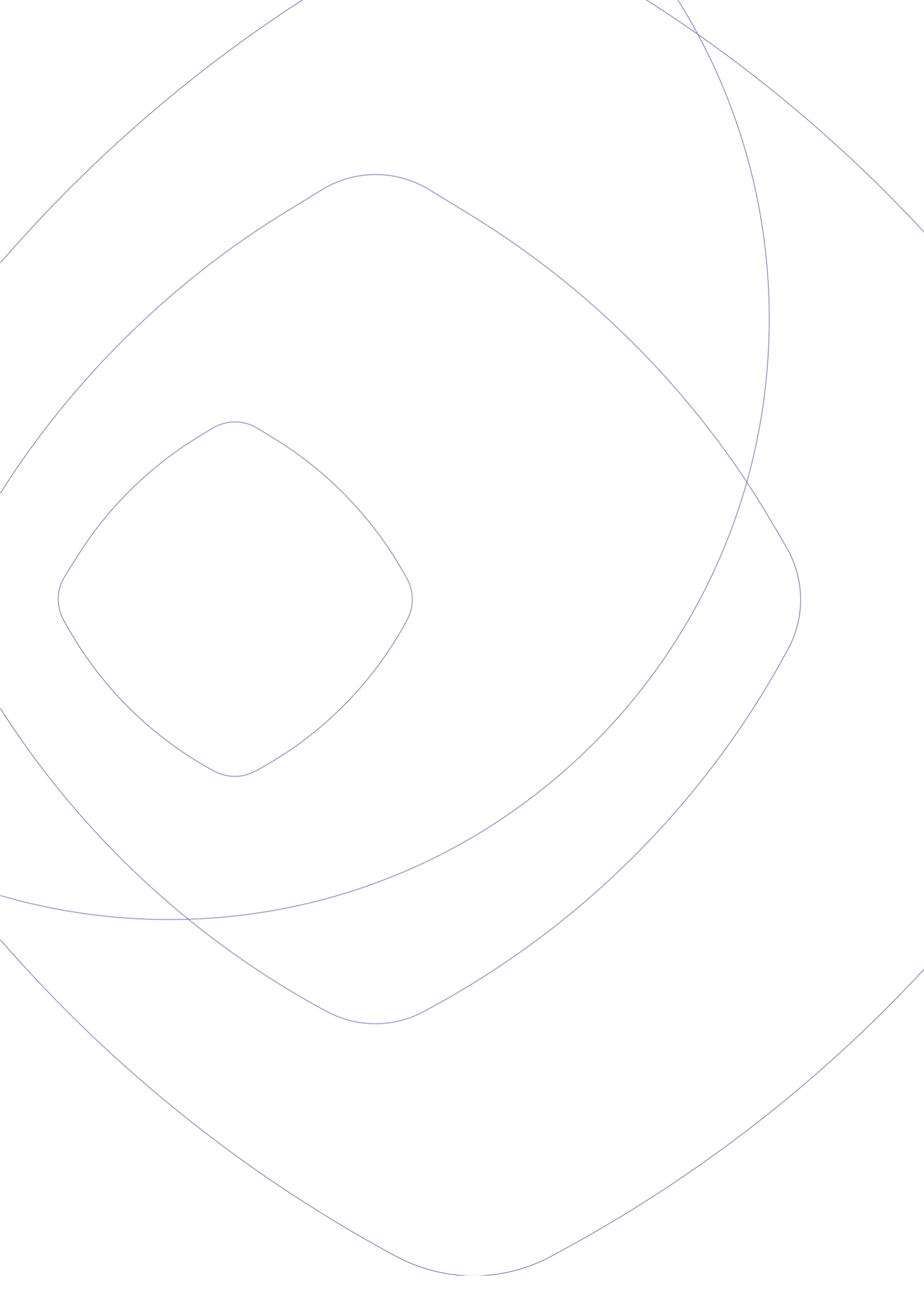


# Analýza a návrh procesu využívání a přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz

Připraveno pro Ministerstvo  
průmyslu a obchodu

[Říjen 2024]



# Obsah

<b>Seznam zkratk a vysvětlivek</b> .....	<b>4</b>
<b>Manažerské shrnutí</b> .....	<b>6</b>
<b>Management summary</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
1.1 Stanovisko k aspektům souvisejícím se spektrem pro bezdrátové systémy nové generace .....	8
1.2 Druhé stanovisko RSPG k sítím 5G .....	9
1.3 Stanovisko RSPG k výzvám implementace 5G .....	10
1.4 Stanovisko RSPG k dalším potřebám spektra a pokyny k rychlému zavedení budoucích bezdrátových širokopásmových sítí .....	11
<b>2 Analýza současného stavu využívání pásma 26 GHz</b> .....	<b>14</b>
2.1 Stávající právní rámec pro využívání pásma 26 GHz.....	14
2.2 Stávající využití pásma z hlediska služeb a subjektů .....	20
2.3 Využívání pásma 26 GHz ve vybraných zemích	
2.4 Praktické příklady sdíleného využívání kmitočtů .....	41
2.5 Případy využití pásem mm vln pro účely poskytování elektronických komunikačních služeb 44	
<b>3 Modely využití kmitočtů pro potřeby vertikálního sektoru</b> .....	<b>49</b>
<b>4 Přístupy ke sdílenému využívání kmitočtů</b> .....	<b>51</b>
4.1 Technologie pro sdílení rádiových kmitočtů.....	52
<b>5 Analýza přístupů k přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz</b> .....	<b>66</b>
5.1 Jaká část kmitočtového pásma bude přidělena, resp. zpřístupněna? .....	67
5.2 Jakým způsobem mohou být kmitočty přidělovány, resp. za jakých podmínek mohou být zpřístupněny?.....	69
5.3 Jaký může být územní rozsah pokrytí přidělených kmitočtů?.....	73

# Seznam zkratek a vysvětlivek

3GPP	3rd Generation Partnership Project (Partnerský projekt třetí generace)
5G	Sítě páté generace
AAS	Active Antenna Systems (aktivní anténní systémy)
AFC	Automated Frequency Coordination (Automatická koordinace kmitočtů)
AFC	Automated Frequency Controller (Automatický frekvenční regulátor)
AGCOM	Italský orgán pro záruky za komunikace
AI	Artificial intelligence (umělá inteligence)
CBRS	Citizens Broadband Radio Service (Občanská širokopásmová rádiová služba)
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications (Evropská konference poštovních a telekomunikačních správ)
C/I	Carrier to Interference
CQI	Channel Quality Indicator (škálovaná verze SINR používána u volby modulace jako indikátor kvality signálu)
ČRa	České radiokomunikace
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
dBm	Decibel-milliwatt
dBμV	Jednotka absolutní úrovně vztažení k napětí 1 μV (mikrovolt)
DL	Download
ECC	Electronic Communications Committee (Výbor pro elektronické komunikace)
EDRS	Evropský systém pro přenos dat
EESS	Earth exploration-satellite service (služba družicového průzkumu Země)
eMBB	Enhanced Mobile Broadband (zdokonalené mobilní širokopásmové připojení)
ESC	Environmental Sensing Capability
ETSI	Evropský ústav pro telekomunikační normy
EU	Evropská unie
FCC	Federal Communications Commission (Federální komise pro komunikaci)
FDD	Duplex s frekvenčním dělením
FSS	Fixed-satellite service (pevná družicová služba)
FWA	Fixed Wireless Access (bezdrátový přístup k pevným sítím)
FWA	Fixed Wireless Access
GAA	General Authorised Access users (uživatelé s všeobecným oprávněním)
HRK	Chorvatské kuny
IMT	Mezinárodní mobilní telekomunikace
IoT	Internet of Things (Internet věcí)
ISS	Mezidružicová služba
ITI	International Telecommunications Union (Mezinárodní telekomunikační unie)
LoS	Line-of-Sight (S přímou viditelností)
LPWAN	Low-power wide-area network (nízkoenergetická síť pro rozsáhlé území)
Mbps	Megabite za sekundu

MFCN	Mobile Fix Communication Networks (mobilní/fixní komunikační sítě)
MIMO	Multiple-input multiple-output
mMTC	Massive machine-type communications (Masivní komunikace mezi zařízeními)
ms	Milisekuda
MVNO	Mobile virtual network operator (Operátor mobilní virtuální sítě)
N/A	Nedostupné
NLoS	Non-Line-of-Sight (Bez přímé viditelnosti)
NR	New Radio
OFCOM	Regulační orgán a orgán pro hospodářskou soutěž v odvětví komunikací ve Spojeném království
PAL	Priorit Access Licensees (držitelé oprávnění na prioritní přístup)
PCI	Physical-Layer Cell Identity
PPDR	Systém ochrany veřejnosti a odstraňování následků živelných pohrom
RR	Radio Regulations (Radiokomunikační řád)
RSPG	Skupina pro politiku rádiového spektra
RSRP	Reference Signal Receive Power (Referenční ukazatel přijímané intenzity signálu)
SAS	Spectrum Access System
SCS	Subcarrier spacing
SDL	Supplementary downlink (pásmo pro posílení downlinku ostatních pásem)
SINR	Signal-to-Noise Ratio (Odstup signálu od šumu)
SRR	Radary krátkého dosahu
SRS	Space research service (služba kosmického průzkumu)
SSB	Synchronisation Signal Block for NR
TDD	Time Division Duplex (Duplex s časovým dělením)
TRP	Celkový vyzářený výkon
UAV	Bezpilotní vzdušné prostředky
U/D	Uplink/Downlink
UL	Upload
ULS	Universal Licensing System
URLLC	Ultra-Reliable and Low Latency Communications (Vysoce spolehlivá komunikace s nízkou latencí)
UTC	Koordinovaný světový čas
WAS	Wireless access systém (Bezdrátový přístupový systém)
WiGig	Wireless Gigabit Alliance
WLL	Wireless local loop
μs	Mikrosekuda

# Manažerské shrnutí

Kmitočtové pásmo 24,25–27,5 GHz se řadí do skupiny milimetrových vlnových pásem využitelných pro účely poskytování ultra vysoké kapacity připojení. Toto pásmo bylo, spolu s pásmy 3,4-3,8 GHz, 40,5-43,5 GHz a 66-71 GHz, identifikováno jako jedno z pásem pro splnění cílů akčního plánu 5G do roku 2020 s cílem zajistit zvýšenou koordinovanou dostupnost rádiového spektra v zájmu rozvoje pevných a bezdrátových sítí s velmi vysokou rychlostí.

Pro kmitočtová pásma v pásmech milimetrových vln je typický velmi omezený dosah pokrytí díky převažujícímu charakteru šíření na přímou viditelnost ve srovnání s nižšími kmitočtovými pásmy, kde se uplatňují příznivější podmínky pro šíření signálu. Omezený dosah pokrytí však často znamená, že základnové stanice mohou být rozmístěny uvnitř budov a jejich fyzická velikost (menší anténní pole ve srovnání s nižšími pásmy) vytváří předpoklady pro jejich snadnější umístění. Tato pásma mají také omezený potenciál pro pokrytí interiéru signálem z venkovních základnových stanic kvůli ztrátám při průchodu signálu přes okna a stěny budov. Tato jejich vlastnost na druhé straně představuje silnou stránku jejich potenciálu pro využití uvnitř budov.

V České republice jsou technické parametry a podmínky využití rádiového spektra v kmitočtovém pásmu od 24,25 GHz do 27,5 GHz stanoveny v plánu využití rádiového spektra č. PV-P/2/10.2020-10. Podle PV-P/2/10.2020-10 je pásmo 26,5 – 27,5 GHz určeno pro účely pohyblivé služby pro využití systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací (IMT). V daném úseku je vymezeno pět sousedních bloků o šířce 200 MHz, přičemž kmitočty horní hrany posledního bloku je 27,5 GHz. Provoz je s časově děleným duplexem TDD. Další podmínky nezbytné pro praktické využití tohoto pásma stanoví ČTÚ v příslušné části plánu využití spektra později. Využívání kmitočtů základnovými stanicemi a terminály se předpokládá na základě individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitočtů (v tuto chvíli umožněno pouze pro experimentální účely).

Cílem ČTÚ je zpřístupnit kmitočty v rozsahu 1000 MHz pro poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací. Základní technické podmínky pro využívání pásma 26 GHz jsou určena jednak prováděcími rozhodnutími Komise, tak i doporučeními a dalšími dokumenty vydanými Výborem pro elektronické komunikace (ECC). Na národní úrovni je možné nicméně stanovit konkrétní podmínky podle národních potřeb.

Pro účely identifikace dobré praxe bylo v rámci této studie analyzováno využití pásma 26 GHz ve 12 zemích EU, Velké Británii a USA (pásmo 28 GHz). Cílem analýzy bylo identifikovat přístupy v jednotlivých zemích, týkající se způsobu a podmínek přidělení včetně ceny, vymezení subjektů oprávněných využívat kmitočty, podmínek využívání kmitočtů včetně rozvojových kritérií a podmínek sdílení kmitočtů v zájmu zvýšení efektivity jejich využití. Součástí přehledu využití pásma je přehled praktického využití kmitočtů.

V zájmu určení nejvhodnějšího přístupu k přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz byly posuzovány výhody a nevýhody různých rámcových scénářů regulačních podmínek využívání kmitočtového spektra, které mají vliv na efektivitu využívání kmitočtů, konkrétně: a) Jakou část kmitočtového pásma přidělit, resp. zpřístupnit?, b) Jakým způsobem mohou být kmitočty přidělovány, resp. za jakých podmínek mohou být zpřístupněny?, c) Jaký může být územní rozsah pokrytí přidělených kmitočtů?

Na základě vyhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých scénářů přijme ČTÚ rozhodnutí o vhodném přístupu k přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz. ČTÚ přitom zohlední i perspektivu pro budoucí využití zbývajících částí pásma 26 GHz, tj. 24,25 - 26,5 GHz.

# Management summary

The 24.25-27.5 GHz frequency band belongs to the group of millimetre wave bands. These bands are suitable for provision of ultra-high-speed connection. The 24.25-27.5 GHz frequency band (along with the 3.4-3.8 GHz, 40.5-43.5 GHz and 66-71 GHz bands) has been designated as priority band suitable to fulfil the objectives of the 5G Action Plan by 2020 with the objective to ensure increased coordinated availability of radio spectrum in order to develop fixed and wireless networks with very high speed.

Frequency bands in the millimetre wave bands are typically characterised by very limited coverage due to the predominant line-of-sight nature of propagation compared to lower frequency bands where more favourable signal propagation conditions apply. However, the limited coverage range often means that base stations can be deployed inside buildings, and their physical size (smaller antenna array compared to lower bands) contributes to less complexity of their installation. These bands have limited potential for indoor signal coverage from outdoor base stations, due to signal transmission losses through windows and building walls. On the other side, this characteristic improves their potential for indoor use.

In the Czech Republic, the technical parameters and conditions for the use of the radio spectrum in the frequency band 24.25 - 27.5 GHz are stipulated by the radio spectrum use plan no. PV-P/2/10.2020-10. According to PV-P/2/10.2020-10, the band 26.5 – 27.5 GHz is designated for mobile service purposes for the use of systems to provide wireless broadband electronic communications services (IMT). Five adjacent blocks of 200 MHz are defined in the band. The frequency of the upper edge of the last block is 27.5 GHz.

The harmonised approach to implementing the 26 GHz band for mobile is done by utilising Time Division Duplex.

Further conditions necessary for the practical use of this band will be determined by the ČTÚ in the relevant part of the radio spectrum use plan.

The use of frequencies by base stations and terminals is assumed to be subject to individual rights of use (use of frequencies is currently allowed only for experimental purposes).

The aim of ČTÚ is to make available 1000 MHz of the band for the provision of wireless broadband electronic communications services. The basic technical conditions for the use of the 26 GHz band are determined by the Commission's implementing decisions and by recommendations and other documents issued by the Electronic Communications Committee (ECC). At the national level, however, it is possible to set specific conditions according to national needs.

In order to identify good practice, this study analysed the use of the 26 GHz band in 12 EU countries, Great Britain and the USA (28 GHz band). The goal of the analysis was to identify approaches in individual countries specifically the method and conditions of assignment, including price, the definition of entities authorized to use frequencies, the conditions for use of frequencies, including development criteria, and the conditions for sharing frequencies in order to increase the efficiency of their use. The study contains an overview of the practical use of frequencies.

The advantages and disadvantages of various scenarios were assessed in order to determine the most suitable approach to the assignment of frequencies in the 26 GHz band. The scenarios define regulatory conditions for the use of the frequency, which affect the efficiency of the use of frequencies. The regulatory conditions cover the following issues: a) Which part of the frequency band to allocate, or make available?, b) How can frequencies be allocated, or under what conditions can they be made available?, c) What can be the territorial scope of coverage of the assigned frequencies?

Based on the evaluation of the advantages and disadvantages of the individual scenarios, ČTÚ will make a decision on the appropriate approach to the assignment of frequencies in the 26 GHz band.

ČTÚ will also take into account the perspective for the future use of the remaining part of the 26 GHz band, i.e. 24.25 - 26.5 GHz.

# 1 Úvod

Pro účely poskytování pozemních širokopásmových služeb elektronických komunikací v mobilních sítích, včetně využití privátními a průmyslovými sítěmi, byly na evropské úrovni identifikovány tři základní rádiové kmitočtové rozsahy zahrnující řadu rádiových kmitočtových pásem:

- Kmitočtová pásma pod 1 GHz pro účely zabezpečení pokrytí (pásma 700 MHz, 800 MHz a 900 MHz),
- Kmitočtová pásma pod 6 GHz pro účely zabezpečení pokrytí a kapacity (pásma 1400 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 2600 MHz a 3600 MHz) a
- Kmitočtová pásma nad 6 GHz typicky v milimetrových vlnových pásmech pro účely zabezpečení ultra vysoké kapacity (například pásmo 26 GHz).

Kmitočtová pásma nad 1 GHz mohou jednotlivým uživatelům obvykle poskytovat souvislejší a širší úseky spektra než kmitočtová pásma pod 1 GHz a jsou proto ideální pro poskytování vysoké přenosové kapacity.

Kmitočtová pásma v pásmech milimetrových vln (mm vlny) poskytují velmi omezený dosah pokrytí, a to díky převažujícímu charakteru šíření na přímou viditelnost ve srovnání s nižšími kmitočtovými pásmy, kde se uplatňují příznivější podmínky pro šíření signálu. Omezený dosah pokrytí však často znamená, že základnové stanice mohou být rozmístěny uvnitř budov a jejich fyzická velikost (menší anténní pole ve srovnání s nižšími pásmy) vytváří předpoklady pro jejich snadnější umístění. Tato pásma mají také omezený potenciál pro zabezpečení pokrytí interiéru z venkovních základnových stanic kvůli ztrátám při průchodu signálu přes okna a stěny budov. Tato jejich vlastnost na druhé straně představuje silnou stránku jejich potenciálu pro využití uvnitř budov.

Skupina pro politiku rádiového spektra (dále jen „RSPG“) identifikovala kmitočtové pásmo 24,25–27,5 GHz (dále i „pásmo 26 GHz“) (spolu s pásmy 3,4–3,8 GHz, 40,5–43,5 GHz a 66–71 GHz) jako jedno z pásem pro splnění cílů akčního plánu 5G do roku 2020 s cílem zajistit zvýšenou koordinovanou dostupnost rádiového spektra v zájmu rozvoje pevných a bezdrátových sítí s velmi vysokou rychlostí.

RSPG vydala čtyři stanoviska týkající se problematiky 5G:

1. Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Stanovisko k aspektům souvisejícím se spektrem pro bezdrátové systémy nové generace (RSPG16-032 FINAL)
2. Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Druhé stanovisko RSPG k sítím 5G (RSPG18-005 FINAL)
3. Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Stanovisko RSPG k výzvám implementace 5G (3. stanovisko RSPG k 5G) (RSPG19-007 FINAL)
4. Stanovisko RSPG k dalším potřebám spektra a pokyny k rychlému zavedení budoucích bezdrátových širokopásmových sítí (RSPG21-024 FINAL)

## 1.1 Stanovisko k aspektům souvisejícím se spektrem pro bezdrátové systémy nové generace

**Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Stanovisko k aspektům souvisejícím se spektrem pro bezdrátové systémy nové generace (RSPG16-032 FINAL)**

Podle tohoto stanoviska RSPG:

- Eviduje podporu mobilního sektoru pro kmitočtové pásmo 24,25 – 27,5 GHz, jako průkopnického pásma pro zavedení 5G v Evropě v pásmu nad 24 GHz.
- Doporučuje kmitočtové pásmo 24,25 – 27,5 GHz jako průkopnické pásmo pro 5G v pásmu nad 24 GHz.
- Doporučuje, aby Evropa zavedla harmonizační opatření na základě rozhodnutí o kmitočtovém pásmu dříve než v roce 2020.
- Doporučuje, aby členské státy zpřístupnily část kmitočtového pásma 24,25 – 27,5 GHz pro 5G ve vazbě na tržní poptávku, přičemž je třeba vzít v úvahu, že zavádění 5G v tomto kmitočtovém pásmu pravděpodobně zůstane do roku 2020 geograficky omezené.
- Vyjádřila názor, že při harmonizaci kmitočtového pásma 24,25 – 27,5 GHz je potřeba zohlednit předpoklad postupného rozvoje 5G, který začne v městských oblastech s využitím pouze části tohoto kmitočtového pásma.
- Eviduje, že provozovatelé mobilních sítí jsou hlavními současnými uživateli kmitočtového pásma 24,25 – 27,5 GHz pro účely pevné služby. To může snížit potřebu rozsáhlého uvolnění pásma od pevných spojů. V důsledku toho lze očekávat, že

poptávka po nových kmitočtech pro účely pevných spojů v páteřní síti ze strany provozovatelů mobilních sítí po úpravě podmínek využívání pásma 26 GHz, bude řízena v rámci stávajících kmitočtových pásem přidělených pevné službě.

