiční náklady nad rámec pořízení příslušné rádiové technologie, neboť přípojná kapacita do páteřní sítě by měla být již nyní dostatečná i pro navýšený datový tok. **Lze konstatovat, že stávající mobilní sítě nevyužívají své frekvenční přiděly naplno a využívají je jen z necelé poloviny.**

Značnou informační hodnotu má v daném kontextu srovnání s frekvenčním rozsahem v Mid-band bezlicenčních pásmech 2,4 a 5 GHz, které jsou v České republice užívány bezdrátovými sítěmi pro pevné připojení k Internetu. Rozsah bezlicenčních pásem pro outdoor RLAN sítě činí

¹⁹tamtéž



563,5 MHz²⁰. Fixní bezdrátové sítě v České republice tak v Mid-band pásmech využívají o 40% méně frekvenčního pásma než mobilní sítě a přesto dokážou přenést významně větší objem dat ke svým uživatelům²¹. **I tento fakt dokládá, že české mobilní sítě mají velké rezervy v možné kapacitě přenosů dat a další přiděl kmitočtů mobilní službě by vedl ke značné neefektivitě při nakládání s rádiovým spektrem** jakožto z podstaty věci omezeným přírodním zdrojem.

2. Využití dalších frekvencí mobilními sítěmi v následujícím období

V současné době je službám IMT v České republice přiděleno 100 MHz rádiových frekvencí, na kterých nejsou provozovány mobilní služby – jde o přiděly společnosti *NORDIC*. Je pravděpodobné, že se tato situace změní a využití těchto kmitočtů posílí mobilní sítě, k dnešnímu dni se tak však prozatím nestalo. Do úvah o rozšíření frekvenční výbavy mobilních sítí lze zahrnout i pásmo 3,8-4,2 GHz, které v rámci Evropy směřuje k přidělení pro IMT. V rámci Mid-band je vhodné dále zmínit i pásmo 3300-3400 MHz jako kandidátské pásmo. V souhrnu je velmi pravděpodobné, že české mobilní sítě mohou počítat ve střednědobém horizontu s dalšími možnostmi rozšířit použité frekvence o téměř 600 MHz. To představuje téměř zdvojnásobení současných přidělů s přímým dopadem do schopnosti navýšit kapacitu mobilních sítí.

Zvláštní kapitolou jsou milimetrová pásma. Zejména pásmo 26 GHz je velmi nadějně, když v opatření obecné povahy PV-P/2/10.2020-10 se uvádí „V pohyblivé službě je kmitočtové pásmo 24,25–27,5 GHz celosvětově harmonizováno pro mobilní komunikace IMT. Dané pásmo patří k prioritním pásmům pro zavádění sítí IMT/5G v členských státech EU.“ Mobilní operátoři v severní Americe již provozují 5G sítě v pásmu 26 GHz a také telefony dodávané na tamější trhy tato pásma podporují. Nejsou žádná technologická omezení, která by bránila možnosti využití 3250 MHz v pásmu 26 GHz v mobilních sítích i v České republice. Kromě pásma 26 GHz, které je už nyní „5G ready“, definuje WRC-23 jako kandidátská pásma pro následující období také pásma 28 GHz a 39 GHz. V obou kandidátských pásmech budou souhrnně k dispozici přiděly o velikosti 6000 MHz.

Lze tedy uzavřít, že ve střednědobém horizontu mohou české sítě IMT očekávat zpřístupnění téměř 600 MHz v Mid-band pásmech a uvolnění ohromného objemu přes 9000 MHz v milimetrových pásmech. **České mobilní sítě tak budou mít v budoucnu dostatek kmitočtového rozsahu pro velmi dynamický rozvoj svých přenosových kapacit a nejsou z tohoto důvodu ohroženy nedostatkem dostupných kmitočtů, který by pro ně působil jako úzké hrdlo.**

²⁰ 2,4 GHz / 83,5 MHz; 5150–5250 MHz s velmi nízkým výkonem 200mW e.i.r.p / 100 MHz; 5470–5725 MHz s výkonem 1W e.i.r.p = 255 MHz; 5725–5850 MHz/ 125 MHz. Celkem 563,5 MHz sdíleného spektra.

²¹ Viz graf v oddílu 3.B. tohoto dokumentu založený na datech publikovaných Českým telekomunikačním úřadem



3. Zvýšení spektrální efektivity prostřednictvím nasazení 5G NR

Pokrytí počtu obyvatel technologií 5G je v ČR deklarováno jako poměrně vysoké (přes 65%), reálné využití 5G sítí je u nás však prozatím nízké. Počet sektorů pracujících u nás v pásmu 700 MHz na technologii 5G nedosahuje ani poloviny oproti počtu sektorů v pásmu 800 MHz pracujících ve standardu 4G. Nasazení 5G technologií v hlavních Mid-band pásmech 2,6 GHz a 3,4-3,8 GHz je takřka zanedbatelné.

Prozatím pozvolný nástup 5G technologií je zpomalován také nízkou penetrací populace „5G ready“ zařízeními, která nedosahuje ještě ani čtvrtiny. Tato situace se však v blízké budoucnosti dramaticky promění, protože prodeje 5G zařízení prudce stoupají. Obecně lze konstatovat, že přeměna mobilního ekosystému v ČR na standard 5G začala a bude zrychlovat.