## 1.2 Druhé stanovisko RSPG k sítím 5G

### Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Druhé stanovisko RSPG k sítím 5G (RSPG18-005 FINAL)

Podle tohoto stanoviska RSPG:

- Vyjádřila názor, že členské státy budou potřebovat flexibilitu při přidělování oprávnění na přístup ke kmitočtům z hlediska vhodné geografické oblasti (národní, regionální, městské, místní například na úrovni výrobního závodu), individuálního oprávnění nebo všeobecného oprávnění.
- Vyjádřila názor, že všechny komerční licence v pásmech identifikovaných pro 5G v rámci členských států by měly být předmětem obchodování nebo pronájmu v zájmu vytvoření podmínek pro nové tržní příležitosti.
- V souvislosti s kmitočtovým pásmem 24,25 – 27,5 GHz vyjádřila názor, že:
  - i. Preferovaným způsobem povolování by měl být režim individuálních oprávnění, přičemž nevylučuje možnost použití režimu všeobecných oprávnění za předpokladu uplatnění podmínek sdílení, které zabezpečí ochranu ostatních uživatelů kmitočtů v tomto kmitočtovém pásmu (například EESS/SRS).
  - ii. Komise by měla do jakékoli technické harmonizace týkající se pásma 26 GHz, zahrnout požadavky na zachování možnosti dalšího rozvoje stávajících družicových služeb (FSS a EESS/SRS). Budoucí pozemské stanice by měly být povolovány na základě transparentních, objektivních a přiměřených kritérií, aby byl zajištěn jejich budoucí provoz a aby bylo zajištěno, že nebudou mít významný dopad na zavádění a pokrytí sítí 5G. Odpovědnost za vydání nebo zamítnutí povolení pro nové družicové pozemské stanice bude výhradně na členských státech.
  - iii. Do roku 2020 by měly členské státy zpřístupnit dostatečně velkou část pásma (1 GHz) pro 5G v závislosti od tržní poptávky zohledňující, že zavádění 5G v tomto pásmu se předpokládá v zájmu zabezpečení lokálního pokrytí.
  - iv. Regulační flexibilita pro postupné uvolňování pásma 26 GHz umožní efektivní zavádění 5G bez nevyhnutelného negativního vlivu na současné uživatele pásma 26 GHz. Migraci pevných spojů z pásma v zájmu zabezpečení dostupnosti pásma pro 5G by členské státy měly plánovat s ohledem na geografický rozsah tržní poptávky po 5G.
- Ve stanovisku RSPG je dále uvedeno:
  - i. Pásmo 26 GHz bude využíváno v oblastech s velmi vysokou poptávkou, jako jsou dopravní uzly, zábavná centra, průmyslové nebo maloobchodní areály (vytváření ostrovů s velmi vysokou kapacitou). Vzhledem ke svým vlastnostem nebude pásmo využito pro zabezpečení pokrytí rozsáhlých oblastí.
  - ii. Přístup ke kmitočtům s vyššími frekvencemi vytváří prostor pro nové způsoby sdílení. Zavádění 5G v pásmech mm vln (například 26 GHz pásmo) bude ve formě malých buněk. Tyto buňky budou mít omezené pokrytí a zejména v počátku budou soustředěny převážně v městských a sub-městských oblastech. Můžou být instalovány v exteriéru nebo interiéru například s využitím pouličního vybavení.
  - iii. Významná část pásma 26 GHz se v evropských zemích v současnosti využívá pro bezdrátové pevné spoje. V závislosti na umístění pevných spojů, poptávce po malých buňkách 5G a míře, do jaké lze zmírnit rušení pomocí nových technologií, bude možné nasadit malé buňky 5G ve stejném kmitočtovém rozsahu jako některé ze stávajících pevných spojů.
  - iv. Je třeba provést technické studie v rámci CEPT zaměřené na koexistenci s aplikacemi pevných služeb (bod-bod, bod-multibod) v pásmu 26 GHz (a v dalších relevantních pásmech mm vln). Tyto studie by měly zohledňovat relevantní technologický vývoj, a jeho potenciální pozitivní dopad na možnosti sdílení, např. vylepšení technologie antén, jako je masivní MIMO a beamforming, stejně jako různé montážní polohy antény pro 5G a pevnou službu (úroveň ulice, úroveň střechy).
  - v. V oblastech, kde nelze dosáhnout adekvátní koexistence, bude nutné uvolnit pásma od pevných spojů, aby bylo možné zavést 5G. Regulační úřady budou muset zvážit nejlepší přístup k uvolnění pásma. Pevné spoje by mohly být z pásma odstraňovány postupně, pokud je takový přístup považován za vhodný a v souladu s cíli vnitrostátní politiky. Postupné odstraňování pevných spojů kontrastuje s předchozími případy (u pásem nižších kmitočtů), kdy pásmo muselo být zcela uvolněno před udělením licencí provozovatelům mobilních sítí. Pevné spoje by například mohly být přesunuty mimo konkrétní dílčí pásma 26 GHz a/nebo mimo geografické oblasti v rámci státu v zájmu zavedení 5G. Takový přístup by mohl být nákladově efektivnější a praktičtější než vývoj složitých technologií a systémů umožňujících malým buňkám 5G a přijímačům pevných spojů pracovat na stejné frekvenci a v těsné blízkosti. Alternativně mohou regulační úřady považovat úplné uvolnění pásma za nejlepší přístup vzhledem k jejich vnitrostátní situaci a politickým cílům.
  - vi. Flexibilita časových plánů pro uvolnění pásma 26 GHz v reakci na potřeby různých hráčů na trhu je důležitá v zájmu minimalizace celkových nákladů spojených s nasazováním 5G a minimalizace zátěže přenesené na stávající provozovatele pevných spojů.
  - vii. Z dlouhodobého hlediska je zřejmé, že pásmo 26 GHz již nebude sehrávat významnou roli pro účely pevné služby. Možnost nadále provozovat omezený počet pevných spojů v pásmu 26 GHz na sdíleném základě s 5G bude záviset na účinnosti potenciálních technik zmírnění negativních dopadů vzájemného rušení a rozsahu nasazení 5G, zejména v méně osídlených a venkovských oblastech.
  - viii. Harmonizace pásma 26 GHz pro 5G bude muset vzít v úvahu další služby ve stejném pásmu nebo v přilehlých pásmech.

- ix. Před přidělením kmitočtů z pásma 26 GHz pro 5G se administrativám doporučuje, aby konzultovaly příslušné zúčastněné strany, aby zjistily, zda mají plány na rozmístění dalších pozemských stanic, a spolupracovaly s nimi na identifikaci potenciálních míst, kde by takové budoucí pozemské stanice mohly být rozmístěny. Je nepravděpodobné, že by to mělo významný dopad na nasazení a pokrytí 5G. Pokud budou taková místa identifikována, měla by být zachována možnost rozmístění plánovaných pozemských stanic a měly by se stanovit transparentní, objektivní a přiměřená kritéria pro zabezpečení jejich budoucího provozu. V případě potřeby mohou být do příslušného oprávnění 5G zahrnuta příslušná ustanovení.
- x. Využívání vyšších kmitočtových pásem (nad 24 GHz), které umožňují nové služby a aplikace, bude pravděpodobně vyžadovat takový přístup k povolování, který umožní reagovat na různé skupiny nových účastníků trhu vedle stávajících provozovatelů sítí. Kromě toho 5G vyžaduje mnohem větší šířku kanálu pro zabezpečení plné rychlosti zdokonaleného mobilního širokopásmového připojení (Enhanced Mobile Broadband – eMBB). Nemusí proto být k dispozici spektrum v takovém rozsahu, aby každému operátorovi poskytl exkluzivní přiděl, zbavený stávajících uživatelů.
- xi. Členské státy budou vyžadovat flexibilitu při využívání kombinací možných přístupů k povolování využívání kmitočtů. Alternativní přístupy k povolování mohou zahrnovat režim všeobecného oprávnění, licencované sdílené používání mezi různými uživateli, geografické sdílení (včetně sub-národních licencí, regionálních licencí a licencí pro specifické lokality, včetně lokální úrovně přímo pro podnikové subjekty) nebo dynamičtější přístupy ke sdílení kmitočtů v čase a prostoru s potenciálním využitím geolokačních databází.
- xii. Možným přístupem by byl předpoklad použití režimu všeobecného oprávnění v nejvyšších kmitočtových pásmech (např. 66–71 GHz) a využití režimu individuálních oprávnění v pásmu 26 GHz, kde je potřeba uplatnit vyšší omezení se zaměřením na režim individuálních oprávnění a uplatnit přísnější pravidla pro sdílení.
- xiii. Umožnění obchodování nebo pronájmu kmitočtů může snížit investiční nejistotu a zvýšit efektivitu využití kmitočtů. Členské státy by měly zajistit, aby obchodování s kmitočty nebo jejich pronájem neměly nepříznivý dopad na stav hospodářské soutěže.
- xiv. Poptávku po podnikových aplikacích by mohli z velké části pokrýt provozovatelé mobilních sítí. Zpřístupnění kmitočtů subjektům působícím ve specifických oblastech by mohlo vytvořit pro tyto subjekty příležitost nabízet specifické aplikace s využitím vlastní infrastruktury nebo prostřednictvím infrastruktury provozovatelů mobilních sítí.
- xv. Některé nové aplikace, jako je internet věcí nebo poskytování vnitřního pokrytí, se mohou také vyvíjet s využitím kmitočtů na základě všeobecného oprávnění. Umožnění využívání kmitočtů pro tyto aplikace na základě všeobecného oprávnění může být důležitým stimulem pro inovace a přispívá ke zvýšení dynamiky tržního prostředí.

## 1.3 Stanovisko RSPG k výzvě implementace 5G

### Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Stanovisko RSPG k výzvě implementace 5G (3. stanovisko RSPG k 5G) (RSPG19-007 FINAL)

Podle tohoto stanoviska RSPG:

- Uvádí, že připojení pro vertikální sektor může být zabezpečeno prostřednictvím:
  - i. řešení, které nabízí provozovatelé mobilních sítí,
  - ii. řešení, které nabízí třetí strany a/nebo
  - iii. vlastními řešeními vertikálního sektoru v pásmech harmonizovaných na úrovni EU pro účely elektronických komunikačních služeb nebo v kmitočtovém pásmu vyhrazeném pro vertikální sektor.
- Doporučuje členským státům, aby zvážily jiná řešení pro využití kmitočtů, včetně vyhrazených nebo sdílených kmitočtů pro potřeby podniků/odvětví (vertikální sektor), které nemusí být nutně splnitelné provozovateli mobilních sítí. Taková řešení by mohla využít úspor z rozsahu a dostupnosti ekosystémů v kmitočtových pásmech s harmonizovanými technickými podmínkami na úrovni EU.
- Ve stanovisku RSPG je dále uvedeno:
  - i. Z hlediska správy kmitočtového spektra je možné k potřebám vertikálního sektoru přistupovat různě.
  - ii. Potřeby vertikálního sektoru z hlediska zabezpečení připojení je možné uspokojit třemi možnými způsoby:
    - a) Řešení mobilních operátorů pro vertikální sektor – některým subjektům vertikálního sektoru bude ke splnění požadavků na konektivitu postačovat použití veřejné mobilní sítě. To vede ke snížení potřeby výhradního přidělování kmitočtů pro konkrétní vertikální aplikace. Některá odvětví však mohou mít specifické potřeby, které nedokážou splnit provozovatelé mobilních sítí. V důsledku toho by mělo být možné využít jiná řešení z hlediska využití kmitočtů tak, aby bylo možné reagovat na potřeby vertikálního sektoru.
    - b) Kmitočty vyhrazené pro vertikální sektor – to zahrnuje dva typy subjektů vertikálního sektoru. První typ je do značné míry závislý na síťové infrastruktuře. Takové subjekty jsou schopny generovat agregované požadavky/potřeby pro správce spektra (hlavně pokud jde o pokrytí rozlehlých oblastí). Druhý typ zahrnuje fragmentovanější a specializované uživatele, kteří vyžadují především místní pokrytí a obvykle využívají soukromou síť (jako místní oblasti pro průmysl „na místě“). Tyto typy uživatelů mohou mít požadavky na vyhrazené spektrum z důvodu nákladů, bezpečnosti nebo chtějí mít plnou kontrolu nad sítí. V obou případech jsou pro tyto typy použití vhodné technické podmínky harmonizované na úrovni EU vhodné pro mobilní sítě a poskytující úspory z rozsahu.

- c) Pásmo specifické pro vertikální sektor na úrovni EU – tato vertikální kategorie by mohla těžit ze specializovaných harmonizovaných technických podmínek na úrovni EU v kontextu technologické neutrality, vhodných například pro celoevropské poskytování služeb.

## 1.4 Stanovisko RSPG k dalším potřebám spektra a pokyny k rychlému zavedení budoucích bezdrátových širokopásmových sítí

### Stanovisko RSPG k dalším potřebám spektra a pokyny k rychlému zavedení budoucích bezdrátových širokopásmových sítí (RSPG21-024 FINAL)

Podle tohoto stanoviska RSPG:

- Eviduje specifickou poptávku po místním přístupu k licencovanému spektru pro vertikální sítě:
  - i. ve středních pásmech, což bylo v členských státech řešeno rozdílným způsobem v důsledku různých vnitrostátních podmínek (např. priority pro účinné využívání spektra), a
  - ii. v pásmech mm vln.
- Eviduje, že neexistuje žádná specifická potřeba spektra pro FWA v pásmech mm vln, ačkoli operátoři by měli mít také možnost zaměřit se na tuto aplikaci v rámci jim přidělených kmitočtů.
- Uznává, že různé způsoby povolování podporují inovace a různé technologie.
- Doporučuje, aby členské státy podporovaly konzistentní přístupy při zpřístupňování kmitočtů pro vertikální sektor v pásmu mm vln s možností využití pro účely místního přístupu v pásmech 26 GHz a 42 GHz.

**Podle recitálu 135** směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1972, kterou se stanoví evropský kodex pro elektronické komunikace, je nezbytné zajistit, aby do 31. prosince 2020 byla pro pozemní systémy schopné poskytovat bezdrátové širokopásmové služby za harmonizovaných podmínek stanovených technickými prováděcími opatřeními přijatými v souladu s článkem 4 rozhodnutí č. 676/2002/ES, k dispozici pásma 3,4-3,8 GHz a 24,25-27,5 GHz nebo jejich části, jelikož tato pásma mají specifické vlastnosti z hlediska pokrytí a datové kapacity, které umožňují jejich vhodnou kombinaci pro splnění požadavků na síť 5G.

Kodex předpokládá zaměření budoucího využívání pásma 26 GHz pro pozemní bezdrátové služby 5G mimo jiné na městské a příměstské oblasti s vyšší hustotou obyvatelstva, přičemž určitou míru zavedení těchto služeb lze předpokládat podél hlavních komunikací a železničních tratí ve venkovských oblastech. Nabízí se tak příležitost, aby mimo tyto zeměpisné oblasti bylo pásmo 26 GHz využíváno pro jiné služby než bezdrátové služby 5G, například pro komunikaci určenou specificky pro podniky nebo pro využití uvnitř budov, a aby tedy členské státy toto pásmo vymezily a zpřístupnily jej na základě nevýhradního užívání.

**Podle článku 54 odstavec 1 písmeno b)** směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1972, pokud jde o pozemní systémy schopné poskytovat bezdrátové širokopásmové služby, členské státy do 31. prosince 2020 přijmou, pokud je to nezbytné k usnadnění zavádění sítí 5G, veškerá vhodná opatření s cílem umožnit užívání alespoň 1 GHz v pásmu 24,25–27,5 GHz, pokud je jasně prokázána tržní poptávka a absence závažných překážek, které by bránily přechodu stávajících uživatelů pásma nebo uvolnění pásma.

Podle prováděcího rozhodnutí Komise (EU) 2019/784 ze dne 14. května 2019 o harmonizaci kmitočtového pásma 24,25–27,5 GHz pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací v Unii, poskytuje pásmo 26 GHz velkou kapacitu pro poskytování inovativních bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací pomocí technologie 5G založené na malých buňkách a s velikostí bloku 200 MHz.

**Doporučení Komise (EU) 2020/1307 ze 18. září 2020** o společném souboru nástrojů Unie ke snížení nákladů na zavedení sítí s velmi vysokou kapacitou a zajištění včasného přístupu k rádiovému spektru 5G příznivému pro investice v zájmu posílení konektivity na podporu hospodářského oživení po krizi COVID-19 v Unii (dále jen „doporučení 2020/1307“) obsahuje doporučení pro členské státy obsahující jednoduchá a realistická opatření, které mají přispět k vytvoření předpokladů na to, aby bylo rádiové spektrum pro síť 5G přidělováno za podmínek příznivých pro investice, a na usnadnění zavádění pevných a bezdrátových sítí s velmi vysokou kapacitou (včetně optických sítí a bezdrátových sítí nové generace), například odstraněním zbytečných administrativních překážek a zefektivněním postupů udělování povolení.

**Podle doporučení 2020/1307** by zavedení bezdrátových sítí 5G prospěly flexibilní režimy udělování oprávnění, které podporují investice do bezdrátových sítí a zajišťují účinné využívání spektra. Pásma nad 24 GHz („pásma mm vln“), včetně kmitočtového pásma 24,25–27,5 GHz, nabízejí široký rozsah rádiového spektra s geograficky omezenými vlastnostmi šíření. Zatímco členské státy by obecně měly k udělování práv na využívání nedostatkových kmitočtových pásem využívat výběrová řízení, jako jsou např. aukce, mohou tyto postupy v určitých případech omezit potenciál pro investice do hustých bezdrátových sítí 5G, jakož i flexibilitu a výslednou účinnost využívání spektra. Za osvědčený postup by mohlo být považováno individuální oprávnění

k využívání harmonizovaných pásem mm vln, které využívá zrychlený správní postup, který je otevřený, objektivní, přiměřený a nediskriminační, a řídí se transparentními kritérii a postupy.

**Podle odstavce 19 doporučení 2020/1307** by členské státy měly požádat fórum pro vzájemné hodnocení podle článku 35 kodexu, aby předem přezkoumalo navrhovaná opatření pro udělení práv na užívání spektra v kmitočtových pásmech 700 MHz, 3,4-3,8 GHz a 24,25-27,5 GHz za účelem výměny osvědčených postupů.

**Podle odstavce 20 doporučení 2020/1307** by členské státy měly, v zájmu pobídky pro uživatele rádiového spektra, aby podstatně investovali do zavádění sítí 5G, informovat Evropskou komisi, zejména prostřednictvím Skupiny pro politiku rádiového spektra, o konkrétních opatřeních, která považují za osvědčené postupy, včetně těch, která byla zavedena nebo mají být zavedena na vnitrostátní úrovni při povolování využívání rádiového spektra v kmitočtových pásmech 700 MHz, 3,4 – 3,8 GHz a 24,25–27,5 GHz.

Členské státy by měly zejména podávat zprávy o všech příslušných opatřeních, jejichž cílem je:

- a) podporovat přiměřené vyvolávací ceny, které odrážejí minimální výši poplatků za práva na užívání rádiového spektra,
- b) zamezit nedostatku spektra tím, že zajistí přidělení celého rádiového spektra harmonizovaného na úrovni Unie,
- c) nediskriminačním způsobem poskytnout možnost hradit poplatky za práva na užívání rádiového spektra ve splátkách po dobu platnosti těchto práv,
- d) používat individuální režim udělování oprávnění pro kmitočtové pásmo 24,25–27,5 GHz, který podporuje jeho včasné využívání, včetně režimu, který je založen na zrychlených správních postupech, pokud se uplatňuje na geograficky omezená práva na užívání,
- e) kombinovat finanční pobídky s povinnostmi nebo formálními závazky k urychlení nebo rozšíření vysoce kvalitního bezdrátového pokrytí,
- f) v souladu s právem hospodářské soutěže poskytnout možnost sdílení pasivní a aktivní infrastruktury, jakož i možnost společného zavádění infrastruktury, která je založena na využívání rádiového spektra.

**Ve stanovisku RSPG ke sdílení spektra** – průkopnické iniciativy a pásma (RSPG21-006 FINAL) z 10. února 2021, RSPG konstatuje, že sdílení spektra v EU je zatím prováděno spíše statickým a konzervativním způsobem a je třeba jej rozvíjet, zejména kvůli jeho potenciálu zvýšit efektivitu využívání rádiového spektra a poskytovat pobídky pro inovace.

RSPG ve stanovisku konstatuje:

- Při přidělování nových práv na užívání by členské státy měly zvážit sdílení spektra mezi stávajícími a novými uživateli pomocí inovativních a dynamičtějších řešení.
- Technické podmínky sdílení lze definovat případ od případu s využitím zkoumaných technických možností a přístupů.
- Pokud jeden nebo více stávajících uživatelů služeb jiných, než služeb elektronických komunikací využívá pásmo, měly by členské státy posoudit, zda je možné uplatnit víceúrovňové sdílení.
- Členské státy by mohly zohlednit taková řešení pro sdílení spektra, která umožní vertikálnímu sektoru a dalším uživatelům spektra získat přístup ke spektru na vzájemně výhodném základě.
- Členské státy budou muset posoudit potenciální vliv zavedených opatření na hospodářskou soutěž.
- Kdykoli je to vhodné a užitečné, mohou být uplatněny podmínky sdílení v zájmu dosažení efektivnějšího využívání spektra, zejména v zájmu splnění cílů v oblasti pokrytí nebo rychlejšího budování sítí, zvýšení pokrytí, zvýšení kapacity a kvality služeb. O technických podmínkách a parametrech takového přístupu sdílení spektra musí být držitelé přidělů předem informováni.
- Členské státy by měly upřednostňovat dohody o sdílení spektra, včetně dohod založených na sdružování spektra mezi licencovanými operátory, a v případě potřeby k těmto dohodám připojit podmínky, v zájmu dosažení veřejného zájmu jako je efektivnější využívání spektra, zlepšení pokrytí nebo kapacity sítě a zvýšení hustoty pokrytí sítě.
- Sdílení spektra nepředstavuje univerzální nástroj na řešení nedostatku spektra při adresování odporujících si požadavků různých skupin uživatelů spektra.
- Při definování technických podmínek pro sdílení spektra (na úrovni ETSI nebo CEPT) je potřeba zohlednit požadavky na dlouhodobý vývoj od všech uživatelů.
- Členské státy a Komise by měly podporovat vývoj vysílačů a přijímačů s takovými technickými specifikacemi, které budou garancí pro efektivitu regulačních rozhodnutí v oblasti využití spektra. Tyto požadavky by měly zahrnovat také dostatečné záruky k tomu, aby zařízení nemohla být modifikována uživatelem takovým způsobem, který by negativně ovlivnil řešení v oblasti sdílení nebo koexistence.
- Členské státy by měly podpořit vývoj takových zařízení, která jsou schopna tolerovat určitou úroveň nepředvídaného rušení.
- Členské státy by měly, v zájmu posílení důvěry uživatelů spektra, posílit tržní dohled s cílem zabezpečit, aby zařízení byly v souladu s klíčovými požadavky, a to zejména v případech, kdy jsou podmínky sdílení závislé od vlastností zařízení (dynamický výběr kmitočtu nebo povolování na základě databáze).

RSPG doporučuje následující postup v zájmu podpory sdílení spektra:

- Prozkoumání dynamických forem sdílení spektra
  - V zájmu usnadnění zavádění nových možností sdílení spektra v souvislosti s nedostatkem kmitočtů, měl by způsob, jakým jsou podmínky sdílení definovány, vycházet spíše z realistických scénářů než z nejhoršího možného scénáře a měl by co nejvíce zohledňovat výsledky měření, v zájmu lepšího porozumění vlivu skutečného rušení.
  - Členské státy by měly podpořit účinné využívání spektra tím, že uživatelům spektra usnadní zavádění spektrálně účinných systémů a podpoří aktualizaci současných technologií na nové, spektrálně účinnější technologie.
  - Členské státy by měly podporovat vývoj počátečních systémů „proof of concept“ v pásmech, kde byly vyvinuty pokročilé systémy sdílení spektra, jako jsou kognitivní rádiové systémy a další systémy využívající podporu informačních a komunikačních technologií nebo databázových systémů, alespoň na experimentální úrovni a jsou pod kontrolou regulačního orgánu, a posoudit, jak lze tyto systémy využít pro účely sdílení v jiných kmitočtových pásmech.
  - Pokud je to vhodné a možné a existuje poptávka, členské státy by měly vydávat dočasné testovací nebo inovační (test and trial/innovation and trial) oprávnění v zájmu podpory inovací. Tato oprávnění by měla umožnit uživatelům, včetně uživatelů, kteří nejsou tradičními operátory, přístup ke kmitočtům.
  - Evropská komise a členské státy by měly podporovat a povolovat zkušební a experimentální provoz systémů v oblasti sdílení spektra, které využívají technologie založené na umělé inteligenci, aby tak vytvořily podmínky pro využití těchto technologií v rámci komerčního sdílení a vybudovat důvěru vůči těmto technologiím mezi uživateli.
  - Za účelem zavádění řešení v oblastech sdílení spektra založených na systémech využívajících podporu informačních a komunikačních technologií nebo databázových systémech, by členské státy měly podpořit aktivity CEPT a ETSI zaměřené na podporu zavádění takových systémů. To by vyžadovalo vývoj standardních komunikačních rozhraní mezi zařízeními a databázemi a také rámec pro zřízení a správu databází.
  - Tyto aktivity by měly mít dostatečně obecný charakter, aby bylo možné je přizpůsobit na podmínky sdílení kmitočtů v různých pásmech a různým geografickým specifikům.
  - Tam, kde je to vhodné a možné a v souladu s cíli jednotného trhu EU, by členské státy měly při uplatňování řešení pro sdílení spektra založeného na geolokační databázi využít výše zmíněná standardní komunikační rozhraní a rámec správy databází a podporovat rozvoj přístupu ke sdílení spektra na základě databázových řešení, včetně těch, která využívají zařízení schopná provozu v podmínkách mnoha zemí s ohledem na požadavky interoperability a zároveň chrání zájmy služeb zaměřených na veřejnou a národní bezpečnost.
  - Pro usnadnění scénářů sdílení mohou členské státy zpřístupnit informace o využívání rádiového spektra online. Před zveřejněním by členské státy měly upravit informace do vhodného anonymizovaného formátu, např. informace týkající se chráněných nebo vyloučených zón, kritérií ochrany, doby využití, v souladu s vnitrostátními pravidly (kybernetická bezpečnost, důvěrnost, zákonné požadavky atd.).
  - Vzhledem k příkladům přidělování oprávnění ve vyhrazeném pásmu spektra v rámci zjednodušeného režimu udělování povolení založeného na automatizované platformě mohou členské státy zvážit použití podobných přístupů ve svých příslušných povolovacích procesech, v zájmu podpory sdílení spektra.
- Koordinované postupy
  - V zájmu usnadnění sdílení spektra RSPG vyzývá členské státy, aby se podělily o své zkušenosti s inovativními řešeními a iniciativami pro sdílení spektra, aby zejména:
    - i. sdílely zkušenosti související s novými případy sdílení a dynamičtějšími přístupy ke správě spektra, včetně řešení týkajících se případů škodlivého rušení a problémů s koexistencí,
    - ii. sdílely osvědčené postupy v případech, které mají přeshraniční rozměr v kontextu EU, s přihlédnutím k výsledkům projektů a pilotních projektů financovaných EU, jakož i zkušebního provozu v oblasti vertikálního sektoru,
    - iii. spolupracovaly na přeshraničních a veřejných a soukromých projektech výzkumu a vývoje, např. s využitím programů financovaných EU, a zároveň sdílely výsledky těchto projektů,
  - RSPG doporučuje Evropské komisi, aby nadále financovala a upřednostňovala výzkumné projekty EU zaměřené na komerční rozvoj technologií a síťových architektur, které mohou zefektivnit sdílení spektra a usnadnit jeho rozvoj.
  - RSPG doporučuje členským státům, aby zohlednily vývoj inovativních řešení a iniciativy zaměřené na sdílení spektra mimo EU.
  - V zájmu podpory dynamičtějšího sdílení spektra a automatizace přístupu ke spektru ve střednědobém horizontu by Evropská komise a členské státy měly na základě příslušných výstupů CEPT a ETSI určit scénáře případů použití spektra, které vyžadují sdílení spektra a umožňují rozvoj ověřených konceptů pro sdílení spektra založených na systémech využívajících podporu informačních a komunikačních technologií s inovativními technologiemi jako je umělá inteligence/strojové učení a techniky spolupráce. Členské státy by měly využít výše uvedené řešení pro sdílení spektra, aby přispěli k budování důvěry ze strany uživatelů a průmyslu, spolu s posíleným tržním dohledem a monitorováním využívání spektra, v zájmu urychlení komerčního využití zvoleného řešení.

# 2 Analýza současného stavu využívání pásma 26 GHz

## 2.1 Stávající právní rámec pro využívání pásma 26 GHz

Právní rámec pro využívání kmitočtového pásma 26 GHz na úrovni Evropské unie tvoří:

- směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1972, kterou se stanoví evropský kodex pro elektronické komunikace (dále jen „kodex“),
- prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2019/784 ze dne 14. května 2019 o harmonizaci kmitočtového pásma 24,25–27,5 GHz pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací v Unii (dále jen „rozhodnutí 2019/784“),
- prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2020/590 ze dne 24. dubna 2020, kterým se mění rozhodnutí (EU) 2019/784, pokud jde o aktualizaci příslušných technických podmínek platných v kmitočtovém pásmu 24,25–27,5 GHz (dále jen „rozhodnutí 2020/590“).

**Podle článku 54 odstavec 1 písmeno b) kodexu**, pokud jde o pozemní systémy schopné poskytovat bezdrátové širokopásmové služby, členské státy do 31. prosince 2020 přijmou, pokud je to nezbytné k usnadnění zavádění sítí 5G, veškerá vhodná opatření s cílem umožnit užívání alespoň 1 GHz v pásmu 24,25–27,5 GHz, pokud je jasně prokázána tržní poptávka a absence závažných překážek, které by bránily přechodu stávajících uživatelů pásma nebo uvolnění pásma.

Části kmitočtového pásma 26 GHz se v členských státech EU používají pro:

- zemská pevná bezdrátová spojení,
- vozidlové radary krátkého dosahu,
- zařízení pro telematiku v dopravě a provozu (zejména pro vozidlové radary),
- zařízení pro rádiové určování, která jsou provozována v režimu „underlay“ založeném na ultraširokopásmové technologii,
- kosmické a družicové služby
  - komunikace v sestupném směru k pozemským stanicím ve službě družicového průzkumu Země (EESS), ve službě kosmického výzkumu (SRS) a na podporu evropského systému pro přenos dat (EDRS),
  - komunikace ve vzestupném směru k družicovým palubním přijímačům v družicové pevné službě (FSS),
  - komunikace mezi negeostacionárními a geostacionárními družicemi v mezidružicové službě (ISS), včetně EDRS.

Tabulka 1: Stávající využití pásma 26 GHz v členských státech EU

Služba a aplikace	Vymezený úsek pásma (GHz)
Zemská pevná bezdrátová spojení (pevné spoje) včetně páteřních propojení	24,25–27,5
Vozidlové radary krátkého dosahu	24,25 – 26,65
Zařízení pro telematiku v dopravě a provozu (zejména pro vozidlové radary)	24,25 – 24,50
Zařízení pro rádiové určování, která jsou provozována v režimu „underlay“ založeném na ultraširokopásmové technologii	24,25 – 27
Kosmické a družicové služby	
• Komunikace v sestupném směru k pozemským stanicím ve službě družicového průzkumu Země (EESS), ve službě kosmického výzkumu (SRS) a na podporu evropského systému pro přenos dat (EDRS)	25,5 – 27
• Komunikace ve vzestupném směru k družicovým palubním přijímačům v družicové pevné službě (FSS)	24,65 – 25,25
• Komunikace mezi negeostacionárními a geostacionárními družicemi v mezidružicové službě (ISS), včetně EDRS	24,45 – 24,75 a 25,25 – 27,5

**Rozhodnutím 2019/784** se harmonizují základní technické podmínky pro dostupnost a účinné využívání kmitočtového pásma 24,25–27,5 GHz v Unii pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací.

**Podle článku 2 rozhodnutí 2019/784** vymezí a zpřístupní<sup>1</sup> členské státy do 30. března 2020 na nevýhradním základě kmitočtové pásmo 24,25–27,5 GHz pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací v souladu se základními technickými podmínkami stanovenými v příloze rozhodnutí 2019/784.

V závislosti na režimu udělování oprávnění uplatňovaném v pásmu 26 GHz provedou členské státy analýzu, zda je nutné uložit doplňkové technické podmínky, aby byla zajištěna náležitá koexistence zemských systémů k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací s ostatními službami v tomto pásmu.

Členské státy v souladu s příslušnými technickými podmínkami uvedenými v příloze rozhodnutí 2019/784 zajistí, aby zemské systémy bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací zajišťovaly náležitou ochranu:

- a) systémů v přilehlých pásmech, zejména ve službě družicového průzkumu Země (pasivní) a v radioastronomické službě v kmitočtovém pásmu 23,6–24,0 GHz,
- b) pozemských stanic ve službě družicového průzkumu Země a ve službě kosmického výzkumu pro komunikaci v sestupném směru provozovaných v kmitočtovém pásmu 25,5–27,0 GHz,
- c) družicových systémů pro komunikaci ve vzestupném směru v družicové pevné službě provozovaných v kmitočtovém pásmu 24,65–25,25 GHz,
- d) družicových systémů pro mezidružicovou komunikaci provozovaných v kmitočtových pásmech 24,45–24,75 GHz a 25,25–27,5 GHz.

Členské státy mohou povolit nepřerušovaný provoz pevných spojů v kmitočtovém pásmu 24,25–27,5 GHz, pokud zemské systémy bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací mohou s takovými pevnými spoji koexistovat prostřednictvím řízeného sdíleného využívání spektra. Členské státy pravidelně sledují potřebu pokračování provozu pevných spojů v kmitočtovém pásmu 24,25–27,5 GHz.

Za podmínky, že počet nových pozemských stanic a jejich umístění jsou určeny tak, aby nepřiměřeně neomezovaly systémy bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací, a s výhradou tržní poptávky, členské státy zajistí, aby bylo možné nadále zavádět pozemské stanice:

- ve službě družicového průzkumu Země (sestupný směr) nebo ve službě kosmického výzkumu (sestupný směr) v kmitočtovém pásmu 25,5–27,0 GHz,
- v družicové pevné službě (vzestupný směr) v kmitočtovém pásmu 24,65–25,25 GHz.

Obecné parametry využívání pásma 26 GHz pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací jsou v příloze rozhodnutí stanoveny následovně:

- Duplexním režimem provozu je duplex s časovým dělením (TDD).
- Velikost přiděleného bloku je násobkem 200 MHz. K zajištění efektivního využití celého pásma lze v sousedství přiděleného bloku jiného uživatele spektra použít i užší bloky o velikosti 50 MHz, 100 MHz nebo 150 MHz.
- Nejvyšší kmitočet přiděleného bloku se shoduje s horní hranou pásma o kmitočtu 27,5 GHz, nebo je od ní vzdálen o násobky 200 MHz. Pokud je blok užší než 200 MHz nebo je třeba jej posunout za účelem zohlednění stávajících využití, je tento posun násobkem 10 MHz.
- Technické podmínky obsažené v příloze jsou základem k řešení vzájemné koexistence zemských systémů k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací a koexistence těchto systémů se systémy ve službě družicového průzkumu Země (pasivní) formou mezních hodnot nežádoucího vyzařování do kmitočtového pásma 23,6 – 24 GHz, jakož i s přijímači kosmických stanic formou omezení náklonu hlavního svazku aktivního anténního systému venkovní základnové stanice. K zajištění koexistence s ostatními službami a aplikacemi mohou být nutná další opatření na vnitrostátní úrovni.
- Vysílání základnových stanic a terminálů v kmitočtovém pásmu 24,25–27,5 GHz je v souladu se spektrální maskou hran bloku podle přílohy rozhodnutí 2019/784.

Z hlediska koexistence zemských bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací, včetně služeb nové generace nebo 5G a stávajících služeb v pásmu 26 GHz, platí podle rozhodnutí 2019/784 následující:

- V případě zemských pevných bezdrátových spojů je potřeba uplatnit přístup umožňující flexibilitu na vnitrostátní úrovni.
- Využívání pásma pro vozidlové radary krátkého dosahu by mělo být postupně ukončeno od 1. ledna 2022<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Pojmem „vymezení a zpřístupnění“ kmitočtového pásma 26 GHz se v kontextu rozhodnutí 2019/784 rozumí tyto kroky: i) přizpůsobení vnitrostátního právního rámce o přidělování kmitočtů tak, aby zahrnoval zamýšlené využití tohoto pásma podle harmonizovaných technických podmínek stanovených v tomto rozhodnutí, ii) iniciování všech nezbytných opatření, aby se v potřebné míře zajistila koexistence se stávajícím využitím v tomto pásmu, iii) iniciování vhodných opatření, v příslušných případech podpořené zahájením procesu konzultací se zúčastněnými stranami, aby se umožnilo využívání tohoto pásma v souladu s platným právním rámcem na úrovni Unie, včetně harmonizovaných technických podmínek stanovených rozhodnutím 2019/784.

<sup>2</sup> Vývoj na trhu vozidlových radarů krátkého dosahu vykazuje setrvalou tendenci zavádět nové radary v kmitočtovém pásmu 77–81 GHz, které je harmonizováno na úrovni Unie. Nejsou tedy zjištěny žádné problémy s koexistencí s vozidlovými radary krátkého dosahu.

- V případě zařízení pro telematiku v dopravě a provozu (zejména pro vozidlové radary) je úsek pásma vymezen na nechráněném a neinterferenčním základě. Vozidlové radary se v tomto pásmu v současné době nevyužívají a ani se takové využití neplánuje, ale zvyšuje se míra takového využívání v kmitočtovém pásmu 76–81 GHz.
- V případě zařízení pro rádiové určování, která jsou provozována v režimu „underlay“ založeném na ultraširokopásmové technologii by mělo být možné takové využití přizpůsobit vývoji využívání kmitočtového pásma 26 GHz pro zemské bezdrátové širokopásmové služby elektronických komunikací.
- Kosmické a družicové služby by měly být náležitě chráněny před rušením od zemských bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací; zároveň je potřeba vytvořit prostor pro jejich další rozvoj.
- Zemské služby nové generace (5G) by měly být v kmitočtovém pásmu 26 GHz zavedeny na základě harmonizovaných technických podmínek. Tyto podmínky by měly ochránit nepřerušovaný provoz a rozvoj družicových pozemských stanic (ve službě EESS, SRS a FSS) s kmitočtovými přiděly v tomto pásmu, aby pozemské stanice mohly být v budoucnu povolovány na základě transparentních, objektivních a přiměřených kritérií. Tyto podmínky by stejně tak měly zajistit, aby nebylo pravděpodobné, že by stávající a budoucí družicové služby měly významný negativní dopad na zavádění a pokrytí zemských sítí 5G.
- Koexistenci zemských bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací (včetně 5G) a pozemských stanic ve službách EESS, SRS a FSS provozovaných v kmitočtovém pásmu 26 GHz lze v příslušných případech zajistit uplatňováním technických omezení pro zavádění zemských služeb v omezené zeměpisné oblasti kolem družicové pozemské stanice. V tomto ohledu může být přiměřeným přístupem, jak takovou koexistenci usnadnit, zavádění nových pozemských stanic přednostně dále od míst s vysokou hustotou obyvatelstva nebo vysokou intenzitou lidské činnosti<sup>3</sup>.
- Členské státy by měly posoudit možnost nepřerušovaného provozu pevných spojů v pásmu 26 GHz na základě sdíleného využívání rádiového spektra se zemskými širokopásmovými službami elektronických komunikací, včetně 5G, nebo ukončení jejich provozu v daném pásmu. V tomto posouzení by měly být zohledněny možné techniky zmírňující rušení a vnitrostátní a přeshraniční koordinace, jakož i rozsah zavádění 5G s ohledem na tržní poptávku po systémech 5G, zejména v méně zalidněných a venkovských oblastech. Možnost sdíleného využívání spektra dle vnitrostátní volby mimo jiné závisí na dostupnosti podrobných informací o zavádění pevných spojů a proveditelnosti přidělení velkých souvislých bloků spektra pro systémy 5G<sup>4</sup>.
- Zemské bezdrátové širokopásmové služby elektronických komunikací, včetně 5G, v pásmu 26 GHz by měly zajišťovat náležitou ochranu služby EESS (pasivní) v kmitočtovém pásmu 23,6–24 GHz. Na vnitrostátní úrovni mohou být nutná zvláštní opatření k zajištění ochrany radioastronomických stanic provozovaných v kmitočtovém pásmu 23,6–24 GHz. Tato opatření pravděpodobně omezí využitelnost celého pásma 26 GHz v okolí těchto stanic. Ochrana služby EESS (pasivní) v kmitočtových pásmech 50,2–50,4 GHz a 52,6–54,25 GHz je zajištěna stávajícími obecnými mezními hodnotami nežádoucího vyzařování platnými pro základnové stanice.
- Na stávající využití, například na družicové přijímače ve službě FSS a ISS, by mohlo mít dopad používání bezpilotních vzdušných prostředků (dále jen „UAV“), jako jsou drony, ve spojení se zemskými bezdrátovými širokopásmovými sítěmi elektronických komunikací využívajícími kmitočtové pásmo 26 GHz. V důsledku toho by mělo být v kmitočtovém pásmu 26 GHz zakázáno spojení ze základnových stanic k terminálům na palubě UAV a mělo by být povoleno pouze spojení z terminálů na palubě UAV k základnovým stanicím v souladu s platnými předpisy pro řízení letového provozu. V tomto ohledu by spojení z terminálů na palubě UAV k základnovým stanicím mohlo mít významný dopad například na separační vzdálenost od pozemských stanic ve službách EESS/SRS rovnoprávně využívajících pásmo 26 GHz. To si žádá další prověření, z něž mohou vzejít dodatečné harmonizované technické podmínky. Používání UAV s bezdrátovými širokopásmovými sítěmi elektronických komunikací by nemělo bránit zavádění budoucích pozemských stanic ve službách EESS/SRS. Mandát EK ke studiu pásem mobilních sítí (vydaný v roce 2023) pro využití bezpilotními prostředky nicméně s pásmem 26 GHz nepočítá.
- Úprava by měla zahrnovat přeshraniční dohody<sup>5</sup> mezi uživateli rádiového spektra nebo vnitrostátními správními orgány, aby bylo zajištěno provádění rozhodnutí 2019/784 s cílem vyhnout se škodlivému rušení a zlepšit efektivní využívání rádiového spektra a konvergenčí ve využívání spektra.

Rozhodnutím 2020/590 byla změněna tabulka 4 (Doplňková základní mezní hodnota výkonu základnové stanice) a tabulka 6 (Doplňková základní mezní hodnota výkonu terminálu) přílohy rozhodnutí 2019/784 v zájmu sjednocení ochranných mezních hodnot harmonizovaných na úrovni EU s ochrannými mezními hodnotami podle Radiokomunikačního řádu ITU-R v pozměněném znění. Ochranné mezní hodnoty byly sjednoceny, s cílem zvýšení míry dostupnosti a možnosti výběru zařízení a eliminace negativního dopadu na náklady na zařízení.

<sup>3</sup> CEPT vypracovává sady technických nástrojů (Například doporučení ECC (19)01 „Sada technických nástrojů na podporu zavádění 5G a současného zajištění přiměřeného využívání stávajících a plánovaných přijímacích pozemských stanic ve službě EESS/SRS v pásmu 26 GHz a možnosti budoucího zavádění těchto pozemských stanic“. Tyto sady mimo jiné poskytují vnitrostátním správním orgánům metodiky k určení koordinačních oblastí okolo pozemských stanic.) na podporu zavádění 5G na základě režimu individuálních oprávnění, přičemž bude v příslušných částech kmitočtového pásma 26 GHz přiměřeně umožněno nepřerušované používání stávajících a plánovaných přijímacích pozemských stanic ve službách EESS/SRS a vysílacích pozemských stanic ve službě FSS. Tyto sady nástrojů mohou usnadnit koexistenci při plnění povinností podle tohoto rozhodnutí.

<sup>4</sup> CEPT za tímto účelem poskytuje technické pokyny týkající se koexistence zemských širokopásmových služeb elektronických komunikací, včetně 5G, a pevných spojů se zohledněním progresivního zavádění 5G.

<sup>5</sup> Doporučení ECC (23)02 pro přeshraniční koordinaci pro mobilní/fixní komunikační sítě (MFCN) v kmitočtovém pásmu 24,25-27,5 GHz

V podmínkách České republiky jsou technické parametry a podmínky využití rádiového spektra v kmitočtovém pásmu od 24,25 GHz do 27,5 GHz radiokomunikačními službami upraveny v části plánu využití rádiového spektra č. PV-P/2/10.2020-10 (dále jen „PVRS“).

Tabulka 2: Využití pásma 26 GHz podle plánu využití rádiového spektra č. PV-P/2/10.2020-10

Pásmo (GHz)	Přídělení službám	Využití	Poznámka	Budoucí vývoj
24,25–26,65	zařízení provozovaná mimo radiokomunikační služby	dočasné využití vozidlovými radary krátkého dosahu (SRR)	Všeobecné oprávnění č. VO-R/10/12.2019-9 k využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení krátkého dosahu	o ukončení využívání pásma 24,25–26,65 GHz zařízeními SRR Úřad rozhodne v souladu s rozhodnutím ECC a Komise k harmonizaci pásma 79 GHz
24,05–27	zařízení provozovaná mimo radiokomunikační služby	zařízení krátkého dosahu – průmyslové radary pro sondování výšky hladiny	Všeobecné oprávnění č. VO-R/10/12.2019-9 k využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení krátkého dosahu	úprava podmínek provozu zařízení krátkého dosahu je předmětem periodické aktualizace prováděné Výborem pro elektronické komunikace CEPT ECC a Komisí
24,25–24,5	pevná služba	dočasné pevné spoje SAP/SAB		<ul style="list-style-type: none"> <li>• v pevné službě v pásmu 24,5–26,5 GHz je předpokládáno pro spoje typu bod–bod (provoz FWA sítě byl v pevné službě v 2020 ukončen)</li> <li>• případně budoucí využití úseku 26,5–27,5 GHz pevnou službou závisí na rozvoji a způsobu využití v pohyblivé službě a na možnostech vzájemné koexistence obou služeb</li> </ul>
24,5–24,549 25,445–25,557 26,453–26,5		ochranné úseky	nelze využívat	
24,605–24,619 24,675–24,689 24,745–24,773 25,613–25,627 25,683–25,697 25,753–25,781		ochranné úseky	nelze využívat do 31. prosince 2020	
24,549– 24,605/25,557– 25,613 24,619– 24,675/25,627– 25,683 24,689– 24,745/25,697– 25,753	pevná služba	duplexní úseky určené pro využití pevnými spoji typu bod–multibod v rámci sítě pevného bezdrátového přístupu FWA (nejdéle však do 31. prosince 2020)		
24,549– 25,445/25,557– 26,453	pevná služba	pevné spoje typu bod-bod	individuální oprávnění pro využívání kmitočtových úseků 24,549–24,773/25,557–25,784 GHz vydává Úřad s účinností od 1. ledna 2021	
24,25–27,5	pohyblivá služba	systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací (IMT)	stanice využívají kmitočty v souladu s podmínkami stanovenými v příloze rozhodnutí 2020/590	
26,5–27,5	pohyblivá služba	systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací (IMT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vymezeno pět sousedních bloků o šířce 200 MHz, přičemž kmitočty horní hrany posledního bloku je 27,5 GHz</li> <li>• provoz je s časově děleným duplexem TDD</li> <li>• využívání kmitočtů základnovými stanicemi a terminály je možné pouze na základě individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitočtů pro experimentální účely</li> </ul>	Úřad upřesní podmínky využívání pásma 24,25–27,5 GHz, včetně podmínek koexistence s pevnou službou, na základě poptávky trhu, zkušeností s experimentálním provozem IMT/5G, a upřesní plánovací postupy a podmínky autorizace využívání rádiových kmitočtů a další parametry
24,25–26,5 GHz	pohyblivá služba	systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací (IMT)	nejsou v současnosti stanoveny konkrétní podmínky využívání rádiových kmitočtů a v pásmu nejsou vydávána individuální oprávnění pro systémy IMT	
25,25–27,5	mezidružicová služba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aplikace v kosmickém výzkumu a v družicovém průzkumu Země</li> <li>• přenosy údajů, pocházejících z průmyslových a lékařských činností v kosmickém prostoru</li> </ul>		Předpokládá se ukončení přidělení mezidružicové službě v pásmu 24,45–24,75 GHz
25,5–27	družicový průzkum Země		pozemské stanice této služby v pásmu 25,5–27 GHz nemohou požadovat ochranu před stanicemi v pevné a pohyblivé službě ani omezovat jejich používání a rozvoj	
	služba kosmického výzkumu			v České republice není služba kosmického výzkumu využívána

Významný nástroj harmonizace správy kmitočtů představují dokumenty vydané Výborem pro elektronické komunikace (ECC).

Výstupy ECC související s pásmem 26 GHz poskytují základní technické charakteristiky a parametry pásma 26 GHz k usnadnění koexistence služeb, včetně ochrany zavedených provozovatelů v sousedních pásmech, což je třeba vzít v úvahu při vývoji různých scénářů pro povolení využívání pásma 26 GHz.

Evropská komise v roce 2016 pověřila CEPT, stanovením harmonizovaných technických podmínek potřebných k usnadnění používání technologií 5G v pásmu 26 GHz. V reakci na tento mandát ECC vypracoval zprávu CEPT 68, která se zabývá podmínkami sdílení a kompatibility pro zajištění ochrany stávajících uživatelů spektra v pásmu 26 GHz a přílehlých pásmech. Technické podmínky podle zprávy CEPT 68 byly stanoveny na základě předpokladu použití režimu individuálního oprávnění, i když konkrétně uvádí, že individuální oprávnění může zahrnovat jak celostátně udělované oprávnění, tak oprávnění udělované na menším zeměpisném základě než celostátní.

Na základě této zprávy ECC vypracoval rozhodnutí (18)06, které stanovuje společné minimální nejméně omezující technické podmínky pro zavedení mobilních/pevných komunikačních sítí (MFCN) v pásmu 26 GHz.

Dalšími dokumenty, které ECC zveřejnil ve snaze pomoci administrativám s povolováním používání pásma 26 GHz tak, aby bylo zajištěno, že může být použito pro pokročilé bezdrátové komunikační služby při minimalizaci škodlivého rušení vůči jiným službám, jsou:

- Doporučení ECC (19)01 „Doporučení ECC ze dne 8. března 2019 o technickém souboru nástrojů na podporu zavádění 5G při současném zajištění, v přiměřeném rozsahu, využívání stávajících a plánovaných přijímacích pozemských stanic EESS/SRS v pásmu 26 GHz a možnosti budoucího nasazování těchto pozemských stanic“
- Doporučení ECC (20)01 „Pokyny na podporu zavádění 5G při současném zajištění, v přiměřeném rozsahu, využívání stávajících a plánovaných vysílacích pozemských stanic FSS v kmitočtovém pásmu 24,65–25,25 GHz a možnosti budoucího nasazování těchto pozemských stanic“
- Zpráva ECC 303 „Pokyny pro administrativy pro koexistenci mezi 5G a pevnými spoji v pásmu 26 GHz („Soubor nástrojů““)
- Zpráva ECC 307 „Soubor nástrojů pro nejhodnější regulační rámec synchronizace včetně koexistence MFCN v pásmu 24,25–27,5 GHz v nesynchronizovaném a semi-synchronizovaném režimu

Vzhledem k jedinečným vlastnostem kmitočtů v pásmu mm vln a potenciální rozmanitosti služeb a modelů nasazení, které by mohly být podporovány zpřístupněním pásma 26 GHz, panuje shoda, že konvenční přístup vydávání vnitrostátních individuálních oprávnění s výhradním přidělením kmitočtů pravděpodobně nezajistí jejich optimální využití nebo uspokojení různorodých potřeb uživatelů.