Technologie standardu 5G NR má významně vyšší spektrální efektivitu než technologie 4G LTE. Zatímco 4G má v downlinku (ve směru k uživateli) spektrální účinnost mezi 0,074 až 6,1 bitů/s/Hz (bitů za sekundu na hertz), 5G sítě slibují účinnost mezi 0,12 až 30 bitů/s/Hz, v čemž se silně projevuje vliv technologie massive MIMO využívané v 5G sítích. Kvalifikované odhady reálně dosahované spektrální efektivity 5G NR sítí hovoří o 2-3 násobku oproti 4G LTE, přičemž řada předpovědí je i optimističtějších. **Přechodem mobilních sítí na standard 5G NR dojde k výraznému navýšení kapacitních schopností mobilních sítí prostřednictvím efektivnějšího využívání kmitočtů.**

4. Nasazení milimetrových vln coby hlavního řešení

Mobilní sítě jsou charakteristické tím, že požadavky na jejich kapacitní možnosti jsou až dramaticky proměnlivé v závislosti na umístění základnových stanic. Zatímco ve zcela okrajových oblastech se počet uživatelů každé buňky pohybuje i v jednotkách, v exponovaných lokalitách velkých měst se pohybuje v tisících. Tuto disproporci lze řešit buď navýšením objemu použitých frekvencí na exponované základnové stanici a/nebo snížením počtu obsluhovaných uživatelů prostřednictvím zahuštění sítě dalšími základnovými stanicemi. (Pozn. doplňkovým řešením je samozřejmě i použití efektivnější technologie.) Zde je však na místě poznamenat, že navýšení objemu použitých frekvencí se může pozitivně projevit pouze v nejvíce exponovaných oblastech, v oblastech s běžným vytížením, či v oblastech okrajových případně nově přidělené kmitočty ke zlepšení služeb nepovedou, neboť – tak jak je tomu z důvodů popsaných výše již nyní – s největší pravděpodobností nebudou z ekonomických důvodů v takových zeměpisných oblastech vůbec užívány. Naproti tomu zahuštění sítě ve velice exponovaných oblastech by napomohlo homogenizovat zátěž napříč regiony a napomůže vyšší efektivitě v užívání rádiových kmitočtů.



Oběma přístupům nicméně výborně vyhovují milimetrová kmitočtová pásma (za milimetrová pásma jsou obvykle označována pásma v rozmezí 30 – 300 GHz, avšak v českých podmínkách je jako milimetrové pásmo chápáno například i pásmo 26 GHz). V milimetrových pásmech jsou k dispozici nesmírně velké objemy frekvencí přičemž současně platí, že fyzikální vlastnosti milimetrových vln jsou vhodné pro husté umístování základnových stanic, neboť podmínky jejich šíření prostorem vedou k nízké míře vzájemného rušení. Použití milimetrových vln je ve standardu 5G navíc doplněno technologií Dual connectivity, která řeší problémy s vysokými výkyvy v kvalitě signálu na milimetrových vlnách.

U milimetrových vln je nutné počítat s nižšími modulačními schémata při přenosu dat, což způsobí pokles spektrální efektivity v porovnání s přenosy na nižších pásmech. Nicméně šířka kanálu v pásmech 26, 28 a 39 GHz je určena až na 400MHz, což je 4x více než např. v C-band pásmech (tj. primárně v pásmu 3-4 GHz). Hlavní výhodou milimetrových pásem ovšem je, že dostatek frekvencí v těchto pásmech umožní využití maximální šíře kanálu pro každé zařízení, což na doposud používaných frekvencích v České republice není možné.

Nasazení milimetrových vln do vysoce exponovaných lokalit lze bez nadsázky označit za znak moderního přístupu k budování mobilních sítí. **V podstatě lze konstatovat, že bez použití milimetrových vln nelze reálně uvažovat o tom, že by mobilní sítě byly do budoucna schopny odbavit požadavky na objem přenosu dat bez přísných FUP (Fair Use Policy) opatření omezujících uživatele ve spotřebě dat.** Jakékoli navýšení frekvenčních přidělů v nižších pásmech nebude nakonec dostačující a bude znamenat jen oddálení doby nasazení milimetrových vln.

U budování nových základnových stanic mobilní operátoři často argumentují složitostí a nákladností celého procesu. Tento argument však není zcela přiléhavý. Celosvětovým trendem totiž nyní je outsourcing výstavby pasivní infrastruktury a její využití vícero operátory současně, což vede k podstatnému snížení nákladů na výstavbu základnových stanic oproti dosavadnímu tradičnímu systému založenému na exkluzivitě a tím pádem redundanci. Také v České republice došlo k separaci operátorských činností od provozu infrastruktury již v případě dvou mobilních operátorů (O2 a Vodafone). Jsou zde tedy dány předpoklady k tomu, aby u nás nevznikaly nákladné nové základnové stanice sloužící potřebám vždy jen jediného operátora, jak tomu bylo často dosud. **Sdílení infrastruktury mezi mobilními telekomunikačními operátory podstatně snižuje složitost i nákladnost budoucí výstavby nových základnových stanic nutných pro nasazení milimetrových vln ve významném rozsahu. Lze tak uzavřít, že provozovatelům mobilních služeb elektronických komunikací se již nyní otevírají dveře k ekonomicky únosnému dramatickém navýšení kapacitních schopností jejich sítí.**



3.C. Outdoor RLAN

Přestože tento materiál se primárně věnuje problematice přidělení 6U pásma, je vhodné alespoň okrajově zmínit souvislosti s outdoor RLAN.

Bezdrátové sítě RLAN (nepřesně označované jako Wi-Fi) hrají v České republice v mezinárodním srovnání poněkud unikátní a v každém případě reálně nezastupitelnou roli. Rozmach těchto sítí souvisí s velmi širokou základnou poskytovatelů služeb fixního připojení k internetu (ISP²²) v České republice. Tito zpravidla malí a střední ISP často zahájili své podnikání právě jako provozovatelé bezdrátových sítí připojujících obce a města technologií RLAN. Relativně nenákladné nasazení této technologie spolu s dobrou schopností pokrývat i větší zeměpisné území kvalitním připojením historicky umožnily boom přístupu k internetu na venkově, avšak svou roli sehrály i ve větších městech. Lze bez nadsázky říci, že nebývale živá hospodářská soutěž na trhu fixního připojení v České republice a konkurenční výhody, které z ní plynou pro koncové spotřebitele, jsou následkem právě ranného nasazení technologie RLAN v masivním měřítku. V dnešní době jsou zmiňovanými ISP v některých případech bezdrátové linky nahrazovány optickými kabelovými spoji, zavedení optické infrastruktury do odlehlejších či řídceji osídlených oblastí je však i dnes často neekonomické a bezdrátové sítě RLAN tak sehrávají nezastupitelnou roli při zajišťování kvalitního a cenově dostupného internetu na velké části zeměpisného území České republiky.