Způsob uvolnění kmitočtů je v každé zemi ovlivněn různými faktory, včetně velikosti populace, hustoty obyvatelstva, stávajícího přidělení kmitočtů, nadcházejícího uvolnění kmitočtů, poptávky po službách a konkurence na trhu. Tyto faktory, které se mezi zeměmi značně liší, ovlivňují poptávku a předpokládané scénáře použití. Srovnávací údaje však ukazují, že regulační orgány stále více využívají inovativní přístupy, přičemž některé regulační orgány upřednostňují zjednodušená pravidla pro udělování oprávnění a sdílení, jak je podrobně popsáno v kapitole 2.3.

Zpráva ECC 317 pomáhá regulačním orgánům, které zvažují jiné režimy povolování pro pásmo 24,25–27,5 GHz, než je individuální oprávnění, a obsahuje usměrnění zejména ve vztahu k zajištění koexistence s rádiovými službami, aniž by však zvažovala jakékoli změny technických podmínek uvedených v rozhodnutí ECC (18)06.

Zpráva ECC 317 pojednává o následujících přístupech:

- místní licence,
- licence pro využití v interiéru,
- licence pro vymezenou oblast,
- lehké licencování,
- celostátní všeobecné oprávnění,
- místní všeobecné oprávnění.

Doporučení ECC (23)02 se zabývá přeshraniční koordinací pro sítě MFCN v kmitočtovém pásmu 24,25–27,5 GHz, což zahrnuje proces a postupy, které je třeba provést k zajištění minimálního přeshraničního rušení. Doporučení zahrnuje harmonizované technické podmínky pro MFCN v pásmu 26 GHz pro ochranu zavedených služeb, jako je radioastronomie a MFCN v sousedních zemích.

Úrovně intenzity pole pro přeshraniční provoz mezi systémy MFCN jsou v doporučení definovány takto:

„Základnové stanice AAS nesynchronizovaných systémů MFCN TDD na obou stranách hranice v kmitočtovém pásmu 26 GHz pro všechny PCI (v případě NR) lze používat bez koordinace se sousední zemí, pokud střední intenzita pole každé buňky produkovaná základnovou stanicí nepřesahuje hodnotu 62 dBμV/m/(200 MHz) u provozních kanálů (což odpovídá úrovni intenzity pole SSB 1 52 dBμV/m/(120 kHz) pro NR s ohledem na vzdálenost subnosných (SCS) 120 kHz) ve výšce 3 m nad zemí na hranici mezi zeměmi.“

Koordinční postupy pokrývají synchronizované i nesynchronizované systémy a zahrnují proces sdílení jedinečných skupin s identitou buněk na fyzické vrstvě tak, aby sítě provozovány blízko hranic mohly koexistovat.

Harmonizovaný přístup k využívání pásma 26 GHz pro mobilní sítě ukládá použití duplexního provozu s časovým dělením (TDD). To znamená, že se vyžaduje určitá úroveň synchronizace, aby se zabránilo kolizím mezi časovým úsekem vysílání jedné sítě a časovým úsekem příjmu jiné sítě. V případě pásma 26 GHz bude rozsáhlé používání mobilních zařízení mimo mobilní síť operátora pravděpodobně omezeno. Pokud by však regulační orgán chtěl přidělovat kmitočty v těsné blízkosti sítí MNO, bude spolupráce na synchronizaci TDD nezbytná. Regulační orgán potřebuje znát konfiguraci synchronizace TDD odsouhlasenou MNO, aby mohl zakomponovat nezbytná opatření pro držitele oprávnění, kteří působí v těsné blízkosti takových veřejných sítí.

TDD je na rozdíl od duplexu s kmitočtovým dělením (FDD) účinný pouze tehdy, pokud všechna vysílání základnové stanice probíhají ve stejnou dobu. Pokud se tak nestane, koordinční vzdálenost mezi místy se výrazně zvětší, než by bylo jinak možné, a spektrální účinnost pásma se výrazně sníží. Z tohoto důvodu, i když jsou systémy izolované, schopnost synchronizace musí být alespoň regulována a implementována, i když se možná zpočátku nepoužívá. To umožňuje integraci izolovaného systému, jakmile to bude nutné, protože všechny podmínky oprávnění a hardware budou nastaveny předem a držitel oprávnění nebude mít žádné výhrady, vzhledem k tomu, že dobrovolně zavedl synchronizaci předtím, než byl povinen tak učinit. Jakmile jsou systémy synchronizovány, pak všechny pracují z jediné reference a je možné změnit načasování synchronizace v budoucnu, pokud je třeba se přizpůsobit mezinárodním podmínkám nebo podmínkám MNO. Znalost identity a časování používaných v jakékoli sousední síti MNO je výhodou v počáteční fázi plánování takového požadavku pro účely oprávnění.

Sítě s různými funkcemi si mohou vybrat různé časové rámce pro up/downlink (U/D), což je akceptováno a obecně není předmětem synchronizace – předmětem synchronizace je celková přenosová a přijímací rychlost systému. Nevyhnutelně dojde ke střetům mezi prvky různých zvolených U/D rámců, ale to je méně škodlivé než úplné odpojení mezi systémy a je vyžadována flexibilita při výběru U/D rámce vhodného pro používanou službu. Doporučuje se, aby byla odsouhlasena a zavedena do oprávnění podmnožina dostupných časových rámců TDD, které poskytují dostatečnou flexibilitu, aby umožnily systémům náročným na upload a download vybrat si vhodný rámec U/D, čímž se zabrání použití velkého množství vzájemně nekompatibilních rámců. Dokonce i rámce definované v 3GPP mají prvky, kde je přijatelné zvolit uplink nebo downlink v některých rámcích, takže i když všechny sítě používají stejný rámec, budou existovat odchylky.

## 2.2 Stávající využití pásma z hlediska služeb a subjektů

Podle článku 2 rozhodnutí 2019/784 vymezí a zpřístupní členské státy do 30. března 2020 na nevýhradním základě kmitočtové pásmo 24,25–27,5 GHz pro zemské systémy k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací.

Podle článku 54 odstavec 1 písmeno b) kodexu, pokud jde o pozemní systémy schopné poskytovat bezdrátové širokopásmové služby, členské státy do 31. prosince 2020 přijmou, pokud je to nezbytné k usnadnění zavádění sítí 5G, veškerá vhodná opatření s cílem umožnit užívání alespoň 1 GHz v pásmu 24,25–27,5 GHz, pokud je jasně prokázána tržní poptávka a absence závažných překážek, které by bránily přechodu stávajících uživatelů pásma nebo uvolnění pásma.

Podle Doporučení ITU-R M.2083-0<sup>6</sup> scénáře využití IMT 2020 obsahují:

- **Zdokonalené mobilní širokopásmové připojení** (Enhanced Mobile Broadband – eMBB) - mobilní širokopásmové připojení je zaměřené na případy použití pro přístup k multimediálnímu obsahu, službám a datům zaměřeným na člověka. Poptávka po mobilním širokopásmovém připojení bude nadále narůstat, což povede k zdokonalenému mobilnímu širokopásmovému připojení. Scénář zdokonaleného mobilního širokopásmového připojení přinese nové aplikační oblasti a požadavky vedle stávajících aplikací pro mobilní širokopásmové připojení v zájmu lepšího výkonu a neustále se zlepšující uživatelské zkušenosti. Tento scénář použití pokrývá řadu případů, včetně pokrytí rozsáhlých oblastí a oblastí s vysokou hustotou uživatelů (hotspot), které mají různé požadavky. Pro oblasti s vysokou hustotou uživatelů, se vyžaduje velmi vysoká kapacita provozu, zatímco požadavek na mobilitu je nízký a rychlost připojení uživatelů je vyšší než v případě pokrytí rozsáhlých oblastí. Pro případ pokrytí rozsáhlých oblastí se vyžaduje bezproblémové pokrytí a středně vysoká až vysoká mobilita s výrazně vyšší rychlostí připojení uživatele ve srovnání se stávajícími rychlostmi připojení. Požadavek na rychlost připojení je mírnější ve srovnání s rychlostí připojení v případě hotspotu.
- **Vysoce spolehlivé komunikace s nízkým opožděním** (Ultra-Reliable and Low Latency Communications – URLLC) - tento případ použití má přísné požadavky na vlastnosti jako je propustnost, latence a dostupnost. Některé příklady zahrnují bezdrátové řízení průmyslové výroby nebo výrobních procesů, lékařskou chirurgii na dálku, automatizaci distribuce prostřednictvím inteligentních sítí (smart grid), bezpečnost v oblasti dopravy atd.
- **Masivní komunikaci mezi zařízeními** (massive machine-type communications – mMTC) - tento případ použití je charakterizován velmi velkým počtem připojených zařízení, které obvykle přenášejí relativně malý objem citlivých dat bez zpoždění. Vyžaduje se nízká hodnota zařízení a co nejdelší životnost baterie.

---

<sup>6</sup> IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond; podle Doporučení ITU-R M.2150-2 specifikace IMT-2020, známé jako 5G, byly vyvinuty 3GPP a sestávají z long-term evolution (LTE) a new radio (NR) release 15 a novějších.

Očekává se, že se objeví další příležitosti pro využití IMT 2020, které v současnosti není možné předpovídat. Pro budoucí IMT je proto nezbytná flexibilita pro přizpůsobení se novým příležitostem využití, které přinesou širokou škálu požadavků. Budoucí systémy IMT budou zahrnovat velké množství různých funkcí. V závislosti na okolnostech a různých potřebách v různých zemích by měly být navrženy budoucí systémy IMT vysoce modulárním způsobem, tak, aby nebylo nutné implementovat všechny funkce do všech sítí.

V České republice je v pásmu 26 GHz úsek 26,5 – 27,5 GHz přidělen pohyblivé službě pro využití systémů k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací (IMT). V současnosti je vymezeno pět sousedních bloků o šířce 200 MHz, přičemž kmitočet horní hrany posledního bloku je 27,5 GHz a provoz je s časově děleným duplexem TDD. Využívání kmitočtů základnovými stanicemi a terminály je v současné době možné pouze na základě individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitočtů pro experimentální účely.

Takto vymezené pásmo je v souladu s požadavkem podle článku 54 odstavec 1 písmeno b) kodexu přijmout veškerá vhodná opatření s cílem umožnit užívání alespoň 1 GHz v pásmu 24,25–27,5 GHz, pokud je jasně prokázána tržní poptávka a absence závažných překážek, které by bránily přechodu stávajících uživatelů pásma nebo uvolnění pásma.

V pásmu 26,5 – 27,5 GHz jsou aktuálně platná dvě individuální oprávnění pro experimentální účely pro území Prahy

- O2 - 800 MHz 3 stanice + ML - experimentální síť 5G,
- ČRa - 100 MHz 1 x bod-multibod – testování vlastností rádiové sítě k poskytování bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací v kmitočtovém pásmu 26 GHz.

K 29. 02. 2024 skončila platnost individuálního oprávnění pro experimentální účely společnosti VanCo na kanál 200 MHz 1x bod-multibod, kterého účelem byly testy technologie pro fixní přístup, která je navržena pro vzájemnou koexistenci s 3GPP standardy, ale zároveň nevyžaduje komplexní a cenově nákladné jádro sítě.

## 2.3 Využívání pásma 26 GHz ve vybraných zemích

### 2.3.1 Itálie

Kmitočty v pásmu 26,5 – 27,5 GHz byly součástí aukce kmitočtů, která proběhla v září a říjnu roku 2018. Součástí aukce byly kmitočty v pásmech 700 MHz a 3,6-3,8 GHz.

Pouze pásmo 26,5 – 27,5 GHz bylo vyčleněno pro účely 5G. Pásmo 24,25 – 26,6 GHz je podle národní kmitočtové tabulky přiděleno satelitní službě, průzkumu Země, průzkumu vesmíru a pevné službě včetně kmitočtových bloků přidělených službě WLL (wireless local loop)<sup>7</sup>. Individuální oprávnění pro tento účel využití jsou platná do 31. 12. 2022.

Kmitočtové pásmo	26,5 – 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1 000
Počet aukčních bloků	5
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	4
Doba přidělení kmitočtů	do 31. 12. 2037
Rozvojová kritéria	Do 48 měsíců od přidělení kmitočtů vybudovat širokopásmovou rádiovou síť s využitím přidělených kmitočtů <sup>8</sup> ve všech provinciích
Vyvolávací cena bloku (€)	32 586 535,00
Požizovací cena (€)	
Telecom Italia S.p.A.	33 020 000,00
Iliad Italia S.p.A.	32 900 000,00
Fastweb S.p.A.	32 600 000,00
Wind Tre S.p.A.	32 586 535,00
Vodafone Italia S.p.A.	32 586 535,00

<sup>7</sup> 56 MHz blok v systému FDD s ochranným pásmem mezi jednotlivými bloky

<sup>8</sup> Využitím přidělených kmitočtů se rozumí zprovoznění příslušných základnových stanic nebo centrálních stanic nebo pevných spojů (P-P nebo P-MP) nebo malých buněk se specifickým využitím přidělených kmitočtů a pokrytí referenčního území buňky nebo sektoru, napojené na přenosovou síť, která zaručuje provoz v end-to-end režimu a spuštění komerční služby s využitím přidělených kmitočtů. Komerční službou se rozumí nabídka přímo pro veřejnost nebo prostřednictvím nabídky velkoobchodního přístupu, a to i ve formě roamingu, MORAN, MOCN nebo poskytování vrstev, s omezením sdružování kmitočtů.

#### Další podmínky používání kmitočtů:

- Uživatelé kmitočtů v pásmu 26 GHz zavedou potřebné ochranné pásmo a uplatní technická opatření nezbytná k zamezení škodlivého rušení uživatelů sousedních pásem v souladu s příslušnými technickými předpisy v rámci vlastních přidělených kmitočtů. Pokud škodlivé rušení přetrvává, může ministerstvo, za účelem zajištění efektivního využívání spektra, odůvodněným a přiměřeným způsobem uložit přísnější technické normy, včetně zmírnění technických specifikací nebo omezení vysílaného spektrálního výkonu nebo synchronizace sítí provozovaných v sousedních blocích nebo použití kmitočtových bloků v "omezeném" režimu nebo preferenčních kanálů. Pokud tato opatření nezaručují úplnou absenci škodlivého rušení, je každý uživatel povinen, v případě potřeby, okamžitě deaktivovat rušící systém.
- Vítězní uchazeči musí přijmout veškerá nezbytná opatření, aby zabránili rušení ostatních oprávněných uživatelů kmitočtů a naplánovat aktivaci každé nové instalace své sítě, přičemž předem ověří kompatibilitu se stávajícími způsoby využití v pásmu a v přilehlém pásmu, jehož ochrana je vyžadována, prostřednictvím správné implementace podmínek ochrany a modelu sdílení, jak jsou definovány, aniž by byl ohrožen jakýkoli další rozvoj zavedených služeb v sousedním pásmu. V souladu s technickými standardy, které budou definovány pro koexistenci vnitropásmových systémů, může ministerstvo předvídat budoucí rozvoj zavedených služeb prostřednictvím transparentních, objektivních a přiměřených povolovacích kritérií, které budou mít co nejmenší dopad na rozvoj a pokrytí 5G služeb.
- Experimentální využívání přidělených kmitočtů v pásmu 26 GHz je povoleno do doby zavedení zařízení vyhovujícího novému technickému předpisu 5G, což je nutné předem oznámit ministerstvu. Za tímto účelem vítězný uchazeč předloží experimentální plán, který nezahrnuje komerční využití a který je schválen ministerstvem. Zařízení pro experimentování respektuje stejné povinnosti pro ochranu poskytovanou pro dané pásmo.
- Ministerstvo může v případě přetrvávajícího škodlivého rušení při využívání kmitočtů podle tohoto ustanovení uložit přiměřeným a odůvodněným způsobem opatření schopné odstranit příčiny takového rušení v souladu se zásadou spravedlnosti.
- Instalace nových zařízení pro širokopásmové a ultraširokopásmové služby elektronických komunikací prostřednictvím využívání kmitočtů, které jsou předmětem aukce, musí zaručit ochranu a nepřerušené fungování stávajících využití.
- Úspěšní uchazeči předávají ministerstvu a úřadu každoročně až do ukončení platnosti individuálního oprávnění zprávu o stavu výstavby širokopásmových sítí s využitím přidělených kmitočtů a o poskytování souvisejících služeb, dokumentující zejména pokrývání lokalit, síťovou architekturu a použité technologie.
- Práva k využívání kmitočtů v pásmu 26 GHz zajišťují sdílené využívání kmitočtů všem úspěšným uchazečům se závaznou předností využívání kmitočtů v přiděleném pásmu. Úspěšní uchazeči mohou dynamicky využívat všechny kmitočty v pásmu v oblastech, kde je ostatní úspěšní uchazeči nevyužívají. Pro účely tohoto využití mohou úspěšní uchazeči uzavřít nediskriminační obchodní dohody, poměrným způsobem rozdělit náklady, případně pověřit správu důvěryhodnou třetí stranu, v zájmu předcházení škodlivému rušení a zabezpečení koordinace plánování úspěšných uchazečů.
- Úspěšní uchazeči jsou povinni umožnit přístup definovaným subjektům (žadatelům o přístup) za účelem poskytování 5G služeb. Přístupem se rozumí velkoobchodní zpřístupnění kapacity včetně využívání kmitočtů subjektem žádajícím o přístup. Práva na využívání kmitočtů nepřechází na žadatele o přístup. Pro účely splnění povinnosti přístupu musí úspěšní uchazeči splňovat následující minimální kritéria, která se vzájemně nevylučují:
  - žádá-li žadatel o přístup do referenční oblasti, pro kterou jsou kmitočty nebo jejich část již využívány konkrétním úspěšným uchazečem, je uzavřena dohoda s tímto úspěšným uchazečem, který poskytuje přístup k přiděleným kmitočtům;
  - pokud žadatel o přístup požaduje přístup do oblastí, kde není pokrytí, úspěšní uchazeči spravují smlouvu kolektivně nebo delegují správu využívání kmitočtů na důvěryhodnou třetí stranu; v tomto případě mohou žadatel o přístup a úspěšní uchazeči delegovat úkol zabezpečení pokrytí sítě na třetí stranu.
- Žadatel o přístup nemůže být přímo ani nepřímo provozovatelem veřejných služeb elektronických komunikací. Žadatel o přístup má povinnost vyžádat si od ministerstva zvláštní oprávnění ke správě sítě a využívání kmitočtů a nemůže dále poskytovat služby elektronických komunikací veřejnosti, pokud s úspěšným uchazečem nedojde ke konkrétní dohodě. Žadatel o přístup musí informovat ministerstvo o uzavření dohody a o svém plánu využití kapacity nebo kmitočtů. Podrobnosti tohoto záměru jsou zveřejněny na webových stránkách ministerstva. Dohodami nejsou dotčeny žádné povinnosti stanovené v souvislosti s používáním kmitočtů a dodržováním modelu sdílení. Dohoda může proběhnout i na části kmitočtů v pásmu 26 GHz.
- V případě majetku v soukromém nebo veřejném vlastnictví s omezeným přístupem veřejnosti, jehož pokrytí kmitočty v pásmu 26 GHz vyžaduje povolení správce majetku, v mezích nezasahování do kmitočtů používaných na veřejném území v rámci výše uvedeného majetku (například přístavy, letiště, stadiony, koncertní arény, kina, divadla, národní parky, metro atd.), pokrytí může zabezpečit každý úspěšný uchazeč, který za předpokladu nezasahování do sítí ostatních případných úspěšných uchazečů působících na majetku, může využívat všechny kmitočty pásma 26 GHz. Úspěšný uchazeč nebo úspěšní uchazeči, kteří dosáhnou tohoto pokrytí, jsou povinni nabídnout ostatním úspěšným uchazečům práva na užívání pásma 26 GHz (za předpokladu, že tento majetek je přístupný veřejnosti) za spravedlivých a nediskriminačních obchodních podmínek v rámci majetku, ve formě roamingu nebo jiné dohodnuté technické podmínky, aby zákazníkům všech úspěšných uchazečů o kmitočty v pásmu 26 GHz umožnil využívání služeb v rámci majetku.
- Do 180 dnů od přidělení kmitočtů a před udělením přístupu subjektu žádajícímu o přístup předloží úspěšní uchazeči ministerstvu a úřadu obecný postup vyřizování žádostí o přístup a každoročně tento postup aktualizují. Postup je

zveřejněn na webových stránkách úspěšných uchazečů. Ministerstvo a úřad mohou kdykoli v rámci své působnosti oprávněným a přiměřeným způsobem nařídit úpravu podmínek výše uvedeného postupu.

- V zájmu zabezpečení náležité koordinace, jsou úspěšní uchazeči povinni zpřístupnit ostatním provozovatelům na základě odůvodněné žádosti a za podmínky reciprocity technické vlastnosti a zeměpisnou polohu instalovaných systémů.
- Úspěšní uchazeči určí vhodné techniky zmírňování negativních vlivů škodlivého rušení a koordinace, včetně synchronizačních technik, aby se vyhnuli jakýmkoli problémům s rušením v pásmu a/nebo v přilehlých pásmech ve vztahu k zařízením, která mají nárok na ochranu. Tyto techniky je nutné zavést přiměřeně a odůvodněně s přihlédnutím k příslušným mezinárodním standardům, metodikám a osvědčeným postupům.
- Pokud použití požadovaných technik nezaručuje úplnou absenci škodlivého rušení ve všech možných případech rušení, a to jak v pásmu, tak mimo pásmo, musí úspěšní uchazeči přijmout veškerá další opatření, která mohou být nezbytná, s přihlédnutím k příslušným mezinárodním normám, metodikám a osvědčeným postupům, včetně synchronizace sítí. V případě uplatnění specifikací, dodatečných koordinačních nebo zmírňujících technik s operátorem nebo operátory využívajícími stejná pásma v sousedních zeměpisných oblastech nebo přilehlých pásmech ve stejných oblastech, dotčení operátoři přiměřeně rozdělí zátěž mezi postižené oblasti. Pokud tato opatření nezaručují úplnou absenci škodlivého rušení, může ministerstvo uložit přísnější technická opatření, a to i následně, včetně konkrétních technik omezení vyzařovaného spektrálního výkonu, použití preferenčních kanálů nebo další omezení, včetně dalších geograficky vyloučených zón nebo zón, ve kterých se počítá pouze s určitými privilegovanými architektonickými konfiguracemi. V případě přetrvávání škodlivého rušení mezi operátory působícími v sousedních blocích může ministerstvo uložit synchronizaci sítě nebo zřízení vnitřního ochranného pásma nebo užívání kmitočtových úseků v „omezeném“ režimu. Uživatelé sousedních pásem v dobré víře spolupracují na vyřešení jakéhokoli možného případu škodlivého rušení a jsou povinni zaručit efektivní využívání spektra v souladu se zásadami stanovenými zákonem.

V červnu 2021 zveřejnil regulační úřad konzultační dokument s názvem „Konzultace k možnému využití rádiového spektra pro účely vertikálního sektoru“. Konzultační dokument byl zveřejněn v souladu s rozhodnutím regulačního úřadu č. 131/21/CONS, kterým úřad rozhodl o spuštění konzultací týkajících se možných nových způsobů využití rádiového spektra pro účely vertikálního sektoru s cílem získat užitečné informace a názory na další aktivity úřadu v oblasti povolování používání spektra.

Cílem konzultace bylo zejména ověřit efektivitu současných opatření pro zpřístupnění rádiového spektra s ohledem na potřebu vytvoření podmínek pro využívání spektra na lokální úrovni, zejména jejich kompatibilitu s opatřeními na zabezpečení sdílení spektra, zpřístupnění spektra a využití spektra bez potřeby individuálního povolování.

## 2.3.2 Estonsko

Aukce kmitočtů v pásmu 24,7 – 27,1 GHz proběhla v květnu 2023.

Kmitočtové pásmo	24,7 – 27,1 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	2 400
Počet aukčních bloků	6
Velikost bloku (MHz)	400
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	2
Doba přidělení kmitočtů	nespecifikováno
Rozvojová kritéria	-
Vývolávací cena bloku (€)	800 000,00
Požizovací cena (€)	
Elisa (2 bloky)	1 625 525,00
Telia (2 bloky)	1 602 223,00
Tele 2 (2 bloky)	1 600 000,00

Další podmínky používání kmitočtů:

- Na budování a provoz sítě, na použitá zařízení a na poskytování služeb se vztahují pravidla a povinnosti vyplývající z relevantních standardů, rozhodnutí a doporučení EK, CEPT, ETSI, ECC.
- Provoz sousedících sítí musí být zabezpečen v synchronizovaném režimu; do doby určení synchronizovaného režimu jsou provozovatelé sítí povinni dohodnout se na synchronizovaném režimu. Držitelé individuálního oprávnění jsou povinni informovat regulační úřad o použitém synchronizačním režimu. V případě geografické separace je možné použít nesynchronizovaný nebo částečně synchronizovaný režim provozu sousedících sítí.
- V případě, že dojde k zavedení mezinárodně uznávaného synchronizačního modelu je regulační úřad oprávněn upravit podmínky individuálního oprávnění týkající se synchronizačního modelu.
- Síť musí být vybudována nejméně na základě standardu 3GPP verze 15.
- Vybudovanou síť je možné využít pro poskytování služeb 5G FWA.

## 2.3.3 Finsko

Aukce kmitočtů v pásmu 25,1 – 27,5 GHz proběhla v červnu 2020. Pásmo 24,25-25,1 GHz (850 MHz) bylo z aukce vyčleněno a bude určeno pro budování lokálních sítí.

Kmitočtové pásmo	25,1 - 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	2400
Počet aukčních bloků	3
Velikost bloku (MHz)	800
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	1
Doba přidělení kmitočtů	do 31. 12. 2033
Rozvojová kritéria	-
Vyvolávací cena bloku (€)	7 000 000,00
Požizovací cena (€)	
Elisa Oyj	7 000 000,00
Telia Finland Oyj	7 000 000,00
DNA Oyj	7 000 000,00

Další podmínky používání kmitočtů:

- Kmitočty je možné využít k budování sítí 5G.
- Sítě v pásmu 26 GHz musí být synchronizovány, aby nebylo nutné uplatnit ochranná pásma; ve specifických případech využití (například v interiéru) není synchronizace nutná.
- Antény základnové stanice musí být normálně nasměrovány tak, že každá anténa vysílá pouze s hlavním paprskem směřujícím pod horizont, a navíc musí být anténa mechanicky nasměrována pod horizont, kromě případů, kdy základnová stanice pouze přijímá.
- Koordinační vzdálenost od hranic sousedního státu je 90 kilometrů. Pokud neexistuje koordinační dohoda mezi základnovými stanicemi mobilní sítě a používáním v sousedních zemích (spoje, mobilní sítě a vysílací pozemské stanice FSS), regulační úřad použije tuto hodnotu tak, že pokud je základnová stanice blíže než 90 kilometrů od hranice, potřeba koordinace se odhadne samostatně pro základnové stanice mobilní sítě. Výjimky jsou možné v případě použití v interiéru, nebo pokud terénní překážky směrem k hranici poskytují dostatečnou ochranu atd. Podrobnosti o vysílačích základnových stanic v pásmu 25 100 - 27 500 MHz provozovaných v maximální vzdálenosti 90 kilometrů od hranic sousední země musí být poskytnuty regulačnímu úřadu ke koordinačnímu posouzení před nasazením, pokud neexistuje samostatná koordinační dohoda o využívání kmitočtů s danou zemí.
- Jsou stanoveny následující hodnoty celkového vyzářeného výkonu (TRP)

### o Základnová stanice

#### Kmitočtové pásmo 25 100 – 27 500 MHz

#### Maximální TRP

Hodnota celkového vyzářeného výkonu mimo bloku přiděleného držitelu oprávnění	0 až 50 MHz mimo bloku držitele oprávnění	12 dBm/50 MHz
---	---	---------------

#### Kmitočtové pásmo 24 250 – 27 500 MHz

#### Maximální TRP

Hodnota celkového vyzářeného výkonu mimo bloku přiděleného držitelu oprávnění	více než 50 MHz mimo bloku držitele oprávnění	4 dBm/50 MHz
---	---	--------------

#### Kmitočtové pásmo 23 600 – 24 000 MHz

#### Maximální TRP

Základnové stanice uvedeny do provozu před 01. 01. 2024	-33 dBW/200 MHz
Základnové stanice uvedeny do provozu od 01. 01. 2024	-39 dBW/200 MHz

○ **Koncová zařízení**

**Kmitočtové pásmo 23 600 – 24 000 MHz**

**Maximální TRP**

Koncová zařízení uvedena do provozu před 01. 01. 2024	-29 dBW/200 MHz
Základnové stanice uvedeny do provozu od 01. 01. 2024	-35 dBW/200 MHz

- Držitel oprávnění musí poskytnout regulačnímu úřadu nejaktuálnější technické informace o základnových stanicích a opakovačích v systému, jakož i jejich umístění. Poskytnuté technické informace musí obsahovat strukturu rámce pro synchronizovaný provoz a zdroj synchronizačního signálu (hodiny). Regulační úřad musí být informován o všech změnách synchronizace v dostatečném předstihu před jejich přijetím.
- Držitel oprávnění má právo sdílet používání základnových stanic mobilní sítě s jiným držitelem oprávnění na kmitočtech, pro které má druhý držitel oprávnění. Držitel oprávnění musí před nasazením sítě informovat regulační úřad o použití sdílené sítě a kmitočtů. Držitel oprávnění musí rovněž informovat regulační úřad, pokud používání sdílené sítě částečně nebo úplně skončí.
- Regulační úřad může změnit technické podmínky oprávnění bez souhlasu držitele, pokud je to nezbytné z důvodu změny potvrzeného alokačního plánu pro rádiové kmitočty, předpisů o rádiových kmitočtech nebo závazků z mezinárodních smluv, nebo pokud je to odůvodněné.

## 2.3.4 Španělsko

Aukce kmitočtů v pásmu 24,7 – 27,5 GHz proběhla v prosinci 2022. Pásmo 24,7 - 25,1 GHz (400 MHz) bylo vyhrazeno pro regionální přiděly a pásmo 25,1 – 27,5 GHz bylo vyhrazeno pro celonárodní přiděly.

Kmitočtové pásmo	24,7 - 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	2 400 na celostátní úrovni 400 na regionální úrovni
Počet aukčních bloků	12 na celonárodní úrovni (25,10 – 27,50 GHz) 38 na regionální úrovni (24,70 – 25,10 GHz)
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	celostátní a regionální
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	5 (1 GHz v celém pásmu)
Doba přidělení kmitočtů	20 let s možností prodloužení o dalších 20 let
Rozvojová kritéria	-
Vyvolávací cena bloku (€)	4 000 000,00 národní pokrytí 7 050,06 - 715 195,77 regionální pokrytí
Požizovací cena (€)	
Telefonica	20 000 000,00 (5 bloků po 200 MHz)
Orange	8 000 000,00 (2 bloky po 200 MHz)
Vodafone	8 000 000,00 (2 bloky po 200 MHz)
Globe Telecom	201 171 (1 blok v regionu Castilla y León)

Další podmínky používání kmitočtů:

- Pro poskytování služeb je možné využít jakoukoli technologii v souladu s principem technologické neutrality.
- Držitel oprávnění má povinnost před spuštěním služeb informovat ministerstvo o použití konkrétní technologie a použití opatření na omezení škodlivého rušení; v případě změny původní technologie je držitel oprávnění povinen informovat ministerstvo o této změně.
- Ministerstvo stanoví podmínky použití kmitočtů v pohraničních oblastech.
- Za koordinaci sousedících kanálů jsou zodpovědní držitelé oprávnění.
- Na provoz sítě se vztahují ustanovení příslušných harmonizačních rozhodnutí Evropské komise.

## 2.3.5 Rakousko

Aukce kmitočtů proběhla v březnu 2024 spolu s kmitočty v pásmu 3600 MHz. Pásmo bylo rozděleno na dva úseky 25,5 – 25,9 GHz (400 MHz) a 26,5 – 27,5 (1000 MHz) a bylo určeno pro celostátní přiděly.

Kmitočtové pásmo	25,5 – 25,9 GHz 26,5 – 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1400 na celostátní úrovni
Počet aukčních bloků	7
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	5 (1 000 MHz)
Doba přidělení kmitočtů	V pásmu 25,5 – 25,9 GHz od 1. 1. 2025 do 31. 12. 2046 V pásmu 26,5 – 27,5 GHz od data přidělení do 31. 12. 2046
Rozvojová kritéria	viz níže
Vyvolávací cena bloku (€)	1 900 000
Požizovací cena (€)	
A1 Telecom	4 628 000 (2 bloky po 200 MHz)
T Mobile	4 628 000 (2 bloky po 200 MHz)
Hutchison	6 947 000 (3 bloky po 200 MHz)

Další podmínky využívání kmitočtů:

- V případě, že se držitelé oprávnění v pásmu 26 GHz vzájemně ruší v důsledku nesynchronizovaného nebo nedostatečně synchronizovaného provozu sítí a nelze dosáhnout bilaterální nebo multilaterální dohody o synchronizaci, platí následující specifikace:
  - přenos ze základnové stanice držitele oprávnění musí používat určitou dobu trvání rámce a strukturu rámce. Trvání rámce je 0,625 ms. To je doprovázeno použitím struktury rámce „DDDSU“, kde
    - „D“ = downlink timeslot,
    - „U“ = uplink timeslot a
    - „S“ = speciální časový slot New Radio (NR), jak je definováno standardy 3GPP – toto je nakonfigurováno jako D:G:U=10:2:2.
  - držitelé oprávnění jsou odpovědní za to, že rámce jsou založeny na jednotném referenčním čase (+/- 1,5 μs), aby všechny rámce každého držitele oprávnění byly zarovnané stejně a přenosy byly následně synchronizovány.
- Regulační úřad musí být neprodleně informován o dohodách o synchronizaci mezi držiteli oprávnění.
- Na provoz sítí se vztahují ustanovení příslušných harmonizačních rozhodnutí Evropské komise, ETSI, ECC a CEPT.
- Základnové stanice s nesynchronizovanými systémy TDD lze používat bez předchozí koordinace se sousední zemí. To je možné pouze v případě, že střední intenzita pole generovaná základnovou stanicí nepřekročí následující hodnoty:
  - 62 dBμV/m/(200 MHz) (toto odpovídá síle pole SSB 52 dBμV/m/(120 kHz) pro NR) ve výšce 3 metry nad zemí na hranici,
  - v případě velikosti kmitočtového bloku jiné než 200 MHz musí být k hodnotám intenzity pole přidána korekční hodnota vypočítaná pomocí vzorce  $10 \times \log_{10}$  (velikost kmitočtového bloku v MHz/200 MHz) dB,
  - v případě SCS (vzdálenost subnosných) jiné než 120 kHz, musí být použity odpovídající korekční hodnoty podle ECC/REC (23)02.
- Dosud nebyly uzavřeny žádné dohody se sousedními zeměmi pro pásmo 26 GHz a s ohledem na charakteristiky šíření probíhají hodnocení, zda jsou v nějakém rozsahu v pásmu vůbec nutné.
- Aby byl zajištěn optimální výkon digitálních mobilních širokopásmových přístupových systémů používaných v přeshraničních oblastech, měli by držitelé oprávnění v souladu s ECC/REC (23)02 pro pásmo 26 GHz implementovat také kódové zdroje dané technologií, jako i jiné rádiové parametry, zejména když se střední kmitočty signálu v pohraničních oblastech shodují.
- Pro mikrovlnné spoje v kmitočtových pásmech 24,5 – 24,9 GHz a 25,5 – 25,9 GHz stále existují povolení regulačního úřadu. Do vypršení platnosti těchto povolení musí být přijímače pro radiostanice chráněny maximální výkonovou spektrální hustotou -151 dBW/MHz (podle doporučení ITU-R F-758). Držitelé oprávnění mají možnost vypracovat vzájemnou dohodu s dotčenými držiteli povolení. Změny stávajících provozních povolení musí být oznámeny regulačnímu úřadu.
- Při nastavování základnových stanic v exteriéru je třeba dbát na to, aby každá anténa vysílala pouze s hlavním paprskem orientovaným pod horizontem a měla také mechanický mechanismus sklonu antény, který je pod horizontem.
- Zákon předpokládá sekundární možnost využití pro kmitočtová pásma 25,5 – 25,9 GHz a 26,5 – 27,5 GHz.
  - V případě sekundárního využití, lze předpokládat geografická a časová omezení. V důsledku těchto omezení mohou být následně negativní dopady/omezení omezeny na minimum. Pro přidělování geografických a časových povolení bude zohledněn aktuální stav provozovaných základnových stanic.

- Povolení budou přidělena pouze konkrétním rádiovým stanicím.
- Pro časově omezená povolení bude stanovena doba nepřesahující jeden měsíc.
- Jako referenční případ použití pro sekundární použití slouží zejména dočasné rozmístění bezdrátových kamer.
- Údaje o základnových stanicích provozovaných pro širokopásmové služby se oznamují čtvrtletně regulačnímu úřadu.
- Držitel oprávnění má zajištěno uspořádání přidělených kmitočtových bloků, jak je uvedeno ve fázi přidělení, po dobu nejméně deseti let, konkrétně do případného přeuspořádání v důsledku udělení nebo postoupení jiných práv k užívání v tomto kmitočtovém pásmu.
- Minimální počet lokalit, ve kterých je držitel oprávnění povinen provozovat síť je v následující tabulce.

Přidělené pásmo	Minimální počet lokalit nejpozději do 1. 1. 2027	Minimální počet lokalit nejpozději do 1. 1. 2030	Minimální počet lokalit nejpozději do 1. 1. 2034
200 MHz	10	30	100
≥ 400 MHz	20	60	200

- Lokalita, která je způsobilá splnit povinnost pokrytí, musí mít základnovou stanici schopnou vysílat minimálně 2 watty elektrické energie na sektor. Skutečná úroveň vysílacího výkonu může být nižší.
- Lokalita se kvalifikuje jako lokalita ve smyslu povinnosti pokrytí pouze tehdy, pokud jsou tam přenášené rádiové kmitočty využívány pro připojení koncových uživatelů.
- Za lokality ve smyslu této povinnosti se považují pouze základnové stanice provozované v exteriéru.
- Držitel oprávnění musí mít skutečnou, právní a technickou kontrolu nad jakoukoli takovou základnovou stanicí.
- Lokality provozované jako aktivní místa sdílení se nepovažují za místa pro sdílejší stranu ve smyslu této povinnosti. V souladu s tím je lokalita ve smyslu této povinnosti považována za místo pro nejvýše jednoho držitele práv.
- Samostatné sektory se počítají jako jedno místo – i v případech, kdy tyto sektory nejsou umístěny na jediném sdíleném anténním stožáru.
- Dvě místa se pro účely povinnosti pokrytí počítají jako dvě samostatná místa pouze tehdy, jsou-li od sebe vzdálena alespoň 25 metrů vzdušnou čarou.
- Každému držiteli oprávnění, který nesplní povinnost pokrytí, bude uložena pokuta ve výši 10 000 € za každou neprovozovanou lokalitu. To platí pro všechny úrovně povinnosti pokrytí. Částka je nadále splatná každý rok po příslušném datu účinnosti, dokud držitel oprávnění neprovozuje minimální počet lokalit.
- V případě vzdání se práv k využívání přidělených kmitočtů po 31. 12. 2025 do 31. 12. 2026, pokuta činí 50 % z pokuty, která se má uhradit za nesplnění povinnosti pokrytí do prvního dne splatnosti.
- Držitel oprávnění musí na svých webových stránkách zveřejnit mapu, která znázorňuje oblast pokrytí pro všechna kmitočtová pásma, která jsou specifikována jako spektrum ECS pro mobilní a širokopásmové služby. Mapa by měla prostřednictvím realistické simulace ukazovat přenosové rychlosti dostupné koncovým uživatelům v exteriéru, rozdělené podle rychlostí download a upload. Měla by být také uvedena maximální dostupná rychlost přenosu dat. V rámci zobrazení mapy musí být každá oblast pokryta službou zobrazena v sektorech o rozměrech alespoň 100 m x 100 m a zobrazovat běžně dostupnou šířku pásma a také odhadovanou maximální rychlost download a upload.
- Není povolena žádná spolupráce týkající se základních funkcí jádrové sítě mezi dvěma držiteli oprávnění v pásmu 26 GHz, kde více než jedna ze zúčastněných společností je držitelem práv k více než 10 % celonárodních práv k užívání kmitočtů v pásmech 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1500 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz nebo 3600 MHz.
- Regulační úřad je oprávněn v souladu se zákonem uložit podnikům, které provozují nebo jsou oprávněny provozovat síť elektronických komunikací, povinnosti ve vztahu ke sdílení pasivní infrastruktury nebo povinnosti uzavřít dohody o místním roamingu. V obou případech lze tuto povinnost uložit pokud je to nezbytné pro místní poskytování služeb, které závisí na využívání rádiového spektra, a za předpokladu, že žádnému podniku není možné poskytnout srovnatelný přístup ke koncovým uživatelům za spravedlivých a přiměřených podmínek. Za předpokladu, kdy samotný přístup k pasivní infrastruktuře a její sdílení nestačí k řešení situace, může regulační úřad uložit povinnost sdílení aktivní infrastruktury.

## 2.3.6 Dánsko

Kmitočty v pásmu 26 GHz byly součástí aukce kmitočtů v pásmech 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz a 3500 MHz. Předmětem aukce byly kmitočty z pásma 24,65 – 27,5 GHz.

Pásmo 24,25 -24,65 GHz (400 MHz) je vymezeno pro využití privátními sítěmi.

Kmitočtové pásmo	24,65 – 27,5
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	2850
Počet aukčních bloků	3 bloky po 400 MHz (bez povinnosti pokrytí) v kombinaci s 3 bloky v pásmu 3500 MHz (s povinností pokrytí) 7 bloků po 200 MHz a 1 blok 250 MHz (bez povinnosti pokrytí) nebo 14 bloků <sup>9</sup>
Velikost bloku (MHz)	400/200/250
Pokrytí	celostátní
Maximální rozsah spektra na jednoho účastníka aukce	1650 MHz
Doba přidělení kmitočtů	ode dne přidělení do 31. 01. 2042
Rozvojová kritéria	
Vyvolávací cena bloku (DKK)	75 000 000 za jeden 400 MHz blok v pásmu 26 GHz v kombinaci s jedním blokem 80 MHz v pásmu 3500 MHz 5 000 000 za jeden blok 200 MHz nebo 250 MHz
Požizovací cena (DKK) <sup>10</sup>	
Hi3G	1000 MHz
TDC Net	1250 MHz
TT-N	600 MHz

Další podmínky používání kmitočtů:

- Kmitočty v pásmech 24,969 - 25,333 GHz a 25,977 – 26,341 jsou do konce roku 2025, resp. do konce roku 2026 přiděleny pro účely pevných spojů.
- Vyzářování základnových stanic musí splňovat příslušnou harmonizovanou normu řady ETSI EN 301 908 použitelnou pro vybranou technologii.
- Kmitočty musí být využívány v souladu s podmínkami harmonizačních rozhodnutí Evropské komise.
- Použije se TDD s následujícím schématem synchronizace:
  - vzor DL/UL: DDDSU (4:1) (D = downlink, S = speciální podrámec, U = uplink)
  - konfigurace speciálního dílčího rámce: 10:2:2 (10 x downlink: 2 x mezera: 2 x uplink)
  - cyklický prefix: normální
  - rozteč subnosných: 120 kHz
  - časová základna: UTC, jak je popsáno v doporučení ITU-R TF.460
  - rádiové rámce jsou synchronizovány s UTC sekundou, což odpovídá fázové synchronizaci definované ITU-T. Typický měřicí signál je 1 pps (pulz za sekundu). Náběžná hrana představuje začátek sekundy UTC. Vzor DL/UL, jak je popsáno výše, začíná na začátku rádiového rámce.
  - maximální odchylka od UTC, jak je popsána v doporučení ITUT G.8271, tj. maximální odchylka od UTC +/- 1,5 μs pro vyzářovací bod antény vysílače
  - podmínky budou vyhodnocovány regulačním úřadem každý pátý rok v průběhu období platnosti přidělu, a na základě toho budou upraveny s výhradou upozornění.
- Využívání kmitočtů podléhá koordinaci využívání kmitočtů držitelem oprávnění s ostatními držiteli oprávnění v pásmu 24,25-27,5 GHz, vzhledem k tomu, že pro ochranná pásma nejsou přiděleny žádné kmitočty. V období do 1. prosince 2021 nesmí držitel oprávnění způsobovat rušení pevných rádiových spojů ve stejném kmitočtovém pásmu. Pokud používání kmitočtu způsobí rušení pevných rádiových spojů ve stejném kmitočtovém pásmu, musí být toto používání držitelem oprávnění okamžitě ukončeno.
- Na základě dohody s držiteli oprávnění v kmitočtových pásmech sousedících s pásmy uvedenými v oprávnění se držitel oprávnění může odchýlit od technických požadavků uvedených v oprávnění týkajících se nežádoucího vyzářování v dotčeném kmitočtovém pásmu za podmínky, že budou dodrženy podmínky ve vztahu k ostatním držitelům oprávnění, a že smlouva nemá vliv na uživatele kmitočtů jiné než smluvní strany.

<sup>9</sup> Za předpokladu, že žádný z účastníků aukce neprojeví zájem o kombinovaný blok v pásmech 3500 MHz a 26 GHz

<sup>10</sup> Pořizovací cena bloků v pásmu 26 GHz nebyla zveřejněna, zveřejněna byla pouze celková cena všech přidělených bloků ve všech přidělených pásmech.

- Oprávnění lze v celém rozsahu převést na jiného držitele bez předchozího souhlasu.
- Převod nebo vrácení části oprávnění podléhá schválení.
- Držitel oprávnění oznámí regulačnímu úřadu plánovaný pronájem nebo převod oprávnění nebo jeho části předtím, než k takovému pronájmu nebo převodu dojde. Informace o aktuálních plánech pronájmu nebo převodu budou zveřejněny v registru kmitočtů.
- Regulační úřad může rozhodnout, že držitel oprávnění, který v konkrétní oblasti provozuje síť elektronických komunikací s využitím kmitočtů, musí vyhovět jakékoli přiměřené žádosti o poskytnutí přístupu ke stávající pasivní infrastruktuře nebo žádosti o uzavření smlouvy o roamingu pro účely poskytování elektronických komunikačních služeb.
- Antény a vysílací a přijímací zařízení schopné využívat kmitočty uvedené v oprávnění musí držitel oprávnění nainstalovat nejpozději do čtyř let od data účinnosti oprávnění na minimálně 100 stožárových pozic. Zařízení na příslušných stožárových stanovištích se napojí na potřebnou telekomunikační infrastrukturu tak, aby to držitel oprávnění umožnilo prostřednictvím příslušných stožárových stanovišť nabízet koncovým uživatelům alespoň jednu službu elektronických komunikací (podle vlastního uvážení držitele oprávnění) s využitím kmitočtů uvedených v oprávnění.
- Držitel oprávnění poskytne regulačnímu úřadu údaje specifikující polohy stožárů, na kterých byly instalovány antény a vysílací a přijímací zařízení tak, aby bylo možné koncovým uživatelům nabídnout alespoň jednu službu elektronických komunikací s využitím kmitočtů uvedených v oprávnění.

## 2.3.7 Německo

Využívání kmitočtů v pásmu 26 GHz (24,25 - 27,5 GHz) je upraveno administrativními pravidly pro lokální využití kmitočtů v pásmu 26 GHz pro účely broadbandu, z 15. 05. 2023.

Pásmo 26,5-27,5 GHz je určeno pro civilní a vojenské použití. Je proto nutná koordinace s rádiovými aplikacemi federálních ozbrojených sil.

Na využívání pásma 26 GHz pro účely broadbandu se vztahují následující pravidla:

- Celé pásmo 24,25–27,5 GHz je určeno pro lokální využití pro účely broadbandu a lze jej využívat v rámci MFCN.
- Kmitočty jsou pro MFCN přidělovány na principu technologické neutrality a neutrality služeb, což umožní implementaci maloobchodních telekomunikačních služeb a aplikací, jako jsou síťové spoje, průmysl 4.0 a IoT.
- O přidělení kmitočtů má právo požádat kterákoli fyzická nebo právnická osoba.
- Přidělování kmitočtů není možné na principu všeobecného oprávnění v zájmu zabezpečení kompatibility. Stávající využití různými radiokomunikačními službami a související potřeba zabezpečení ochrany si vyžadují koordinaci při přidělování nových oprávnění.
- Kmitočty jsou v zájmu zabezpečení efektivního využívání a ochrany před škodlivým rušením přidělovány formou individuálních oprávnění. Přidělování lokálních kmitočtů s využitím individuálních oprávnění umožňuje provést potřebnou koordinaci mezi radiokomunikačními službami a flexibilně přizpůsobit podmínky využití pro lokální širokopásmové aplikace požadavkům žadatelů o přidělení kmitočtů s ohledem na šířku pásma a oblast využití.
- Pro účely procesu podávání žádostí o přidělení kmitočtů nebude stanoven žádný spektrální limit ani limit pro velikost oblasti, pro kterou se žádá přidělení kmitočtů. Regulační úřad předpokládá, že největší požadovaná šířka pásma bude 800 MHz kvůli parametrům aktuálně dostupných zařízení. Čím větší šířku pásma žadatel požaduje, tím podrobnější musí být odůvodnění požadavků. Pokud žadatel žádá o přidělení více než 800 MHz, musí být podrobné odůvodnění požadavku uvedeno v koncepci využití kmitočtů.
- Pokud žadatel žádá o konkrétní dílčí kmitočty v pásmu 26 GHz, musí to být jasně zdůvodněno i v koncepci využití kmitočtů.
- Pokud držitel oprávnění nevyužívá přidělené pásmo je regulační úřad oprávněn odebrat celé přidělené pásmo nebo jeho část po uplynutí 12 měsíců (princip „use-it-or-lose-it“).
- Koncepce využití kmitočtů musí zahrnovat zejména jasný a podrobný popis toho, jak se budou kmitočty, o které žadatel žádá, efektivně využívat v oblasti, o kterou žádá, do 12 měsíců. Informace o využívání kmitočtů v případě přidělení pro více lokalit musí být předkládány po 6, 9 a 12 měsících.
- Pokud v konkrétní oblasti nebyly přiděleny žádné kmitočty pro místní síť a bude přijata žádost o využití kmitočtů pro více lokalit, která by snížila dostupnost kmitočtů v některé z oblastí na méně než 800 MHz, regulační úřad poskytne potenciálním uživatelům spektra v dané lokalitě možnost projevit zájem o získání kmitočtů pro vlastní potřebu. To však nezakládá právo na vyhrazení kmitočtů pro pozdější přidělení pro místní aplikace v rámci konkrétní lokality.
- Aby bylo zajištěno, že bude i později k dispozici dostatek volných kmitočtů, podléhají všichni držitelé oprávnění v rámci dané lokality nebo držitelé oprávnění pro více lokalit povinnosti vyjednávat. Povinnost vyjednávat zahrnuje nejen vyjednávání o smluvních podmínkách, ale také vyjednávání podmínek s dotčenými držiteli oprávnění.
- Všichni dotčení provozovatelé aplikací MFCN rovněž podléhají povinnosti vyjednávání o dohodách s ostatními provozovateli.
- Kmitočty jsou přidělovány s ohledem na konkrétní situaci místní rádiové kompatibility. Spektrum pro MFCN lze přiřadit pouze v případě zajištění nerušeného provozu stávajících uživatelů.