Bylo by přitom chybou domnívat se, že outdoorové bezdrátové sítě technologicky ustrnuly na úrovni Wi-Fi připojení nasazovaných na přelomu století. Technologie Wi-Fi se neustále dynamicky rozvíjí, přičemž již nyní dostupný standard Wi-Fi 6 je technologicky plně srovnatelný s mediálně známější mobilní sítí 5G, nastupující technologie Wi-Fi 7 pak mezi bezdrátovými technologiemi představuje technologickou špičku. Oba uvedené standardy, tj. Wi-Fi 6 a Wi-Fi 7 jsou schopny poskytovat vysokorychlostní a vysokokapacitní připojení na úrovni kabelových sítí s velmi vysokou kapacitou (VHCN) dle kategorizace Evropské komise i sdružení regulátorů BEREC.

Jak již bylo uvedeno výše, venkovní Wi-Fi hrají v České republice naprosto nezastupitelnou roli a na jejich provozu je závislé kvalitní připojení k internetu na nezanedbatelné části území. Jako každá bezdrátová technologie, i tyto sítě jsou nicméně kapacitně závislé na dostupném kmitočtovém spektru. Mají-li tyto sítě do budoucna navyšovat své rychlostní a kapacitní schopnosti v návaznosti na vzrůstající potřeby koncových uživatelů, je více než vhodné posílit spektrální výbavu Wi-Fi sítí zpřístupněním dalších kmitočtových úseků. Pro outdoorové RLAN sítě (označované také jako Wi-Fi) je nyní v České republice vyhrazeno 480 MHz kmitočtového

²² Internet Service Providers



spektra, přičemž jak vyplývá z níže uvedené tabulky, určitá část těchto kmitočtů je nadto zatížena omezeními. Pro srovnání rekapitulujeme, že mobilní sítě nyní využívají rozsah téměř dvojnásobný rozsah spektra, a to 960 MHz.

Pásmo MHz	Suma MHz	Pozn.
5200	100	Snížený výkon
5400-5700	255	
5800	125	Mimo oblasti mytných bran

Outdoorové RLAN (Wi-Fi) sítě mají dle počtu přípojek v České republice tržní podíl 28,4% z celkového počtu pevných přípojek. Kdybychom chtěli odhadnout objem dat přenášených těmito Wi-Fi sítěmi, je třeba zohlednit kapacitní možnosti jednotlivých technologií. Při zohlednění tohoto přístupu podíl na celkových přenosech fixních sítí v ČR činí u Wi-Fi sítí 19,6-28,4%. Objem dat přenesených prostřednictvím outdoor RLAN sítí představuje 1,5-2,2x násobek proti objemu dat přenesených v IMT sítích i se započtením přenosu na fixní LTE technologii. Z toho je patrné, že outdoor RLAN technologie mají v ČR mimořádný význam a navýšením frekvenčního přidělu pro jejich provoz by mělo okamžitý benefit v navýšení objemu dat konzumovaných účastníky připojených do pevných sítí využívajících outdoor RLAN technologie.

Nezanedbatelnou výhodou sítí outdoor RLAN oproti mobilním sítím IMT je přitom schopnost RLAN sítí koexistovat s domácími (indoor) Wi-Fi systémy, které – jak bylo popsáno výše – zajišťují drtivou většinu provozu na koncových zařízeních při fixním připojení. Jak vyplývá ze zkušenosti členů asociací, které jsou autory tohoto materiálu, za celou dobu zpřístupnění pásma 5,2 GHz pro bezlicenční užití sítěmi Wi-Fi nevystala nutnost zahájit jakékoliv řízení řešící rušení v dotčeném pásmu mezi systémy outdoor a indoor Wi-Fi. Obdobně hovoří také zkušenosti z jiných zemí, kde je dané pásmo sdíleno pro bezlicenční provoz outdoor i indoor aplikací.

Zásadní odlišnost technologie Wi-Fi a systémů IMT přitom znamená, že v rámci provozu sítí IMT by k rušení při penetraci mobilního signálu do interiéru v témže pásmu zákonitě docházet muselo. Pragmaticky nahlíženo lze říci, že vysokovýkonové systémy IMT by buď domácí Wi-Fi efektivně rušily, nebo by do interiéru nepronikaly a pro koncové zákazníky v domácnostech by tak byly nepoužitelné.



Pozitivní koexistenci outdoor a indoor Wi-Fi sítí lze konečně dovodit i z úspěšného přidělení pásma 6 GHz a provozu obou technologií v daném pásmu v Severní Americe, zejména pak v USA a Kanadě, obdobně pak i v mnoha dalších státech světa tak, jak vyplývá z přehledu, který je přílohou č. 1 tohoto materiálu.

4. Současné využití pásma 6 GHz

Pro posouzení vhodných cest regulace pásma 5925 - 7125 MHz je vhodné zabývat se i jeho stávajícím užitím v národním, evropském i celosvětovém kontextu. Současné způsoby užívání spektra jsou významné při posuzování kompatibility provozu té které služby s případnými stávajícími aplikacemi využívajícími pásmo 6 GHz, což se projeví zejména (avšak nejenom) v národním měřítku. Stejně tak má ale neoddiskutovatelný význam hledání synergií napříč různými zeměpisnými oblastmi. Evropa jistě může získat výhody přijetím společného přístupu k regulaci daného pásma, a to díky standardizaci a přeshraniční kompatibilitě. Silné synergické efekty se ale mohou projevit také díky sladění postupu s předními světovými ekonomikami – takto lze například výhod spočívajících ve větší šíři na trhu dostupných zařízení, neboť výrobci se z logických důvodů budou svou produkcí zaměřovat na trhy s největší očekávanou poptávkou.

4.A. Současné využití pásma – Národní

Na úrovni České republiky je využití pásma 6 GHz upraveno Plánem využití rádiového spektra, který je na základě zákonného zmocnění vyplývajícího z § 16 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích, ve znění pozdějších předpisů vydáván jako opatření obecné povahy Českým telekomunikačním úřadem – konkrétně částí plánu využití rádiového spektra č. PV-P/19/09.2021-9 pro kmitočtové pásmo 5,925–10 GHz. Toto opatření obecné povahy ve svém čl. 2, odst. 1 charakterizuje příslušný úsek spektra následovně: *„Popisované pásmo je díky fyzikálním vlastnostem rádiových kmitočtů jedním z důležitých pásem pro pevnou službu, a to pro civilní i necivilní mikrovlnné spoje s malou a střední kapacitou na velké vzdálenosti. Pásmo je významně využíváno také družicovou pevnou službou, službou rádiového určování (radionavigací a radiolokací) a rovněž vědeckými službami.“* S ohledem na legitimní očekávání uživatelů pásma je významný čl. 4, odst. 2 téhož OOP, z něhož plyne záměr zajistit ochranu stávajícího využití pásma.

Pásmo 5 945 - 6 425 MHz je dle plánu využití rádiového spektra možné využívat k provozu následujících služeb:

- 1) Zařízení krátkého dosahu, mimo jiné zařízení v aplikacích městských drážních inteligentních dopravních systémů ITS nebo zařízení pro všeobecné použití ultraširokopásmové technologie, zařízeními pro sledování polohy, zařízeními zabudovanými v motorových a železničních vozidlech a zařízeními na palubách letadel.

- 
- 2) Pevná služba, a to spoje typu bod-bod s kmitočtovým dělením (FDD) s duplexním odstupem 252,04 MHz
 - 3) Družicová pevná služba ve vzestupném směru (uplink)
 - 4) Pohyblivá služba, přičemž sledované pásmo lze využívat v souladu s příslušnými rozhodnutími Komise a CEPT systémy WAS/RLAN⁷⁾ za podmínek dle všeobecného oprávnění.
 - 5) Radioastronomická služba, přičemž dle PVRS i Řádu musí uživatelé pásma 6650–6675,2 MHz přijímat veškerá uskutečnitelná opatření k ochraně této služby.
 - 6) Služba družicového průzkumu Země a služba kosmického výzkumu, ve sledovaném pásmu nicméně pouze k využití pasivních mikrovlnných služeb.

Shora uvedené podmínky úzce korelují s harmonizačním záměrem Evropské Unie dle Zprávy ERC č. 25: Evropská tabulka přidělení kmitočtů a aplikací v kmitočtovém pásmu 8,3 kHz až 3000 GHz, rev. 2020 [ERC Report 25: European Table of Frequency Allocations and Applications in the frequency range 8.3 kHz to 3000 GHz, rev. 2020].

Z výše uvedeného lze učinit závěr, že uživatelé rádiového spektra v České republice mohou na základě informací uvedených v plánu využití rádiového spektra v současné době počítat s ochranou stávajícího využití všemi výše uvedenými službami. Taková ochrana přitom pro většinu případů užití není možná při využívání dotčeného pásma vysokovýkonovými vysílacími stanicemi pro pokrytí území, které jsou v současné době typické pro mobilní službu, do které spadá i IMT.

V tomto směru nelze nezmínit často diskutovanou možnost rušení provozu družicové služby základnovými stanicemi IMT. Neopominutelnou službou pracující dnes v pásmu 6 GHz jsou totiž systémy družicové služby FSS (ve směru ze Země do vesmíru). Odborná studie ITU 5D/1611-E z 24. ledna 2023 konstatovala rušení družicové služby, pokud by byl úsek 6U vyhrazen pro účely mobilní sítě IMT v režimu celoplošných přiděľů.²³ Jak upozorňuje Global Satellite Operators Association „GSOA”²⁴, část pásma horních 6 GHz je užívána pro uplinky (tj. spoje ve směru Země – vesmír) systémů družicové služby obsluhujícími Evropu a další regiony. To zahrnuje i síť Inmarsat, která zajišťuje kritické komunikační služby evropským občanům, podnikům i státním organizacím. Tato síť je významná například i pro námořní operace v Evropě a zbytku světa a

²³ Studie Sharing and compatibility of FSS (Earth to space) operating in the frequency bands 6 425 – 7 075 MHz and IMT operating in the frequency bands 6 425 – 7 125 MHz dostupná na: <https://www.itu.int/md/R19-WP5D-C-0782/en>

²⁴ Viz článek Global Satellite Operators Association dostupný na <https://gsoasatellite.com/news/2619/>



zajišťuje satelitní komunikaci GMDSS²⁵, který by nebyl schopen provozu, pokud by docházelo k rušení satelitních uplinků v pásmu C-band, čímž by došlo k ohrožení lidských životů. Ve své pozici k bodu 1.2 programu Světové radiokomunikační konference (WRC-23)²⁶ GSOA uzavírá, že užití pásma 6 GHz pro službu IMT by vedlo k nadměrnému rušení čímž by byla dotčená pásma pro pevnou družicovou službu nepoužitelná. Praktické studie provedené členy GSOA a některými regulátory prokazují nadměrnou míru rušení již při velmi nízkém rozšíření IMT přičemž jakýkoliv výkonový limit mobilní služby, který by byl schopen efektivně ochránit družicovou službu (například snížení výkonu na 25 dB) by učinil reálný provoz IMT zařízení nepraktickým. Studie, které predikují míru rušení službou IMT nižší, než je bezpečnostní limit, podle GSOA vycházejí z nerealistických předpokladů. Realizované studie (CEPT/ECC Report 302) přitom prokázaly, že provoz nelicencovaných sítí Wi-Fi je s družicovou službou slučitelnější než provoz IMT. GSOA konečně odkazuje na skutečnost, že v jiných pásmech – například 2655-2690 MHz – již provoz zařízení IMT způsobil zdokumentované škodlivé rušení satelitních přijímačů.

Pásmo 6 GHz je v ČR je v současné době sdílené se směrovými spoji pevné služby dle ETSI 302 217, s přidělitelnou šíří pásma 40 / 80 / 160 MHz, využívané vyššími stovkami zařízení²⁷.

Spodní úsek, 6L, je v současné době využíván spoji pevné služby. Dle databáze ČTÚ je zde přiděleno oprávnění pro zhruba 70 spojů, se šířkou pásma 29,65 MHz, bez perspektivy rozšíření přenosové kapacity kvůli malému duplexnímu rozestupu mezi oběma směry vysílání systému FDD dle ETSI 302 217.