- Při využívání kmitočtů se vyžaduje zabezpečení souladu s relevantními harmonizačními rozhodnutími Evropské komise.
- V zájmu efektivního využívání kmitočtů jsou nutné dohody mezi držiteli oprávnění. Cílem těchto dohod je zabezpečit nerušený provoz držitelů oprávnění v přilehlých pásmech.
- V případě synchronizovaných sítí není obecně potřeba žádné ochranné pásmo mezi kmitočtovým blokem jednoho držitele používajícího TDD a kmitočtovým blokem sousedního držitele. V případě nesynchronizovaného a polo-synchronizovaného provozu, lze vzít v úvahu evropské studie o synchronizaci v pásmu 26 GHz (Zpráva ECC 307).
- Jakákoli nezbytná ochranná pásma by měla být dohodnuta mezi sousedícími držiteli a měla by být implementována s využitím stejného množství kmitočtů z přidělu každého z držitelů.
- Jakékoli odchylky vyžadují dvoustranné nebo mnohostranné dohody mezi příslušnými držiteli oprávnění a musí být před uvedením do provozu oznámeny regulačnímu úřadu.
- Držitelé oprávnění mají volnost při plánování svých sítí v rámci hranic lokality, pro kterou byli přidělené kmitočty.
- Regulační úřad obecně nedefinuje maximální přípustnou intenzitu pole na hranici přidělené oblasti. Držitelé oprávnění jsou povinni zajistit účinné a nerušené využívání svých sítí (například vybudováním své sítě tak, aby minimalizovali rušení při využívání přidělených kmitočtů). Toho lze dosáhnout například nízkými vysílacími výkony, nízkou výškou antény a vhodným nasměrováním antény.
- V případě, kdy držitelé oprávnění nebudou schopni dosáhnout dohody potřebné pro efektivní využití kmitočtů při minimalizaci rušení, stanoví regulační úřad limit intenzity pole na úrovni 65 dBμV/m/200 MHz ve výšce 3 metry na hranici a za hranici oblasti přidělení.
- Žadatel musí definovat své požadavky na přidělení kmitočtů v koncepci využití kmitočtů, která obsahuje věrohodný popis požadavků na kmitočty na základě plánovaného využití kmitočtů. Žadatel musí zejména prokázat, že zajistí účinné využívání kmitočtů.
- Individuální oprávnění může být zrušeno, pokud se kmitočty nezačaly používat do jednoho roku od přidělení, nebo v případě, kdy kmitočty nebyly déle než jeden rok využívány k účelu, pro který byly přiděleny.
- Kmitočty budou přidělovány v blocích s velikostí 200 MHz nebo jejich násobcích.
- Bloky v násobcích 50 MHz až do velikosti 150 MHz budou přiděleny pro individuální využití kmitočtů vyžadující menší šířku pásma. V koncepci využití kmitočtů musí být jasně zdůvodněno jak množství požadovaných kmitočtů, tak požadavek na případné přidělení konkrétního pod-pásma.
- Není stanovený žádný horní limit velikosti lokality, pro kterou lze požádat o přidělení kmitočtů. Koncepce využití kmitočtů zpracovaná žadatelem musí jednoznačně prokázat, že do jednoho roku bude možné využívat kmitočty v celé lokalitě, pro kterou žadatel žádá o přidělení kmitočtů.
- V pásmu je provozováno mnoho pevných spojů.
- V případě, že pro konkrétní lokalitu není dostupná požadovaná šířka pásma jako souvislý blok kvůli existujícím přiřazením, regulační úřad předpokládá, že žadatelé využijí agregaci, která je dostupná v moderních mobilních systémech.
- Při plánování aplikace je možné vzít v úvahu skutečnost, že použití agregace může vést ke snížení přenosové kapacity používaných systémů. V případě potřeby lze na základě následné žádosti přidělit kromě původně plánované šířky pásma další kmitočty (jeden 50 MHz blok).
- Přidělení kmitočtů pro účely využití v interiéru (za předpokladu dostatečného elektromagnetického stínění budovy, aby se zabránilo rušení) je možné, i když je lokalita již pokryta kmitočty přidělenými pro vícero lokalit. To je také předmětem a povinností vyjednávání mezi dotčenými držiteli.
- Pokud se plánuje použití více než jedné základnové stanice v interiéru, postačí pro účely žádosti o přiděl uvést pouze jednu referenční základnovou stanicí. Musí to být základnová stanice s nejvyšším vysílacím výkonem. Žádost musí také obsahovat plánovanou maximální výšku vnitřní antény. Rovněž musí být uvedeny souřadnice středu budovy. To umožňuje flexibilní využití základnových stanic v budovách, jejichž podrobnosti musí být uvedeny v koncepci využití kmitočtů.
- Kmitočty mohou být přiděleny nejdéle do 31. 12. 2040.
- Podrobnosti o lokalitách přidělení spolu s podrobnostmi o přidělených kmitočtech a jmény držitelů oprávnění budou poskytnuty třetím osobám s oprávněným zájmem (např. geograficky sousední využití, přeshraniční využití spektra). To zajišťuje, že efektivní a nerušené využití kmitočtů pro místní aplikace může být optimalizováno prostřednictvím požadavků na vyjednávání a dohod s držitelem kmitočtů.
- Výše poplatku za přidělení kmitočtů se stanoví pomocí následujícího vzorce<sup>11</sup>:  

$$\text{Poplatek (€)} = 1000 + B \cdot t \cdot 0,63 \cdot (6 \cdot a1 + a2)$$
kde

<sup>11</sup> Například

- poplatek za přiděl 200 MHz bloku na období 10 let s pokrytím sídelního pozemku s rozlohou 0,3 km<sup>2</sup> činí 3 268 €
- poplatek za přiděl 800 MHz bloku na období 10 let s pokrytím sídelního pozemku s rozlohou 4 km<sup>2</sup> činí 121 960 €

- 1000 - základní částka v eurech (€)
  - B - šířka pásma v MHz (alespoň 50 MHz)
  - t - doba přidělení v letech (například 15 let)
  - základní faktor 0,63 EUR byl stanoven v souladu s poplatky stanovenými pro místní využití spektra v pásmu 3,7–3,8 GHz s ohledem na různé požadavky na šířku pásma a podmínky šíření. Předpokládalo se, že sídelní a dopravní pozemky ve Spolkové republice Německo jsou zvláště vhodné pro aplikace 5G. Na tomto základě byl pro pásmo 26 GHz stanoven základní faktor 0,63 € s přihlédnutím k technickým inovacím aplikací 5G v praxi.
  - a - plocha v kilometrech čtverečních (km<sup>2</sup>)
  - $\alpha_1$  - sídelní a dopravní pozemky
  - $\alpha_2$  - jiné druhy pozemků
- K 4. 4. 2024 bylo podáno celkem 19 žádostí o přidělení kmitočtů pro místní sítě 5G a 19 přidělů kmitočtů pro místní 5G sítě bylo uděleno.

Kmitočtové pásmo	24,25 - 27,5
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	3 250
Počet aukčních bloků	N/A
Velikost bloku (MHz)	50/200
Pokrytí	lokální s možností pokrytí více lokalit
Maximální přiděl pro jednoho žadatele	800 MHz
Doba přidělení kmitočtů	ode dne přidělení do 31. 12. 2040
Rozvojová kritéria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• předložení koncepce využití kmitočtů žadatelem</li> <li>• používání kmitočtů v celé lokalitě, pro kterou byla předložena žádost o přidělení kmitočtů, do 12 měsíců od přidělení</li> </ul>
Cena přidělu (€)	podle stanoveného vzorce

## 2.3.8 Švédsko

Kmitočty v pásmu 24,25 – 25,10 GHz jsou přidělovány formou individuálního oprávnění na základě žádosti .

Kmitočtové pásmo	24,25 – 25,10 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	850
Počet aukčních bloků	N/A
Velikost bloku (MHz)	50
Pokrytí	lokální, vymezené budovou nebo částí budovy, pro kterou je povolení přiděleno
Maximální počet bloků na jednoho žadatele	8 (400 MHz)
Doba přidělení kmitočtů	do 31. 12. 2026 s možností prodloužení o dalších 5 let
Rozvojová kritéria	spuštění vysílače do 6 měsíců ode dne účinnosti přidělu

Další podmínky používání kmitočtů:

- Individuální oprávnění je vydáno pouze pro využití v interiéru; vyzařování signálu do exteriéru musí být utlumeno zdmi a stropem budovy.
- Celkový vyzářený výkon jedné buňky nesmí přesáhnout 23 dBm/200 MHz; v případě vícesektorových základnových stanic se tato podmínka vztahuje na sektor.
- Provoz základnových stanic musí být v souladu s následujícími podmínkami BEM.

Kmitočtové pásmo 24,25 – 27,5		Maximální průměrný vyzářený výkon na buňku
mezní hodnota výkonu v přechodové oblasti bloku při synchronizovaném provozu	0 až 50 MHz mimo bloku provozovatele v rámci boku 24,25-27,5 GHz	12 dBm/50 MHz
základní mezní hodnota výkonu při synchronizovaném provozu	více než 50 MHz mimo bloku provozovatele v rámci boku 24,25-27,5 GHz	4 dBm/50 MHz
dodatečná základní mezní hodnota pro základnové stanice uvedené do provozu před 01. 01. 2024	23,6–24,0 GHz	-3 dBm/200 MHz
dodatečná základní mezní hodnota pro základnové stanice uvedené do provozu od 01. 01. 2024	23,6–24,0 GHz	-9 dBm/200 MHz

- Celkový vyzářený výkon pro koncová zařízení nesmí přesáhnout 23 dBm; koncová zařízení mohou být provozována pouze v oblasti, pro kterou bylo vydáno oprávnění pro využívání přidělených kmitočtů.
- Doplňková základní mezní hodnota výkonu koncového zařízení musí splňovat následující podmínky:

Kmitočtové pásmo (GHz)	Datum uvedení do provozu	Maximální vyzářený výkon
23,6-24,0	před 01. 01. 2024	1 dBm/200 MHz
	po 01. 01. 2024	-5dBm/200 MHz

- Držitel individuálního oprávnění je odpovědný za kmitočtové plánování v oblasti, pro kterou bylo vydáno povolení.
- Pokud je to nevyhnutelné, držitel individuálního oprávnění má povinnost zabezpečit synchronizaci se stávajícími držiteli individuálního oprávnění pro kmitočty v pásmu 24,25-27,50 GHz v dané oblasti.
- Synchronizace a struktura rámců musí být přizpůsobena stávajícím a budoucím pozemským širokopásmovým sítím v pásmu 25,10-27,50 GHz.
- Držitel individuálního oprávnění má povinnost přizpůsobit umístění a parametry vysílačů tak, aby nedocházelo ke škodlivému rušení stávajících držitelů individuálního oprávnění v pásmu 24,25-25,10 GHz v dané lokalitě.
- Držitel individuálního oprávnění má právo na ochranu před držiteli, kterým bylo individuální oprávnění přiděleno později; kmitočtové pásmo je sdíleno s dalšími držiteli individuálního oprávnění za předpokladu, že držitel individuálního oprávnění není vystaven škodlivému rušení.
- Držitel individuálního oprávnění je povinen uvést do provozu minimálně jeden vysílač ve vymezené geografické oblasti s využitím přidělených kmitočtů nejpozději do 6 měsíců ode dne účinnosti individuálního oprávnění.

## 2.3.9 Spojené Království

Regulační úřad zveřejnil konzultační dokument s názvem „Zpřístupnění kmitočtů v pásmu mm vln pro nové využití“. Dokument obsahuje pravidla pro přidělení a využití kmitočtů v pásmech 26 GHz a 40 GHz. Pásmo 26 GHz je rozděleno na dolní úsek (25,1 – 26,5 GHz) a horní úsek (26,5 – 27,5 GHz). Rozdělení pásma do dvou úseků odráží omezení zavádění nových způsobů využití kmitočtů během přibližně pěti let, kdy budou v části pásma 25,1 – 26,5 GHz v oblastech s vysokou hustotou nadále provozovány některé pevné spoje.

V 68 velkých městech, ve kterých se očekává nejvyšší objem nasazení mm vln („oblasti s vysokou hustotou“), se budou kmitočty přidělovat jako:

- místní přiděly podle zásady „first come first served“, s využitím principu sdílení kmitočtů
- celoměstské licence formou aukce.

Jinde ve Spojeném království („oblasti s nízkou hustotou“) kde je předpoklad, že nasazení bude řidší, se budou přidělovat místní přiděly podle zásady „first come first served“, s využitím principu sdílení kmitočtů.

Spuštění přidělování kmitočtů se předpokládá ve druhém čtvrtletí 2024.

Kmitočtové pásmo	25,1 – 26,5 GHz a 26,5 – 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1400 v dolním úseku 1000 v horním úseku
Počet aukčních bloků	7 v dolním úseku 5 v horním úseku
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	sub-nacionální (pokrytí 68 měst s vysokou hustotou obyvatelstva)
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	
Doba přidělení kmitočtů	15 let
Rozvojová kritéria	žádná
Vyvolávací cena bloku (GBP)	2 000 000

#### Další podmínky používání kmitočtů:

- Licence, které budou podléhat aukci, budou kombinovat všech 68 oblastí s vysokou hustotou, takže každá licence bude opravňovat použití kmitočtů ve všech oblastech s vysokou hustotou.
- Příděly s využitím principu sdílení kmitočtů budou dostupné:
  - Ve všech oblastech s vysokou hustotou, kde bude k dispozici 650 MHz z pásma 26 GHz (24,45 – 25,1 GHz) pro použití s nízkým výkonem.
  - V oblastech s nízkou hustotou, kde bude pásmo 26 GHz (24,45–27,5 GHz) (a pásmo 40 GHz 40,5–43,5) dostupné pro použití s nízkým a středním výkonem na základě koordinace se stávajícími uživateli.
- Maximální limit vysílacího výkonu bude stanoven na:
  - 36 dBm / 200 MHz TRP pro základnové stanice středního výkonu.
  - 25 dBm / 200 MHz TRP pro interiérové a exteriérové základnové stanice s nízkým výkonem, s limitem výšky antény 10 m pro exteriérové základnové stanice s nízkým výkonem.
- Příděly s využitím principu sdílení kmitočtů s nízkým výkonem v pásmu 24,45–25,1 GHz umožní držitelům přidělů nasadit až tři exteriérové vysílače v rámci každého přidělu za účelem ochrany služeb družicového průzkumu Země (EESS). Držitelé přidělů, kteří budou chtít rozmístit více než tři venkovní vysílače v okruhu 50 metrů, budou potřebovat další přiděl.
- Šířka kanálů bude 50 MHz, 100 MHz, 200 MHz, 400 MHz a 800 MHz, s ročním poplatkem 80 GBP za 100 MHz spektra, s minimálním poplatkem 80 GBP pro šířky kanálu 100 MHz nebo menší.
- Regulační úřad bude koordinovat nasazení základnových stanic se středním výkonem s využitím principu sdílení (které budou povoleny pouze mimo oblasti s vysokou hustotou). Bude vyžadována minimální vzdálenost mezi základnovými stanicemi s nízkým výkonem. Bude se požadovat, aby všichni noví držitelé přidělů dodržovali limit intenzity pole na hranici oblastí s vysokou hustotou.
- Budou nastaveny podmínky pro zmírnění rizika škodlivého rušení mezi všemi stávajícími pevnými spoji v pásmu 26 GHz a držitelé licence (na základě aukce) v oblastech s vysokou hustotou na dobu, po kterou budou oba oprávnění využívat kmitočty v pásmu 26 GHz. Budou vymezeny koordinační oblasti v okolí pevných spojů v oblastech s vysokou hustotou. V těchto oblastech budou noví držitelé pro oblasti s vysokou hustotou povinni koordinovat nová nasazení s regulačním úřadem. Tato nová nasazení budou podléhat schválení regulačním úřadem. Pro nová nasazení mimo tyto koordinační oblasti se koordinace ani schvalování regulačním úřadem nebude vyžadovat.
- Regulační úřad vydá oznámení o navrhovaném zrušení všech pevných spojů provozovaných v pásmu 26 GHz, které jsou buď (i) v oblastech s vysokou hustotou, nebo (ii) v okolí oblastí s vysokou hustotou a pravděpodobně budou ovlivněny škodlivým rušením ze strany služeb nasazovaných v oblastech s vysokou hustotou. Dotčení držitelé oprávnění na provoz pevných spojů budou mít lhůtu alespoň 30 dnů na to, aby předložili námítky. Držitelé oprávnění na provoz pevných spojů budou mít nejméně pět let od data posledního oznámení, než zrušení jejich oprávnění nabude účinnosti.
- Pro účely koordinace mezi držiteli licencí (na základě aukce) a držiteli oprávnění na provoz pevných spojů v pásmu 26 GHz, držitel licence nejprve nahlédne do mapy koordinačních zón zveřejněné regulačním úřadem, aby zkontroloval, zda oblast, ve které plánuje provoz, spadá do koordinační zóny. Pokud ano, držitel licence má povinnost předložit regulačnímu úřadu žádost o koordinaci pro mobilní základnové stanice. Pokud se však místo, kde plánuje provoz, nenachází v koordinační zóně, držitel licence může spustit provoz, aniž by regulačnímu úřadu předkládal jakoukoli žádost o koordinaci.
- Pro držitele licencí (na základě aukce) byly stanoveny:
  - Střední limit intenzity pole 62 dBμV/m/(200 MHz), na hranici oblastí s vysokou hustotou, na přenosy ze základnových stanic se středním výkonem držitele licence. Držitelé licencí mohou alternativně použít limit intenzity pole SSB (stanovený regulačním úřadem) nebo limit maximální intenzity pole (jehož odvození je popsáno), protože tyto limity považuje regulační úřad za ekvivalent mediánu limitu intenzity pole.
  - Špičkový limit intenzity pole 93 dBμV/m/(200 MHz), na hranici oblastí s vysokou hustotou, na přenosy ze všech základnových stanic se sdíleným přístupem se středním výkonem.

- Minimální vzdálenosti mezi základnovými stanicemi s nízkým výkonem a hranicí oblastí s vysokou hustotou: (i) 50 m pro interiérové použití s nízkým výkonem a (ii) 100 m pro exteriérové použití s nízkým výkonem jak pro držitele přidělu na sdílený přístup, tak pro držitele licencí na základě aukce.
- Pronájem kmitočtů není povolen.
- Součástí přidělu nejsou žádná rozvojová kritéria.
- Součástí přidělu není povinnost národního roamingu, její uložení ale není v budoucnosti vyloučeno.
- Držitel přidělu/licence má povinnost začít provoz do 6 měsíců od platnosti přidělu a poté nepřetržitě pokračovat.

## 2.3.10 Řecko

V prosinci 2020 proběhla aukce kmitočtů, součástí které byly kmitočty v pásmech 700 MHz, 2 GHz, 3400-3800 MHz a 26 GHz.

Předmětem aukce v pásmu 26 GHz bylo kmitočtové pásmo 26,5 - 27,5 GHz.

Kmitočtové pásmo	26,5 - 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1000
Počet aukčních bloků	5
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	2
Doba přidělení kmitočtů	15 let (s možností prodloužení o 5 let)
Rozvojová kritéria	předložení zprávy o stavu budování sítě jednou za 6 měsíců
Vyvolávací cena bloku (€)	3 240 000,00
Požizovací cena (€)	
Cosmote (2 bloky)	6 481 000,00
Vodafone-Panafon (2 bloky)	6 480 000,00
Wind (1 blok)	3 245 051,00

Další podmínky používání kmitočtů:

- Držitelé oprávnění jsou povinni využívat přidělené bloky v souladu s příslušnými harmonizačními rozhodnutími Evropské komise.
- Kmitočty jsou přiděleny za účelem instalace, provozu a využívání pozemních systémů schopných poskytovat bezdrátové širokopásmové elektronické komunikační služby.
- Držitelé oprávnění jsou oprávněni si bez omezení vybrat technologii, kterou budou používat v souladu s příslušnými harmonizačními rozhodnutími tak, aby jejich systémy nezpůsobovaly rušení jiným oprávněným uživatelům kmitočtů a poskytovaly odpovídající ochranu systémům v sousedících kmitočtových pásmech.
- Provozovaná elektronická komunikační síť musí být v souladu s následujícími parametry:
  - Pravděpodobnost rušení spojení menší než 2 % vypočtená na rádiovém rozhraní (bezdrátové rozhraní).
  - Pravděpodobnost přerušení spojení menší než 3 % vypočtená na rádiovém rozhraní (bezdrátové rozhraní).
  - Dostupnost sítě za rok by měla být větší nebo rovna 99,5 %, přičemž po nepřetržitou dobu 48 hodin nesmí být menší než 95 %.
  - Síť musí podporovat „Cell Broadcast Service“ v souladu s TS23.041 3GPP, podle potřeby, prostřednictvím kterého je možné informovat uživatele nacházející se v určité zeměpisné oblasti zasláním rychlých zpráv na mobilní uživatelské terminály v souladu s ustanoveními příslušné legislativy.
- Držitel oprávnění má na základě žádosti předložené subjektem, který chce působit jako mobilní virtuální operátor, povinnost v dobré víře rokovat o poskytnutí jakéhokoli typu přístupu (např. orientační pronájem kapacity) do své sítě a poskytovat k ní přístup za přiměřených podmínek v souladu s pravidly ochrany hospodářské soutěže. Dohoda nesmí omezovat obchodní politiku mobilního virtuálního operátora.
- Držitel oprávnění je povinen zveřejnit na svých webových stránkách podmínky (mimo ceny) poskytování přístupu do své sítě, technické specifikace a charakteristiky sítě pro účely poskytnutí přístupu.
- Držitel oprávnění má, na základě žádosti předložené nově vstupujícím poskytovatelem žádajícím o přístup k národnímu nebo regionálnímu roamingu, povinnost v dobré víře rokovat o poskytnutí přístupu do své sítě a poskytnout mu přístup za přiměřených podmínek, v souladu s ustanoveními o ochraně hospodářské soutěže. Dohoda nesmí omezovat obchodní politiku nového poskytovatele mobilních komunikačních sítí.
- Přístup k národnímu roamingu je omezen na pět let ode dne zahájení poskytování služby nově vstupujícím poskytovatelem, přičemž regionální roaming musí být poskytován po celou dobu trvání přidělu v oblastech, kde nově vstupující poskytovatel nevybudoval síť.
- Držitel oprávnění má na základě žádosti předložené subjektem působícím ve vertikálním sektoru povinnost v dobré víře jednat s tímto subjektem o poskytnutí jakéhokoli typu přístupu do své sítě (např. orientační pronájem kapacity)

nebo o pronájmu kmitočtů a poskytovat přístup za přiměřených podmínek pro použití subjektem působícím ve vertikálním sektoru, v souladu s ustanoveními o ochraně hospodářské soutěže.