Pro indoor využití je v 6L možné využívat kmitočty službami WAS/RLAN. Všeobecné autorizace využitelná zejména systémy IEEE 802.11 generace Wi-Fi 6 a novější umožňuje kromě vnitřních aplikací také venkovní užití přenosnými stanicemi na zemském povrchu, pevné instalace jsou vyloučené. Omezení venkovního využití je konzervativní metodou ochrany spojů pevné služby. Pro případné využívání úseku 6L venkovními systémy RLAN by musela být vyřešena ochrana spojů pevné služby proti jejich rušení. Nabízejí se metody omezení geolokace základnových stanic, podobně jako je to u systémů WAS/RLAN v úseku 5 725 – 5850 MHz , anebo snížení vysílacího výkonu FWA systémů. Existují silné požadavky ze strany průmyslu – a to nejenom telekomunikačního, na otevření WAS/RLAN i pro venkovní aplikace. Tyto zaznívají pro obě části pásma 6 GHz.

²⁵ Globální námořní nouzový a bezpečnostní systém

²⁶ Pozice dostupná na: <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/GSOA-Agenda-1.2-EN.pdf>

²⁷ Viz veřejná databáze ČTÚ

4.B. Současné využití pásma - Evropská unie

V evropském kontextu bylo využití pásma 5 945–6 425 MHz pro WAS/RLAN harmonizováno Rozhodnutím Komise C(2021) 4240 ze dne 17.6.2021 o harmonizovaném využívání rádiového spektra v kmitočtovém pásmu 5 945–6 425 MHz pro zavádění bezdrátových přístupových systémů, jejichž součástí jsou rádiové místní sítě (WAS/RLAN)²⁸.

Jak vyplývá z recitálu uvedeného rozhodnutí, regulační rámec pro systémy WAS/RLAN provozované v kmitočtovém pásmu 5 945–6 425 MHz, tj. v nižším kmitočtovém pásmu 6 GHz, by měl zlepšit bezdrátové připojení v Unii a umožnit vnitřnímu trhu využívat zdroj spektra, který je potenciálně dostupný na celém světě, a tím výrobcům zařízení přinést velké úspory z rozsahu. Nižší překážky přístupu ke spektru vyplývající z harmonizovaného regulačního rámce usnadní rozsáhlé zavádění interoperabilních zařízení a přístupových bodů, které budou schopny fungovat v rámci systémů WAS/RLAN a měly by sloužit jako důležitá infrastruktura pro připojení pro služby, které doplňují mobilní internetové služby poskytované operátory mobilních sítí. Doporučený rámec identifikuje dva případy použití WAS/RLAN v kmitočtovém pásmu 5 945–6 425 MHz takto: i) zařízení s nízkým výkonem pro použití ve vnitřních prostorech („LPI“), která se smí používat pouze v budovách, vlacích s pokovenými okny a letadlech, kde musí být i trvale umístěna, a ii) zařízení s velmi nízkým výkonem („VLP“), která lze používat ve vnitřních i venkovních prostorech.

4.C. Současné využití pásma - Celosvětové

Jak vyplývá z tabulky, která je přílohou č. 1 tohoto dokumentu, bylo pásmo 6 GHz přiřazeno k bezlicenčnímu užití, které umožňuje provoz technologií Wi-Fi resp. RLAN/FWA, již ve více než padesáti zemích světa, mezi nimiž nechybí ani přední světové ekonomiky jako například USA, či Japonsko. Mnohé z těchto zemí přitom pro daný typ užití alokovaly celý rozsah pásma 6 GHz. Rozsáhlá akceptace zpřístupnění pásma 6 GHz pro Wi-Fi a jiné bezlicenční druhy užití je silným motivačním prvkem pro výrobce k tomu, aby vyvíjeli a dodávali na trh širokou škálu zařízení, která jsou již nyní schopna tvořit ucelený a vzájemně kompatibilní ekosystém zařízení. Tuto teorii potvrzují zjištění publikovaná na webu 6 GHz Coalition²⁹, která již v roce 2022 identifikovala bezmála 800 typů zařízení schopných pracovat v pásmu 6 GHz na technologii Wi-Fi 6 (802.11ax).

²⁸ Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021D1067>

²⁹ Delivering Wi-Fi in 6 GHz in Europe, dostupný na: <https://6ghz.info/wp-content/uploads/2022/09/6-GHz-Infographic-Europe.pdf>



Naproti tomu přiřazení dotčeného pásma mobilním službám IMT je ve světě méně rozšířeno, což nepochybně souvisí i s relativně menším ekosystémem zařízení, která by byla schopna pásmo 6 GHz využívat. Obecně lze říci, že mobilní služba IMT nebude ani v případě alokace pásma 6 GHz schopna toto pásmo v horizontu přinejmenším příštích pěti let využívat³⁰.

³⁰ Ke stejným závěrům dochází například britský regulátor Ofcom, viz *Update on the upper 6 GHz band*, dostupný na: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/248770/update-on-upper-6hz-band.pdf , bod 2.39

5. Úvahy o možných dopadech regulace

Dostupnost gigabitového připojení, tedy budování infrastruktury schopné v případě potřeby poskytovat datové rychlosti s gigabitovou kapacitou (sítě VHCN), je jedním ze základních cílů Evropských strategií, shrnutých ve zveřejněném návrhu Gigabit Infrastructure Act³¹ (GIA), ve Sdělení EK Digital Compass Communication a Rozhodnutí (EU) 2022/2481.

Dalšími jsou:

- a) podpora hospodářské soutěže
- b) podpora vnitřního trhu
- c) podpora zájmu koncových účastníků

Směrnice (EU) 2018/1972, Evropský kodex pro elektronické komunikace, podporuje rozvoj konektivity prostřednictvím sítí s velmi vysokou kapacitou (VHCN) a definuje jako připojení pomocí pevných, mobilních a bezdrátových sítí. Vyjmenované typy přístupových technologií VHCN sítí³² jsou vždy závislé na páteřní a přípojně infrastruktuře založené především na technologiích optických vláken, případně na technologii s obdobnými parametry (mikrovlnné spoje pevné služby).

Pevné páteřní a přípojně optické sítě jsou základním kamenem všech scénářů rozvoje gigabitové infrastruktury.

Dosažení cílů GIA bude možné pouze při zvýšení hustoty přípojných bodů optických vláken. Samotné technologie přístupových sítí pak mohou být založené také na technologii optických vláken s prakticky neomezenou šířkou pásma, a na dvou bezdrátových přístupových technologiích (mobilní, bezdrátové FWA) s obdobnou spektrální efektivitou³³, vyjádřenou poměrem [bit/Hz].

Fixní bezdrátové sítě i mobilní bezdrátové sítě používají podobné technologické a fyzikální vztahy. Metody rádiové komunikace standardizované podle 3GPP protokolů (GSM) a protokolů IEEE 802.11 se velice přiblížily k maximálním teoretickým možnostem rádiového přenosu dat. Další zvyšování modulační rychlosti či další navyšování počtů prostorových streamů, tedy

³¹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/gigabit-infrastructure-act-proposal-and-impact-assessment>

³² BEREC Guidelines on Very High Capacity Networks BOR 20 (165)

³³ Wi-Fi 7; technologie milimetrových pásem; síť 5G; viz oddíl 3 tohoto dokumentu



spektrální efektivity, je dle matematické teorie možné, vedlo by však ke zhoršení klíčových parametrů radiových zařízení (dosah, spolehlivost).

Mobilní i fixní bezdrátové přístupové sítě připojují koncové účastníky sítě z přístupového bodu (AP, Access Point, BTS, eNodeB), nejčastěji z optické infrastruktury. Efektivní obsluha mnoha účastníků sítě v dosahu rádiové viditelnosti AP vyžaduje systémy topologie sítě Bod – Mnoho bodů (P-T-MP, Point to Multipoint), případně MESH (nehierarchický systém Multipoint – Multipoint). Vlastnosti šíření signálu z přístupového bodu jsou klíčově závislé na použité vlnové délce nosného kmitočtu, přičemž platí závislost – čím je nižší frekvence, tím vyšší je dálkový dosah z přístupového bodu. Platí zjednodušená úměra: čím nižší je nosný kmitočet bezdrátové sítě, tím vyšší může být utilizace sítě.

Jak bylo uvedeno již výše, poskytovatelé využívající FWA přístup se všeobecnou autorizací³⁴ (tj. bezlicenční přístup k pásmu) mají v úseku pod 6 GHz k dispozici přiděly v celkové šíři **563,5 MHz**³⁵, sdílené s koncovými uživateli v kmitočtech WAS/RLAN. Další využitelné kmitočty vhodné pro přístupovou síť mají FWA sítě k dispozici až ve všeobecně uvolněném milimetrovém pásmu 60 GHz pro zařízení s krátkým dosahem.

Pro potřeby mobilní služby je přitom vyhrazeno celkem 1198 MHz³⁶ spektra ve fyzikálně prostupnějších spektrálních úsecích 700 – 3700 MHz, s výhledem na přidělení dalších úseků do 4 200 MHz. Přičteme-li úseky nad 6GHz³⁷, je v současné době pro IMT vyhrazeno 4408 MHz spektra. Podstatnou je pro posouzení případné regulace v pásmu 6 GHz skutečnost, že provozovatelé mobilních služeb elektronických komunikací nevyužívají sdílený úsek spektra v rozmezí 5945 MHz až 6425 MHz, které doposud není pro potřeby IMT nasazeno, ačkoliv regulace tuto možnost poskytuje. Pro účely mobilního připojení k sítím elektronických komunikací je tak alokován více než dvojnásobný objem spektra, než jaký je v současné době reálně pro mobilní aplikace užíván.

Síť, která nedokáže připojit z jednoho plně vybaveného přístupového bodu vyšší desítky či potencionálních uživatelů, nebude při plnění požadavků Gigabitové infrastruktury plně konkurenceschopná. U vyšších kmitočtů, zejména v úsecích nad 3 GHz, je prostupnost rádiového signálů objekty problematická a i v případě mobilní bezdrátové infrastruktury je jejich využívání zaměřeno především na připojování fixních objektů. Při užívání těchto kmitočtů tedy dochází ke konvergenci mobilní bezdrátové infrastruktury k FWA. Pouze malá část mobilní

³⁴ Na základě všeobecných oprávnění anebo individuální licence bez nutnosti celoplošné aukce

³⁵ 2,4 GHz / 83,5 MHz; 5150–5250 MHz s velmi nízkým výkonem 200mW e.i.r.p / 100 MHz; 5470–5725 MHz s výkonem 1W e.i.r.p = 255 MHz; 5725–5850 MHz/ 125 MHz. Celkem 563,5 MHz sdíleného spektra.

³⁶ Viz i271_spec_a1 blok pod 1GHz / 237 MHz; i271_spec_a1to6 / 961 MHz

³⁷ Viz i271_spec_aG6 blok nad 6GHz / 3250 MHz



sítě používá vyšší kmitočtové úseky na dokrývání prostor s vysokým zájmem, jako jsou velká nákupní centra, koncertní haly či častá shromaždiště osob.

Preference IMT kmitočtů s autorizací celoplošnou aukcí povede k postupné ztrátě konkurenceschopnosti podniků, kteří poskytují připojení prostřednictvím FWA. Dojde tak k porušení jednoho ze základních cílů Evropské komise, a to zachování konkurenčního prostředí poskytování služeb elektronických komunikací. Kumulace přístupových kmitočtů v dispozici operátorů mobilních povede k podobné tržní situaci, jakou známe u tarifů mobilních sítí. Kvůli dosažení alespoň uspokojivých parametrů sítí elektronických komunikací ve venkovských oblastech bude nutné rozsáhlé veřejné podpory a dlouhodobé regulace s významným negativním dopadem na státní rozpočet.