- Držitel oprávnění má právo uzavírat obchodní smlouvy o:
  - využívání pasivní infrastruktury s povinností jednoduché notifikace regulačního úřadu;
  - využívání aktivní infrastruktury, včetně zařízení aktivní rádiové sítě ve venkovských oblastech s povinností poskytnout informaci o uzavření smlouvy regulačnímu úřadu do dvaceti dnů od jejího podpisu.
- Dohody o sdílení aktivní infrastruktury, včetně zařízení aktivní rádiové sítě v městských a poloměstských oblastech podléhají předchozímu schválení regulačním úřadem.
- Pokud regulační úřad dospěje k závěru, že v určitém regionu je rozvoj infrastruktury předmětem nepřekonatelných finančních nebo věcných překážek, v důsledku kterých není možné zabezpečit přístup koncových uživatelů ke službám, může držiteli oprávnění uložit povinnosti týkající se:
  - sdílení pasivní infrastruktury;
  - povinnosti uzavřít smlouvu o přístupu k místnímu roamingu nebo;
  - povinnosti sdílení aktivní infrastruktury.
- Držitel oprávnění má na základě žádosti jiného držitele oprávnění povinnost uzavřít smlouvu o sdílení infrastruktury v oblastech zvláštního zájmu (jako jsou památky a národní parky) v zájmu ochrany veřejného zájmu.
- Držitel oprávnění má povinnost spolupracovat se všemi držiteli oprávnění v pásmu 26,5–27,5 GHz při řešení jakéhokoli škodlivého rušení mezi jejich sítěmi. Držitelé oprávnění jsou rovněž odpovědní za vzájemnou koordinaci hranic spektra.
- Držitel oprávnění má povinnost dohodnout se všemi držiteli oprávnění v pásmu 26,5–27,5 GHz základní principy synchronizovaného provozu jejich sítí (synchronizační rámec), další technické parametry a proces jejich přezkoumání. V případě problémů s rušením z důvodu nesynchronizace sítí v pásmu 26,5-27,5 GHz může regulační úřad definovat základní principy synchronizovaného provozu sítí v pásmu.
- Držitel oprávnění se může odchýlit od synchronizovaného provozu po dohodě všech zúčastněných stran nebo na základě uplatnění principu non-protection/non-interference.
- Držitel oprávnění je oprávněn zvolit technologii, kterou bude využívat, za předpokladu, že budou dodržována relevantní ustanovení oprávnění a zároveň bude zajištěno, že systémy nebudou rušit ostatní oprávněné uživatele kmitočtů a zabezpečí odpovídající ochranu kmitočtů v sousedním pásmu.
- Celkový nebo částečný převod nebo pronájem kmitočtů podléhá příslušným pravidlům.

## 2.3.11 Slovinsko

V dubnu 2021 proběhla aukce kmitočtů, součástí které byly kmitočty v pásmech 700 MHz (FDD a SDL), 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3600 MHz a 26 GHz.

Předmětem aukce v pásmu 26 GHz bylo kmitočtové pásmo 26,5 - 27,5 GHz.

Kmitočtové pásmo	26,5 - 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1000
Počet aukčních bloků	5
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	4 (800 MHz)
Doba přidělení kmitočtů	15 let
Rozvojová kritéria	poskytování služeb prostřednictvím přidělených kmitočtů nejméně v jednom velkém městě do 5 let od přidělení kmitočtů
Vyvolávací cena bloku (€)	345 000,00
Požizovací cena (€)	
A1 Slovenija (400 MHz)	690 267,00
Telekom Slovenije (400 MHz)	690 000,00
Telemach (200 MHz)	326 834,00

Další podmínky používání kmitočtů:

- Kmitočty jsou přiděleny za účelem instalace, provozu a využívání pozemních systémů schopných poskytovat bezdrátové širokopásmové elektronické komunikační služby.
- Držitel oprávnění má povinnost nabízet služby koncovým uživatelům na přidělených kmitočtech alespoň v jednom větším městě do pěti let od přidělení kmitočtů. Nabídkou komerčně dostupné bezdrátové širokopásmové pozemní bezdrátové širokopásmové elektronické komunikační služby znamená, že tato služba je poskytována prostřednictvím základnových stanic pokrývajících alespoň 75 % obyvatel jednotlivého sídla většího města a zahájení využívání kmitočtů znamená, že služby musí být poskytovány prostřednictvím alespoň jedné základnové stanice v jednotlivých městských sídlech.

- Splnění povinnosti nabízet služby závisí na tržní dostupnosti koncových zařízení a zařízení pro základnové stanice. V případě, že koncová zařízení a zařízení pro základnové stanice pro jednotlivé kmitočtové pásmo nejsou k dispozici, poskytne držitel oprávnění příslušné důkazy. Regulační úřad prodlouží lhůtu pro splnění požadavků na základě příslušných důkazů.
- Poskytováním technologie 5G se rozumí, že držitel oprávnění podporuje 3GPP Release 15 nebo novější specifikaci (standards ETSI EN 301 908-x).
- S cílem zajistit účinné využívání rádiového spektra, zlepšit pokrytí a snížit vliv na životní prostředí bude regulační úřad podporovat tyto možnosti sdílení:
  - sdílení pasivní nebo aktivní infrastruktury nebo sdružování spektra;
  - dohody o národním roamingu;
  - společné zavádění infrastruktury pro poskytování sítí a služeb založených na využívání kmitočtů.
- Aktivní sdílení a sdružování kmitočtů je povoleno za předpokladu, že v jeho důsledku nedochází k omezení hospodářské soutěže na úrovni infrastruktury (např. sdílení aktivních prvků a sdružování kmitočtů je povoleno, když pasivní sdílení nestačí, například v náročných oblastech a při zavádění malých buněk).
- Jsou vymezeny oblasti a situace, kde je povoleno sdílení kmitočtů, aktivní sdílení zařízení a národní roaming.
- Pokud regulační úřad dospěje k závěru, že v určitém regionu je rozvoj infrastruktury předmětem nepřekonatelných finančních nebo věcných překážek, v důsledku kterých není možné zabezpečit přístup koncových uživatelů ke službám, může držitel oprávnění uložit povinnosti týkající se:
  - sdílení pasivní infrastruktury;
  - povinnosti uzavřít smlouvu o přístupu k místnímu roamingu nebo;
  - povinnosti sdílení aktivní infrastruktury.
- Držitelé oprávnění jsou povinni využívat přidělené bloky v souladu s příslušnými harmonizačními rozhodnutími Evropské komise, ECC a CEPT.

## 2.3.12 Chorvatsko

V červenci a srpnu 2021 proběhla aukce kmitočtů, součástí které byly kmitočty v pásmech 700 MHz, 3600 MHz (na celostátní a regionální úrovni) a 26 GHz.

Předmětem aukce v pásmu 26 GHz bylo kmitočtové pásmo 26,5 - 27,5 GHz.

Kmitočtové pásmo	26,5 - 27,5 GHz
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1 000
Počet aukčních bloků	5
Velikost bloku (MHz)	200
Pokrytí	celostátní
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	2
Doba přidělení kmitočtů	15 let (s možností prodloužení o 5 let)
Rozvojová kritéria	-
Vyvolávací cena bloku (HRK)	7 500 000,00
Požizovací cena (HRK)	
EOLO Spa (200 MHz)	7 500 000,00
Telemach Hrvatska doo (200 MHz)	7 688 135,00
Hrvatski Telekom dd (400 MHz)	15 000 000,00
A1 Hrvatska doo (200 MHz)	7 500 000,00

Další podmínky používání kmitočtů:

- Regulační úřad umožní dynamické sdílení kmitočtů tak, že držitelé oprávnění v pásmu 26 GHz bude umožněno využívat dvojnásobné množství kmitočtů, než je mu přiděleno oprávněním v případě, že ostatní držitelé oprávnění v určité oblasti nevyužívají kmitočty, které jim byly přiděleny.
- Všeobecné a technické podmínky pro koncová zařízení a zařízení pro základnové stanice jsou stanoveny plánem využití kmitočtového spektra.
- Držitelé oprávnění musí spolupracovat, aby se předcházelo výskytu škodlivého rušení mezi sítěmi TDD.
- Držitelé oprávnění se mohou společně dohodnout na použití vhodné struktury rámce a časové synchronizace. V závislosti na míře implementace technologie 5G a situaci v příhraničních oblastech může regulační úřad (po předcházející veřejné diskusi) změnit podmínky pro synchronizovaný režim provozu sítí TDD tak, aby bylo zajištěno efektivní využívání kmitočtů.
- Pokud se držitelé oprávnění nemohou dohodnout na řešení pro předcházení škodlivému rušení v semi-synchronizovaném a nesynchronizovaném režimu provozu sítí TDD, určí regulační úřad vhodné technické podmínky pro zajištění bezproblémového provozu pro všechny držitele oprávnění.

- Kmitočty jsou přiděleny za účelem instalace, provozu a využívání pozemních systémů schopných poskytovat bezdrátové širokopásmové elektronické komunikační služby.
- Držitelé oprávnění jsou povinni využívat přidělené kmitočty v souladu s příslušnými harmonizačními rozhodnutími Evropské komise, ECC a CEPT.
- Kmitočty jsou určeny pro mobilní a pevné komunikační sítě v souladu s ECC/DEC/(18)06, (EU) 2019/784 a (EU) 2020/590.

### 2.3.13 Francie

V lednu 2019 zveřejnilo ministerstvo hospodářství a financí a národní regulační úřad výzvu s názvem „Vláda a Arcep vyzývají k vytvoření experimentálních platform 5G v pásmu 26 GHz“. Výzva je součástí pro-inovačního přístupu. Je zaměřená na vytvoření experimentálních platform 5G v kmitočtovém pásmu 26 GHz, otevřených třetím stranám s cílem povzbudit všechny zúčastněné strany k tomu, aby si osvojily možnosti nabízené tímto kmitočtovým pásmem a identifikovat nové možnosti využití, které toto pásmo umožňuje.

Pásmo 26,5–27,5 GHz je přiděleno pevné službě a mobilní službě.

Výzva je adresovaná:

- subjektům, které chtějí získat kmitočty v pásmu 26 GHz za účelem vytvoření otevřených experimentálních platform (sítě 5G nasazené v malém měřítku) a zpřístupnění těchto platform třetím stranám;
- subjektům, které chtějí testovat nové možnosti využití pro účely inovativních technologických a servisních společností, včetně start-upů a „vertikálních“ hráčů (zdravotní péče, energetika, smart město atd.).

Zpřístupněním kmitočtů pro účely experimentálních platform pro inovativní technologické a servisní společnosti chce vláda odstranit dvě překážky inovací: vysoké náklady a nedostatek technických dovedností nezbytných k budování a provozu sítí, zejména pro subjekty bez zkušeností v sektoru elektronických komunikací.

Protihodnotou za otevření infrastruktury třetím stranám budou:

- oprávnění využívat kmitočty v pásmu 26 GHz na období až 3 let;
- regulační prostředí, které umožňuje testování inovací tím, že budou osvobozené od tradičních regulačních povinností;
- zviditelnění na národní a mezinárodní úrovni.

V říjnu 2019 bylo vybráno 11 projektů, kterým byla vydána oprávnění pro využití kmitočtů v pásmu 26 GHz. Subjekty, jejichž projekty byly vybrány, musí mít funkční experimentální síť 5G nejpozději do 1. ledna 2021 a zpřístupnit tuto síť třetím stranám, které budou oprávněny využívat tyto sítě pro 5G experimenty. Držitelé kmitočtů jsou povinni zveřejnit podmínky přístupu do experimentální sítě a předložit regulačnímu úřadu podrobnou zprávu o experimentech provedených v rámci platformy, zejména jméno třetí strany nebo třetích stran provádějících experimenty.

Podle aktuálně dostupných informací jsou v současnosti v pásmu 26 GHz vydaná 4 oprávnění:

Držitel oprávnění	Velikost přiděleného bloku (MHz)	Datum přidělení	Doba platnosti přidělu
SNCF SA	200	1. 3. 2022	3 roky
Orange	1000	15. 3. 2023	3 roky
Atomic Energy and Alternative Energy Commission	400	24. 5. 2023	2 roky
TDF	400	16. 6. 2023	1 rok

## 2.3.14 USA

V lednu 2019 byla ukončená aukce kmitočtů v pásmu 28 GHz. Předmětem aukce bylo kmitočtové pásmo 27,5 – 28,35 GHz.

Kmitočtové pásmo	27,5 – 28,35 GHz – nepárové (27,500 – 27,925 GHz 27,925 – 28,350 GHz)
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	850
Počet aukčních bloků	2 (2x425 MHz) 27,5 – 27,925 GHz – 1536 oprávnění 27,925 – 28,35 GHz – 1536 oprávnění
Velikost bloku (MHz)	425
Pokrytí	okres (1536 okresů, pro každý okres budou k dispozici 2 aukční bloky)
Maximální počet bloků na jednoho účastníka aukce	maximálně 1850 MHz kmitočtů v pásmu mm vln (kombinovaná pásma 24 GHz, 28 GHz, 37 GHz, 39 GHz a 47 GHz) na jednoho držitele
Doba přidělení kmitočtů	10 let od přidělení
Rozvojová kritéria	-
Vyvolávací cena bloku (\$)	od 200 \$ do 810 000\$ <sup>12</sup> kalkulováno podle typu okresu 0,002\$/MHz/obyv. 0,0004\$/MHz/obyv. 0,0002\$/MHz/obyv.
Požizovací cena (\$)	702 572 410
33 úspěšných uchazečů získalo 2 965 oprávnění	

Další podmínky používání kmitočtů:

- Držitel oprávnění může poskytovat jakékoli služby povolené v rámci pevného nebo mobilního přidělení.
- Držitelé oprávnění musí v rámci své žádosti o obnovení přidělu deklarovat stav sítě. Držitelé oprávnění, kteří poskytují mobilní službu nebo službu bod-multibod, musí prokázat, že poskytují spolehlivé pokrytí signálem a službu alespoň 40 procentům populace v dané lokalitě, a že k poskytování služeb v této lokalitě provozují zařízení na poskytování služeb koncovým zákazníkům nebo pro interní využití. Držitelé oprávnění, kteří poskytují službu bod-bod, musí prokázat, že provozují čtyři spoje, prostřednictvím kterých poskytují služby koncovým zákazníkům nebo je využívají pro interní použití, pokud je populace dané lokality rovna nebo menší než 268 000. V případě, že počet obyvatel v lokalitě je větší než 268 000, musí držitel oprávnění, který poskytuje službu bod-bod prokázat, že provozuje alespoň jeden spoj a poskytuje službu pro každých 67 000 obyvatel v lokalitě. Pro účely deklarace stavu sítě bod-bod, musí spoj bod-bod pracovat s vysílacím výkonem vyšším než +43 dBm. Deklarace stavu sítě, prostřednictvím které je poskytováno více typů služeb, budou hodnoceny případ od případu. Pokud je držitel oprávnění současně držitelem oprávnění na poskytování pevné družicové služby a využívá kmitočty z pásma UMFUS<sup>13</sup> ve spojení se satelitní pozemskou stanicí, může prokázat shodu s požadavky tím, že prokáže, že pozemská stanice je v provozu a využívá kmitočty uvedené v oprávnění. Toto ustanovení lze použít pouze k prokázání shody pro okres, ve kterém se pozemská stanice nachází. Nesplnění těchto požadavků má za následek automatické zrušení oprávnění.
- Uchazeči mají nárok na slevu z konečné pořizovací ceny získaných kmitočtů, za předpokladu splnění následujících podmínek:
  - Uchazeč s průměrnými ročními hrubými výnosy, které nepřesahují 55 milionů \$ za předchozí tři roky, má nárok na 15% slevu ze své vítězné nabídky.
  - Uchazeč s průměrnými ročními hrubými výnosy, které nepřesahují 20 milionů \$ za předchozí tři roky, má nárok na 25% procentní slevu ze své vítězné nabídky.
- Uchazeč může požádat o 15% slevu ze své vítězné nabídky za následujících předpokladů:
  - Je komerčním poskytovatelem elektronických komunikačních služeb a spolu se svými kontrolními podíly v přidružených společnostech má méně než 250 000 účastníků (kombinace bezdrátových, pevných, širokopásmových a kabelových uživatelů).
  - Působí převážně ve venkovských oblastech definovaných jako okresy s hustotou obyvatelstva 100 nebo méně osob na čtvereční míli.
- Uchazeči jsou povinni zohlednit provoz stávajících držitelů oprávnění v pásmu 28 GHz při tvorbě obchodních plánů, posuzování tržních podmínek a hodnocení dostupnosti zařízení pro služby v pásmu mm vln. Aktivní oprávnění v pásmu

<sup>12</sup> součet vyvolávacích cen všech aukčních bloků představuje 39 862 700 \$

<sup>13</sup> Upper Microwave Flexible Use Service

28 GHz pokrývají 1 696 úplných okresů a jeden částečný okres. Podrobné informace o stávajících oprávněních jsou veřejně dostupné v Universal Licensing System (ULS) prostřednictvím interaktivního vyhledávání a stahování databází.

- Kromě stávajících držitelů oprávnění by uchazeči měli zohlednit důsledky schémat sdílení pro pásmo 28 GHz.
- Každý uchazeč by měl pečlivě sledovat prohlášení regulačního úřadu týkající se stávajících uživatelů a sdílení kmitočtů v pásmu 28 GHz.

## 2.3.15 Sumární přehled vybraných parametrů přidělu v pásmu 26 GHz

	IT	EST	FIN	ESP	AT	DK	GER	SWE	GRE	SLO	HR	FRA	UK	USA
Kmitočtové pásmo (GHz)	26,5 – 27,5	24,7 – 27,1	25,1 - 27,5 24,25 - 25,1	24,7 - 27,5	25,5 – 25,9 26,5 – 27,5	24,65 – 27,5	24,25 - 27,5	24,25 – 25,10	26,5 - 27,5	26,5 - 27,5	26,5 - 27,5	26,5 - 27,5	25,1 – 26,5 26,5 – 27,5	27,500 – 27,925 27,925 – 28,350
Celková šířka přiděleného pásma (MHz)	1000	2400	2400 (celostátní úroveň) 850 (lokální úroveň)	2400 (celostátní úroveň) 400 (regionální úroveň)	1400	2850	3250	850	1000	1000	1000	1000	1400 1000	425 425
Velikost bloku (MHz)	200	400	800	200	200	400 (3 bloky) 200 (7 bloků) 250 (1 blok)	50 200	50	200	200	200	200	200	425
Pokrytí	celostátní	celostátní	celostátní a lokální	celostátní a regionální	celostátní	celostátní	lokální	lokální	celostátní	celostátní	celostátní	lokální (experimentální využití)	sub-nacionální (pokrytí 68 měst s vys. hustotou obyvatel)	okresní
Doba přidělení kmitočtů	do 31. 12. 2037	-	do 31. 12. 2033	20 let s možností prodloužení o dalších 20 let	do 31. 12. 2046	do 31. 01. 2042	do 31. 12. 2040	do 31. 12. 2026 s možností prodloužení o dalších 5 let	15 let (s možností prodloužení o 5 let)	15 let	15 let (s možností prodloužení o 5 let)	maximálně 3 roky	15 let	10 let
Rozvojová kritéria	do 48 měsíců od přidělení kmitočtů vybudovat širokopásmovou rádiovou síť s využitím přidělených kmitočtů ve všech provinciích	-	-	-	minimální počet pokrytých lokalit (podle velikosti přidělu) ke konkrétnímu datu	-	používání kmitočtů v celé lokalitě, pro kterou byla předložena žádost o přidělení kmitočtů, do 12 měsíců od přidělení	spuštění vysílače do 6 měsíců ode dne účinnosti přidělu	předložení zprávy o stavu budování sítě jednou za 6 měsíců	poskytování služeb prostř. přidělených kmitočtů nejméně v jednom velkém městě do 5 let od přidělení kmitočtů	-	-	-	-
Držitelé oprávnění	mobilní operátoři	mobilní operátoři	mobilní operátoři	operátoři	mobilní operátoři	mobilní operátoři	fyzické/ právnické osoby	fyzické/ právnické osoby	mobilní operátoři	mobilní operátoři	operátoři	fyzické/ právnické osoby		operátoři
Způsob přidělení	aukce	aukce	aukce	aukce	aukce	aukce	na základě žádosti	na základě žádosti	aukce	aukce	aukce	na základě žádosti	aukce (sub-nacionální) / na zákl. žádosti (sdílené využití kmitočtů)	aukce

## 2.4 Praktické příklady sdíleného využívání kmitočtů

Podle dokumentu „Strategický plán RSPG k 5G pro Evropu – Druhé stanovisko RSPG k sítím 5G (RSPG18-005 FINAL)“ přístup ke kmitočtům s vyššími frekvencemi (například pásmo 26 GHz) vytváří prostor pro nové způsoby sdílení. Doporučení týkající se sdílení spektra jsou uvedena ve stanovisku RSPG ke sdílení spektra (RSPG21-006 FINAL), které je zmíněno v kapitole 1.4 tohoto dokumentu.

V této kapitole jsou stručně popsány praktické příklady přístupu ke sdílení v USA, Spojeném Království a Itálii.

### **FCC (USA) - Občanská širokopásmová rádiová služba (Citizens Broadband Radio Service – CBRS)<sup>14</sup>**

CBRS je soukromá, obousměrná, hlasová komunikační služba na krátké vzdálenosti pro osobní nebo komerční využití širokou veřejností<sup>15</sup>. V roce 2015 přijala FCC pravidla pro sdílené komerční využití pásma 3550–3700 MHz (pásmo 3,5 GHz). FCC zavedla tříúrovňový přístupový a autorizační rámec, který umožňuje sdílené využití kmitočtů na federální a nefederální úrovni.

Přístup a provoz budou řízeny automatizovaným koordinátorem kmitočtů (Spectrum Access System – SAS). Při správě přístupu ke spektru může SAS zahrnovat informace z Environmental Sensing Capability (ESC), sensorové sítě, která detekuje přenosy z radarových systémů ministerstva obrany a přenáší tyto informace do SAS. SAS a ESC musí být schváleny FCC.

SAS budou koordinovat provoz mezi uživateli ve třech úrovních přístupu ke spektru v pásmu 3,5 GHz:

- incumbent přístup (úroveň 1),
- prioritní přístup - PAL (úroveň 2) a
- přístup na základě všeobecného oprávnění - GAA (úroveň 3).

Mezi uživatele incumbent přístupu patří autorizovaní federální uživatelé v pásmu 3550–3700 MHz, pozemské stanice pevné družicové služby (sestupný směr) v pásmu 3600–3650 MHz a po omezenou dobu držitelé licence na bezdrátové širokopásmové připojení v pásmu 3650–3700 MHz. Uživatelé incumbent přístupu jsou chráněni před škodlivým rušením od držitelů oprávnění na prioritní přístup (Priorit Access Licensees – PAL) a uživatelů s přístupem na základě všeobecného oprávnění (General Authorised Access users – GAA).

Úroveň prioritního přístupu představují držitelé oprávnění na prioritní přístup (PAL), kteří budou licencováni podle okresů prostřednictvím konkurenčních nabídek. Každý PAL se skládá z 10 MHz kanálu v pásmu 3550–3650 MHz. PAL jsou obnovitelné licence vydané na 10 let. V libovolném daném okresu může být licencováno až sedm PAL, s maximálním počtem čtyř kanálů PAL pro každého držitele licence. PAL musí zabezpečit ochranu a akceptovat rušení od uživatelů incumbent přístupu, ale musí být chráněni od uživatelů GAA.

Úroveň GAA je oprávněna pracovat v celém pásmu 3550–3700 MHz. Uživatelé GAA nesmí způsobovat škodlivé rušení uživatelům incumbent přístupu ani PAL a musí akceptovat rušení od těchto uživatelů. Uživatelé GAA také nemají nárok na ochranu proti rušení od ostatních uživatelů GAA.

### **FCC (USA) - Automatická koordinace kmitočtů (Automated Frequency Coordination – AFC)<sup>16</sup>**

FCC vydala 23. dubna 2020 nařízení pro pásmo 6 GHz, které v pásmu vytváří 1 200 MHz spektra pro nelicencované použití, které umožňuje datové přenosy až 10 Gbps. Ve Spojených státech je pásmo 6 GHz používáno pro satelitní uplink a také držitelé licence k poskytování mikrovlnných spojů pro síťová odvětví, veřejnou bezpečnost, dopravu a další použití (včetně MVNO, kteří nasadili tisíce mikrovlnných spojů typu bod-bod pro backhaul sítě).

Nařízení FCC definuje dvě třídy přístupových bodů:

- standardní vyzářený výkon (36 dBm eirp) a
- nízký vyzářený výkon v interiéru (30 dBm eirp).

FCC také zveřejnila další oznámení k návrhu nařízení pro další třídu zařízení s velmi nízkým vyzářeným výkonem (14 dBm eirp).