Budoucí využívání kmitočtů obou subpásem 6 GHz (6L, 6U) by mělo mít podobu všeobecné autorizace, tj. nepředstavovat bariéru pro vstup na trh. Není k dispozici jiný způsob udržení plně konkurenčního prostředí. V případě přidělení kmitočtů toliko pro účely IMT by došlo ke kumulaci spektra v rukách malého množství podnikatelů, využívající specifické technologie. Náprava stavu by nebyla možná, protože skupina produktů založených na IEEE 802.11 by postupně zastarala a pozbyla by důvodu pro provádění nákladného vývoje dalších generací standardů. Nutně by došlo ke změně priorit výrobců čipů a SOC³⁸ a jejich orientaci na 3GPP standard mobilních sítí. Utrpěli by tak koncoví spotřebitelé, což by bylo porušením dalšího základního cíle Evropských strategií.

FWA jako způsob koncového připojení může využívat necelých 60% Evropských domácností³⁹. Zejména v rurálních zemích s venkovskou strukturou obcí není reálný předpoklad plného pokrytí všech domácností plně optickou infrastrukturou až do bytu. Mediánová velikost české obce je přibližně 380 obyvatel. Domácnost tvoří dle ČSÚ na venkově tři lidé, v mediánové obci je 126 domácností, tj. potencionálních zákazníků sítí. Pouze bezdrátová datová síť konvergovaná do pevné služby bude schopná vyhovět požadavkům všech domácností v těchto obcích. Pro lepší představu, počet domácností mediánové obce rozprostřené v katastru přibližně 10km² je stejný, jaký je počet domácností v jednom tří vchodovém panelovém domě městské aglomerace se zlomkovými náklady na pokrytí.

Domácnosti a FWA technologie. Gigabitové rychlosti VHCN infrastruktury vyžadují prostor pro rozšiřování schopnosti přenosu vysoké kapacity dat do každého připojeného zařízení domácí sítě. Dle výroční zprávy společnosti CISCO naroste počet zařízení připojených k internetu v roce 2023 téměř na 30 miliard zařízení a poroste tempem 10% ročně. Nejprudší nárůst nastane

³⁸ Systém na čipu (anglicky system on chip, zkratkou SoC) je integrovaný obvod, který zahrnuje všechny součásti počítače nebo jiného elektronického systému do jediného čipu.

³⁹ Digital Economy and Society Index (DESI) 2022



v oblasti Machine to Machine, (M2M). Podíl zařízení M2M postupně naroste až na 50% všech zařízení. Počet online zařízení na člověka dosáhne ve vyspělé Evropě čísla 9,4. Jak prokazuje i výše citovaná studie ASSIA⁴⁰, taková zařízení, včetně těch osobních, jako jsou mobilní telefony, se připojují v domácnostech k sítím založeným na protokolech Wi-Fi. Zejména v bytových domech se značným počtem bytů bude výhledově potřebné rozšířit využitelné kmitočty domácího Wi-Fi připojení. V tomto ohledu se jeví jako problematické další rozšiřování IMT kmitočtů do pásma horních 6 GHz, které je pro Wi-Fi výhledově použitelné, a to kvůli nutnému předpokladu vzájemné mitigace rušení. V případě využívání horních 6 GHz jako pásma pevné služby s bezlicenčním přístupem je bezproblémové sdílení s vnitřními Wi-Fi sítěmi možné a ve vztahu k sítím v pásmu 5 GHz i osvědčené.

Mobilní bezdrátové technologie jsou kvůli podstatě mobilní služby designované pro všeobecné pokrytí, projektant nezná polohu budoucího účastníka a nedokáže zabezpečit přímou rádiovou viditelnost na koncovou stanici v podobě mobilního telefonu či modemu. Výsledkem je požadavek na vysoký výkon vysílání z přístupových bodů mobilní sítě a vysoká spektrální hustota takového vysílání. Takové vlastnosti mobilní sítě činí prevenci rušení sdílených služeb velmi obtížnou až nemožnou. Rozšíření IMT do 6 GHz pásma tak povede nejen k otázkám mitigace s již přidělenou službou WAS/RLAN, ale také přímo s rušením klíčových družicových služeb, jak uvádí ITU, Radiocommunications Study Groups v dokumentu 5D/1611-E ze 24. ledna 2023⁴¹ a jak upozorňuje již výše citovaná pozice asociace GSOA⁴².

⁴⁰ *State of Wi-Fi Reporting, Reliably Fast Broadband & Wi-Fi for the Home, Adaptive Spectrum and Signal Alignment, Incorporated (ASSIA®)* dostupný na: <https://dynamicspectrumalliance.org/wp-content/uploads/2021/06/ASSIA-DSA-Summit-Presentation-v7.8.pdf>

⁴¹ Studie Sharing and compatibility of FSS (Earth to space) operating in the frequency bands 6 425 – 7 075 MHz and IMT operating in the frequency bands 6 425 – 7 125 MHz.

⁴² Pozice dostupná na: <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/GSOA-Agenda-1.2-EN.pdf>

6. Závěr

Ze všech shora uvedených skutečností lze učinit závěr o tom, že pásmo 5925 - 7125 MHz by bylo přínosem pro využití jak mobilními službami IMT, tak pro bezlicenční užití v pevné službě, které je představováno zejména technologií Wi-Fi. Možnost koexistence obou technologií v témže pásmu je po teoretické stránce sporná, prakticky je však vyloučena, neboť vzájemné rušení by dle nastavení přijímače činilo jednu či druhou službu v dosahu obou technologií nepoužitelnou. I s ohledem na nadcházející konferenci WRC-23 je tedy nezbytné přiklonit se k jednomu či druhému typu řešení.

Kritéria, která musí být v rámci naznačeného rozhodování posouzena jsou primárně následující:

1. Kompatibilita s ostatními současnými způsoby užití spektra
2. Míra reálného užití jedné i druhé skupiny služeb vyjádřená objektivní veličinou jako je například objem přenesených dat
3. Schopnost co nejdříve zahájit efektivní využívání pásma zejména díky dostupným zařízením schopným pracovat v daném pásmu
4. Míra hrozby toho, že jedna či druhá služba bude v dohledné době čelit úzkému hrdlu, které nebude řešitelné jinak než navýšením alokace rádiových kmitočtů
5. Způsobilost alokace kmitočtů efektivně a na co nejdelší období předejít vyčerpání kapacity přenosového media při narůstajícím objemu datového provozu
6. Dostupné synergické efekty díky obdobnému přístupu ostatních států
7. Vliv případné alokace na hospodářskou soutěž.

Výše uvedené kategorie z důvodů uvedených v tomto dokumentu jako vhodnější vykreslují zpřístupnění pásma 6 GHz bezlicenčnímu užití tak, aby v něm mohla být provozována technologie Wi-Fi resp. RLAN/FWA. Z pohledu výše uvedených kritérií lze totiž konstatovat, že dle dostupných informací taková alokace z důvodu typicky nižších vysílacích výkonů základnových stanic ve formátu Wi-Fi oproti stanicím IMT zavedá důvody k nižší míře obav z rušení zejména kriticky důležité družicové služby. Technologie Wi-Fi tvoří v Evropě zcela převažující způsob doručení dat na zařízení koncového uživatele, kdy v klíčové pevné službě dosahuje podílu přesahujícího 90%. Technologie Wi-Fi 6 využívající také pásmo 6 GHz je na trhu již dostupná a zahrnuje široký ekosystém zařízení, které je možné v případě otevření tohoto pásma bezlicenčnímu užití bez nepřiměřeně dlouhých odkladů nasadit, naproti tomu zařízení IMT, která by byla schopna v daném pásmu fungovat jsou prozatím spíše vzácná a podle zjištění DSA⁴³ jsou také výrazně dražší. V případě mobilních služeb, mezi které spadá i IMT, lze hrozby

⁴³ *How to realise the full potential of 6 GHz spectrum* Dostupný na: https://6ghz.info/wp-content/uploads/2022/02/6GHz-EMEA_White-Paper_Sept21-EN.pdf, str. 11



spočívající ve vzniku úzkého hrdla účinně mitigovat efektivním užíváním již přiděleného spektra, a to zejména kapacitních milimetrových pásem a vždy také zahušťováním sítě základnových stanic, která je v dnešní době velmi řídká. Právě zahušťování sítě základnových stanic je také podmínkou dlouhodobé odolnosti sítě proti strmým nárůstům objemu přenesených dat. Výhodným by bylo připojit se ke stále se zvětšující skupině států, jež pásmo 6 GHz právě pro bezlicenční užití již zpřístupnily. Konečně lze také konstatovat, že bezlicenční užití pásma je z podstaty věci otevřeno široké škále subjektů včetně menších regionálních operátorů a umožňuje tak zachování dynamické hospodářské soutěže se všemi výhodami, které z toho plynou pro stát i koncové uživatele.

Po důsledném zvážení všech dostupných informací tedy doporučujeme přijmout pozici, která podpoří zpřístupnění pásma 6 GHz bezlicenčnímu užití mimo jiné technologií Wi-Fi, a naopak odmítne primární přidělení tohoto pásma službě IMT.

Shora učiněný závěr formulujeme nejen na základě analýz a argumentů obsažených ve výše odkazovaných odborných pramenech, nýbrž také na základě dlouholeté praxe členů našich asociací při zajišťování přístupu k internetu občanům i podnikům v České republice. Rozsah tohoto dokumentu brání tomu, aby všechny aspekty dané problematiky by rozvedeny do plné šíře, v každém případě jsme však připraveni na žádost poskytnout konzultace či zprostředkovat údaje i nad rámec toho, co je v tomto dokumentu uvedeno.

7. Přílohy

Příloha č. 1 Seznam států , které zpřístupnily pásmo 6 GHz k bezlicenčnímu užití

Stát	Status	Spektrum
Andorra	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Argentina	Přijato	5925-7125 MHz
Austrálie	Přijato	5925-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Rakousko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Bahrajn	Přijato	5925-6425 MHz
Belgie	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Brazílie	Přijato	5925-7125 MHz
CEPT	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Kanada	Přijato	5925-7125 MHz
Chile	Přijato	5925-6425 MHz
Kolumbie	Přijato	5925-7125 MHz
Kostarika	Přijato	5925-7125 MHz
Dominikánská republika	Přijato	5925-7125 MHz
Egypt	Zvažováno	5925-6425 MHz
El Salvador	Přijato	5925-7125 MHz
Evropská Unie	Přijato	5925-6425 MHz (*přijato pouze pro 5945-6425)

Stát	Status	Spektrum
Faerské ostrovy	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Francie	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Německo	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Gibraltar	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Guatemala	Přijato	5925-7125 MHz
Honduras	Přijato	5925-7125 MHz
Hong Kong	Přijato	5925-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Island	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Irsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Ostrov Man	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Japonsko	Přijato	5925-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Jordánsko	Přijato	5925-6425 MHz
Keňa	Přijato	5925-6425 MHz
Lichtenštejnsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Lucembursko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz

Stát	Status	Spektrum
Malajsie	Přijato	5925-6425 MHz
Mauricius	Přijato	5925-6425 MHz
Mexiko	Přijato	5925-6425 MHz
Monako	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Maroko	Přijato	5925-6425 MHz
Nizozemsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Nový Zéland	Přijato	5925-6425 MHz
Norsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Omán	Zvažováno	5925-6425 MHz
Peru	Přijato	5925-7125 MHz
Portugalsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Katar	Přijato	5925-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Ruská federace	Přijato	5925-6425 MHz
Saudská Arábie	Přijato	5925-7125 MHz
Singapur	Přijato	5925-6425 MHz
Jihoafrická republika	Přijato	5925-6425 MHz
Jižní Korea	Přijato	5925-7125 MHz
Španělsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz



Stát	Status	Spektrum
Švýcarsko	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Thajsko	Přijato	5925-6425 MHz
Togo	Přijato	5925-6425 MHz
Tunisko	Zvažováno	5925-6425 MHz
Turecko	Přijato	5925-6425 MHz
Spojené Arabské Emiráty	Přijato	5925-6425 MHz
Spojené království	Přijato	5945-6425 MHz
	Zvažováno	6425-7125 MHz
Spojené státy americké	Přijato	5925-7125 MHz

Čerpáno z <https://www.wi-fi.org/countries-enabling-wi-fi-in-6-ghz-wi-fi-6e> .

Data jsou aktuální k červenci 2023.