---

<sup>14</sup> Zdroj: <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview>

<sup>15</sup> Komerčně sdílené služby byly prodávány pod značkou „OnGo“ pro různé aplikace, od venkovského širokopásmového připojení přes celopodnikové mobilní pokrytí v budovách až po sportovní stadiony a soukromé sítě

<sup>16</sup> Zdroj: <https://www.fcc.gov/document/fcc-opens-6-ghz-band-wi-fi-and-other-unlicensed-uses-0>

Provoz přístupového bodu se standardním výkonem je povolen pouze pod kontrolou automatického regulátoru kmitočtů (Automated Frequency Controller – AFC), který zajistí ochranu stávajících pevných mikrovlnných spojů zřízením vyloučených zón na geografickém a kmitočtovém základě. Systém AFC před spuštěním přenosu určí dostupné kmitočty a maximální přípustný výkon pro každý kmitočtový úsek v jeho zeměpisných souřadnicích. Jakékoli zařízení má povinnost registrace do systému AFC poskytnutím následujících parametrů:

- zeměpisné souřadnice,
- výška antény,
- identifikační číslo FCC a
- jedinečné sériové číslo výrobce.

Kontakt mezi přístupovým bodem a AFC za účelem získání aktuálního seznamu dostupných kmitočtů v dané lokalitě se vyžaduje alespoň jednou denně. Bezpečnostní opatření zabrání přístupu do AFC systémům, které nebyly schváleny FCC. Tím se zabrání:

- neoprávněným subjektům upravovat zařízení tak, aby bylo provozováno způsobem, který není v souladu s pravidly a
- zneužití nebo neoprávněnému získání dat, a neoprávněnému vkládání dat nebo úpravě uložených dat.

AFC bude jednodušší než SAS. FCC určí jednoho nebo více provozovatelů systému AFC, kteří budou oprávněni účtovat uživatelům poplatky. Pro účely správy systémových požadavků a standardů AFC systému byla zřízena skupina skládající se ze zástupců zainteresovaných stran.

### **OFCOM (UK) - Místní licencování, sdílený přístup ke spektru podporující mobilní technologii**

Ofcom uvedl do praxe dvě nové formy povolování používání kmitočtů, které mají za cíl usnadnit širšímu okruhu uživatelů přístup ke kmitočtovému spektru na sdíleném základě:

- Licence pro sdílený přístup (Shared Access Licence) – umožňuje přístup ke čtyřem kmitočtovým pásmům, která podporují mobilní technologii.
- Licence pro místní přístup (Local Access Licence) – umožňuje ostatním uživatelům kmitočtů přístup ke kmitočtům, které již byly přiděleny provozovatelům mobilních sítí, v lokalitách, kde provozovatelé mobilních sítí nevyužívají kmitočty, které jim byly přiděleny.

Místní přístup má potenciál podpořit růst a inovace v řadě odvětví, jako je výroba, podnikání, logistika, zemědělství, těžba a zdravotnictví, včetně provozu neveřejných hlasových a datových sítí v rámci lokality, nebo poskytování bezdrátového širokopásmového připojení ve venkovských oblastech s využitím pevného bezdrátového přístupu (FWA).

Licence pro místní přístup poskytuje přístup ke kmitočtům, které byly přiděleny provozovatelům mobilních sítí, ale které nejsou využívány a jejichž využití se nepředpokládá v horizontu tří let. Zájemci mohou požádat Ofcom o vydání licence. V případě úspěšné žádosti za předpokladu, že provozovatel mobilní sítě nevznese odůvodněné námitky, žadatel, po zaplacení částky 950 GBP za licenci, získá oprávnění využívat kmitočty po dobu tří let. Žadatel může požádat o jinou lhůtu, kterou lze dohodnout se stávajícími držiteli licence.

Licence pro místní přístup jsou k dispozici v jakémkoli kmitočtovém pásmu, na které se vztahují pravidla pro obchodování s kmitočty (pásma 800 MHz, 900 MHz, 1400 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 2600 MHz a 3,4 GHz). Podle toho, jak se bude v budoucnu měnit seznam kmitočtů, na které se budou vztahovat pravidla pro obchodování, bude se měnit i seznam kmitočtů, které budou předmětem licence pro místní přístup.

Místní licence bude pokrývat rozmístění vysílačů pouze v rámci definované lokality nebo v oblasti definované v licenci. V závislosti na obdržené žádosti může Ofcom povolit jednu základnovou stanici, více základnových stanic nebo místní lokalitu.

Licence pro sdílený přístup jsou k dispozici ve čtyřech kmitočtových pásmech, která podporují mobilní technologii (pásma 1800 MHz, 2300 MHz, 3800 až 4200 MHz a 24,25-26,5 GHz<sup>17</sup>).

Subjekty mohou požádat Ofcom o koordinovaný přístup (to zajistí, aby nedocházelo ke škodlivému rušení) ke kmitočtům na principu „first come, first served“. Poplatek za licenci odráží náklady Ofcom na její vydání.

Pokud jsou mobilní terminály nasazeny v pásmu 3,8–4,2 GHz, jsou držitelé licencí povinni vést přesné záznamy o všech mobilních terminálech a adresách míst nebo budov, ve kterých mají oprávnění na provoz zařízení. V tomto pásmu se nepředpokládá přidělení národní sdílené licence.

---

<sup>17</sup> V pásmu 24,25-26,5 GHz jsou licence pro sdílený přístup dostupné pouze pro nízký výkon v interiéru

K dispozici jsou dva typy licencí:

- Licence pro nízký výkon – opravňuje uživatele rozmístit tolik základnových stanic, kolik potřebuje, v kruhové oblasti s poloměrem 50 metrů, včetně souvisejících pevných, přenosných nebo mobilních koncových zařízení připojených k základovým stanicím a provozovaných v rámci vymezené lokality. Uživatelé jsou oprávněni přesouvat základnové stanice v rámci licencované oblasti bez nutnosti další koordinace ze strany Ofcom.
- Licence pro střední výkon – opravňuje jedinou základnovou stanicí a související pevná, přenosná nebo mobilní koncová zařízení připojená k základnové stanici.

Licence pro nízký výkon je vhodná pro průmyslové a podnikové uživatele, kteří chtějí využívat své vlastní privátní sítě pro účely podpory hlasových a textových aplikací nebo jiných bezdrátových datových aplikací.

Uživatelé, kteří vyžadují flexibilitu pro umístění základnových stanic kdekoli v rámci větší oblasti, mohou požádat o několik licencí pro nízký výkon.

Licence pro střední výkon je vhodná pro uživatele, kteří potřebují přenos ze základnové stanice na delší vzdálenosti, ale nepředpokládají, že po instalaci základné stanice bude nutné měnit její umístění. To by mohlo vyhovovat poskytovatelům služeb pevného bezdrátového přístupu (FWA) ve venkovských oblastech spolu s průmyslovými nebo podnikovými uživateli se základnovými stanicemi rozmístěnými na větší ploše (například přístavy, zemědělství nebo lesnictví). Další možností využití je rozšíření mobilního pokrytí ve venkovských oblastech.

Základnové stanice se středním výkonem jsou obecně povoleny pouze ve venkovských oblastech. Jejich vyšší výkon a vysílací dosah by, v případě nasazení v městských oblastech, mohly potenciálně bránit provozu velkému počtu uživatelů s nízkým výkonem.

Licence pro sdílený přístup se přiděluje na dobu neurčitou; pokud uživatel platí licenční poplatky každý rok a neporuší žádné z licenčních podmínek. Na žádost žadatele může Ofcom vydat krátkodobou licenci (kratší než jeden rok).

### **AGCOM (ITA) – Společné využití pásma 26 GHz (Club use)**

S cílem zvýšit flexibilitu při využívání kmitočtů, zavedl AGCOM v pásmu 26 GHz přidělení individuálních, nikoli však výhradních práv na využívání kmitočtů (tzv. klubové využití). Podle tohoto modelu může každý z pěti držitelů licence (každému z držitelů bylo přiděleno 200 MHz) dynamicky využívat celé pásmo (až do 1 GHz) v oblastech, kde kmitočty nevyužívají ostatní držitelé licence. Každý držitel licence má přednostní právo na jemu přidělený 200 MHz blok. Držitelé licencí můžou, v zájmu předcházení škodlivému rušení, pověřit třetí stranu správou využívání kmitočtů.

Klubové využití představuje přístup ke sdílení kmitočtů, který je uložený regulačním úřadem, který vybírá předem definovaný počet držitelů licencí, kteří se mezi sebou musí koordinovat, aby zajistili koexistenci v pásmu. Model klubového využití spadá do oblasti Dynamic Spectrum Sharing (DSA) a zjednodušeně jej lze považovat za určitý druh Opportunistic Spectrum Access (OSA) mezi držiteli licencí.

Podle informací z roku 2021<sup>18</sup> ministerstvo pro hospodářský rozvoj vypsalo soutěž na dodávku nástroje umožňujícího dynamický přístup ke kmitočtům (v pásmu 26 GHz). Mělo by se jednat o webovou platformu, která umožní držitelům licence posoudit, zda jsou kmitočty využívány, a pokud ne, zda je možné jejich využití jiným držitelem licence. Pomocí nástroje bude možné určit dostupné kmitočty a potenciální konflikty s jinými licencemi, v zájmu zajištění efektivní správy kmitočtů. V případě identifikace rušení, obdrží všichni držitelé licencí aktualizaci prostřednictvím e-mailu. Uživatelé budou moci načíst údaje o své síti do systému pro účely výpočtu pokrytí své sítě. Výpočty zohlední údaje o sítích ostatních držitelů licence (tyto budou do systému zadány jako samostatné soubory, které nejsou přímo přístupné ostatním držitelům licence). Možnost využití kmitočtů bude podmíněna výsledkem analýzy kompatibility.

---

<sup>18</sup> <https://atdi.com/managing-dynamic-spectrum-access/>

## 2.5 Případy využití pásem mm vln pro účely poskytování elektronických komunikačních služeb

### 2.5.1 5G FWA test – Rumunsko<sup>19</sup>

#### Cíl testu:

Testování 5G FWA v evropských podmínkách s cílem sběru informací týkajících se výkonu, instalace a reakcí zákazníků.

Ověření plánovacího nástroje vyvinutého společností Samsung, založeného na analýze sledování paprsků. Nástroj využívá umělou inteligenci a výpočtovou kapacitu pro účely přesné predikce pokrytí v dané oblasti.

#### Participující subjekty:

- Orange Romania
- Samsung Electronics CO, Ltd.

#### Použitá zařízení

- komerční zařízení 5G FWA Radio Access
- virtualizovaná RAN
- přístupové jednotky (access units)
- CPE
- Cisco Virtual Packet Core a Orange Romania infrastruktura
- dvě přístupové jednotky; každá přístupová jednotka byla připojena do sítě prostřednictvím optického propojení:
  - „buňka 15“ umístěná na střeše budovy ve výšce 22 metrů orientovaná ve směru hlavní městské ulice
  - „buňka 17“ umístěná na 15metrové věži na vrcholu kopce
- byla využita interiérová i exteriérová koncová účastnická zařízení

#### Použité kmitočtové pásmo:

- 26,65 – 27,5 GHz

#### Šířka kanálu:

- 500 MHz

#### Lokalita:

Florești, rychle rostoucí residenční oblast severně od Kluže (druhé největší město Rumunska); oblast s významným zastoupením zákazníků využívajících 4G FWA.

---

<sup>19</sup> <https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/business/networks/insights/case-study/5g-for-fixed-wireless-access-orange-romania-case-study/5g-for-fixed-wireless-access-orange-romania-case-study.pdf>

## Výsledky testu:

podmínky provozu koncového účastnického zařízení	ID koncového účastnického zařízení Samsung	označení buňky	vzdálenost od přístupové jednotky (m)	typ koncového účastnického zařízení (indoor/outdoor; LoS/NLoS)	BRSRP (dBm)	DL/UL rychlost (Mbps)	SINR (dB)	latence (ms)
dobré podmínky	1	buňka 15	160	outdoor/LoS	-74	856/330	22	11
	2	buňka 15	530	outdoor/LoS	-76	917/354	24	12
	3	buňka 17	321	outdoor/LoS	-75	860/114	24	12
	4	buňka 17	763	outdoor/LoS	-77	901/140	22	11
	5	buňka 17	390	outdoor/LoS	-79	918/153	22	12
středně dobré podmínky	6	buňka 15	781	outdoor/LoS	-84	621/170	N/A	12
	7	buňka 15	722	outdoor/LoS	-85	952/169	22	12
	8	buňka 17	1119	outdoor/LoS	-84	954/70	21	11
slabé podmínky	9	buňka 17	321	indoor/LoS	-93	667/67	20	12
	10	buňka 17	452	indoor/LoS	-94	491/137	17	9
	11	buňka 17	358	indoor/LoS	-96	711/18	13	9
	12	buňka 17	560	indoor/LoS	-98	939/141	12	15
	13	buňka 17	475	indoor/LoS	-98	807/132	15	14
	14	buňka 17	847	outdoor/NLoS	-100	342/4	11	12
	15	buňka 17	400	indoor/NLoS	-102	521/64	0	11

- zpětná vazba od účastníků byla převážně pozitivní, někteří účastníci hlásili lepší zkušenost než u současných pevných širokopásmových služeb
- buňka 15 má lepší propustnost, vyšší objemy dat, lepší RSRP, CQI
- výkon buňky 17 byl zhoršený kvůli podmínkám NLoS a vzdálenosti, ve které byla umístěna koncová účastnická zařízení
- indoor i outdoor koncová účastnická zařízení umístěná za podmínek LoS, poskytovaly solidní DL výkon téměř bez ohledu na podmínky, zatímco výkon na UL byl více závislý na podmínkách – důvodem je beamforming pro DL
- outdoor koncová účastnická zařízení umístěná za podmínek NLoS prokázala výkon na DL srovnatelný se současnou úrovní služeb poskytovaných prostřednictvím optického připojení
- ztráta při přechodu outdoor/Indoor měla vliv na RSRP s hodnotami mezi -90 a -100dBm. I v tomto případě byl výkon DL výkon přijatelný, ale výkon UL nebyl dostatečný
- simulace radiofrekvenčního plánování je v souladu s výsledky získanými v terénu

## 2.5.2 5G Test využití 5G v pásmu mm vln – Finsko<sup>20</sup>

### Cíl testu:

Testování rychlosti uplink 5G s perspektivou využití pro poskytování ultra rychlých služeb s nízkou latencí pro účely zlepšení zážitku návštěvníků lokality.

### Participující subjekty:

- Elisa
- Nokia Mobile Networks
- Qualcomm Europe, Inc.

### Použitá zařízení

- komerční 5G síť – Elisa

<sup>20</sup> <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2022/06/21/nokia-and-elisa-achieve-over-2-gbps-5g-uplink-speeds-on-mmwave-with-qualcomm-solutions/#:~:text=with%20Qualcomm%20solutions-.Nokia%20and%20Elisa%20achieve%20over%20%20Gbps%205G,on%20mmWave%20with%20Qualcomm%20solutions&text=Espoo%2C%20Finland%20%E2%80%93%20Nokia%2C%20Elisa.Arena%20in%20Tampere%20in%20Finland.>

- základnová stanice AirScale v pásmu 26 GHz – Nokia
- 5G koncová zařízení Snapdragon® X65 5G Modem-RF s anténními moduly Qualcomm® QTM545 mmWave čtvrté generace
- technologie Carrier Aggregation zahrnující čtyři nosné dílčí 100 MHz kanály

**Použité kmitočtové pásmo:**

- 26 GHz

**Šířka kanálu:**

- 4 kanály po 100 MHz

**Lokalita:**

Nokia Arena, Tampere, Finsko; jedna z prvních arén vybavena 5G v pásmu mm vln.

**Výsledky testu:**

V rámci živé demonstrace bylo dosaženo rychlosti 2,1 Gbps ve směru uplink.

Vlastnosti uplink mají významný vliv na zavádění nových aplikací využívajících „edge computing“, jako jsou mediální vysílání nebo streamování ve vysokém rozlišení. V případě nasazení služby se vytvoří předpoklady pro místní datové služby, jako je streamování 8K videa s ultra vysokým rozlišením v reálném čase pro více uživatelů a obsah ve formě rozšířené reality pro smartphony nebo nositelná zařízení. Návštěvníci arény budou také moci sledovat živá vystoupení s 360° kamerovým pokrytím prostřednictvím zařízení pro virtuální realitu. Vysílatelé budou těžit z vylepšeného zaznamenávání obrazu pro podporu živého zpravodajství (v ultra vysoké kvalitě) a obsahu vysílaného do mobilních zařízení a televizorů. Technologie 5G zároveň podpoří optimalizaci provozu a zabezpečení kritických funkcí, jako je bezpečnost.

## 2.5.3 Multi-gigabitový milník pro 5G v pásmu mm vln – USA<sup>21</sup>

**Cíl testu:**

Demonstrování dosahu a rychlosti připojení, které může 5G v pásmu mm vln poskytnout domácnostem a firmám.

**Participující subjekty:**

- UScellular – čtvrtý největší provozovatel bezdrátové sítě
- Qualcomm Technologies, Inc
- Ericsson
- Inseego Corp.

**Použitá zařízení**

- komerční FWA síť
- komerční HW Antenna Integrated Radio (AIR) 5322 opatřená SW pro zvýšení pokrytí (extended range) - Ericsson
- Inseego Wavemaker™ PRO 5G outdoor CPE FW2010e s Qualcomm® 5G Fixed Wireless Access Platform gen 1 s Qualcomm® Snapdragon™ X55 5G Modem-RF System a Qualcomm® QTM527 mmWave anténním modulem
- technologie Carrier Aggregation zahrnující čtyři nosné dílčí 100MHz kanály

**Použité kmitočtové pásmo:**

- mm vlny (bez bližší specifikace)

**Šířka kanálu:**

- N/A

---

<sup>21</sup> <https://newsroom.uscellular.com/uscellular-qualcomm-ericsson-and-inseego-address-digital-divide-with-multi-gigabit-extended-range-5g-milestone-over-mmwave/>

**Lokalita:**

Janesville, Wis.

**Výsledky testu:**

- na vzdálenost 7 km (nejvzdálenější 5G FWA připojení v pásmu mm vln v USA) byla dosažena trvalá průměrná rychlost downlink na úrovni 1 Gbps, trvalá průměrná rychlost uplink na úrovni 55 Mbps a okamžitá špičková rychlost downlink vyšší než 2 Gbps
- na vzdálenost 1,75 km bez přímé viditelnosti byla dosažena trvalá průměrná rychlost downlink na úrovni 730 Mbps a trvalá průměrná rychlost uplink na úrovni 38 Mbps

## 2.5.4 Test využití 5G v 24 GHz pásmu – Finsko<sup>22</sup>

**Cíl testu:**

Demonstrování dosahu a rychlosti připojení 5G v pásmu mm vln

**Participující subjekty:**

- Nokia Mobile Networks

**Použitá zařízení**

- řešení pro zvýšení pokrytí 5G v pásmu mm vln
- AirScale baseband
- AirScale 24 GHz mmWave radio
- Nokia FastMile 5G PoC CPE

**Použitá kmitočtové pásmo:**

- 24 GHz

**Šířka kanálu:**

- 8 kanálů agregujících 800 MHz

**Lokalita:**

Testovací středisko OuluZone, Oulu, Finsko

**Výsledky testu:**

V rámci testu bylo dosaženo rychlosti 2,1 Gbps downlink a 57,2 Mbps uplink na vzdálenost 10,86 km.

## 2.5.5 Test využití 5G – Norsko<sup>23</sup>

**Cíl testu:**

Možnosti využití rychlosti, kapacity a latence kmitočtů v pásmu mm vln z pohledu spotřebitelů, podniků a průmyslových odvětví. Testování pokrytí a kapacity v interiéru, exteriéru a v hustě osídlených oblastech.

**Participující subjekty:**

- Telia Norway
- Ericsson

**Použitá zařízení:**

- Radio AIR5322 – Ericsson

---

<sup>22</sup> <https://www.rcrwireless.com/20230627/5g/nokia-claims-download-speed-record-in-finland-using-mmwave-spectrum>

<sup>23</sup> <https://www.ericsson.com/en/news/3/2022/telia-and-ericsson-test-high-band-5g-for-unlocking-enterprise-use-cases>

- Baseband 6630 – Ericsson

**Použité kmitočtové pásmo:**

- 26 GHz

**Šířka kanálu:**

- 8 kanálů agregujících 800 MHz

**Lokalita:**

Oslo, Trondheim a Lillestrøm

**Výsledky testu:**

V rámci testu bylo dosaženo rychlosti stahování dat téměř 4 Gbps.

## 2.5.6 Služby vysokorychlostního internetového připojení v pásmu 5G mm vln – USA<sup>24</sup>

**Popis služby:**

Služba vysokorychlostního internetového připojení o rychlosti do 300 Mbps pro domácnosti a podnikatelský sektor v částech 10 míst (Home Internet+).

**Participující subjekty:**

- UScellular – čtvrtý největší provozovatel bezdrátové sítě
- Qualcomm Incorporated
- Inseego Corp.

**Použitá zařízení**

- FWA síť
- Inseego Wavemaker™ FW2010 outdoor 5G CPE s Qualcomm® 5G Fixed Wireless Access Platform Gen 1 se Snapdragon® X55 5G Modem-RF System

**Použité kmitočtové pásmo:**

- mm vlny (bez bližší specifikace)

**Šířka kanálu:**

- N/A

**Lokalita:**

- East Moline a Rock Island, Ill.
- Bettendorf, Cedar Falls, Davenport, Dubuque a Waterloo, Iowa
- Yakima, Wash.
- Beloit a Janesville, Wis.

**Výsledky testu:**

Standardní komerční služba

---

<sup>24</sup> <https://newsroom.uscellular.com/uscellular-qualcomm-inseego-launches-5g-mmwave-high-speed-internet-service-in-10-cities/>

# 3 Modely využití kmitočtů pro potřeby vertikálního sektoru

RSPG ve svém stanovisku s názvem „Stanovisko RSPG k dalším potřebám spektra a pokyny k rychlému zavedení budoucích bezdrátových širokopásmových sítí (RSPG21-024 FINAL)“ doporučuje, aby členské státy podporovaly konzistentní přístupy při zpřístupňování kmitočtů pro vertikální sektor v pásmu mm vln s možností využití pro účely místního přístupu v pásmech 26 GHz a 42 GHz.

Identifikace a rozvoj služeb pro účely vertikálního sektoru je v kompetenci zúčastněných subjektů, které by neměly být omezovány regulací nad nezbytný rámec. Pro tyto služby je charakteristická vysoká různorodost, která ztěžuje možnost jejich využívání prostřednictvím jediného kmitočtového pásma nebo jediné konfigurace sítě.

Standard 5G, se jeví jako nejpřirozenější kandidát pro aplikace vertikálního sektoru, nepředstavuje však jediné dostupné řešení. V závislosti na konkrétních případech použití lze využít i jiné technologie, například nízkovýkonové, které umožňují rozsáhlé pokrytí se sníženou přenosovou rychlostí, které spadají do kategorie LPWAN a které jsou provozovány v nelicencovaných pásmech.

Při posuzování možností využití pro účely vertikálního sektoru je potřeba kromě technických aspektů zohlednit i aspekty ekonomické. Ve skutečnosti je heterogenita potřeb vertikálního sektoru determinována kromě různorodosti jednotlivých sektorů a činností, také rozdíly mezi společnostmi, pokud jde o velikost, organizační a provozní schopnosti (včetně otázek souvisejících s lidskými zdroji a souvisejícími dovednostmi) a ekonomickými rozdíly.

Pokud jde o zavedení bezdrátové konektivity pro podporu procesů a služeb, pokud využívání rádiového spektra vyžaduje individuální oprávnění, zajistí udělení kmitočtů přímou kontrolu uživatele (subjekt působící v rámci vertikálního sektoru) nad přidělenými kmitočty. Uživatel tedy získá právo na využívání kmitočtů (např. jako klasický mobilní operátor).

Alternativním řešením, z pohledu uživatele by mohlo být získání práva na využívání kmitočtů prostřednictvím pronájmu kmitočtů od subjektu, který je držitelem práva na využívání kmitočtů (např. mobilní operátor). Tento postup je umožněn v ČR již i v jiných pásmech 4G/5G a je využíván i v řadě dalších evropských států.

Další možností zpřístupnění kmitočtů pro vertikální sektor je využívání kmitočtových pásem na základě všeobecného oprávnění. Příkladem je provoz kampusové či průmyslové sítě uvnitř stíněné budovy, kdy nemůže dojít k rušení jiných uživatelů.

Ve všech uvedených případech subjekt vertikálního sektoru přebírá odpovědnost za správné využívání kmitočtů z hlediska platného regulačního rámce a za vybudování a správu infrastruktury, která pro svou činnost využívá příslušné kmitočty.

Jiným způsobem využití kmitočtů vertikálním sektorem je obstarání řešení „na klíč“ od provozovatele elektronických komunikačních sítí nebo služeb. Takovým provozovatelem může být mobilní síťový operátor, mobilní virtuální operátor v různých podobách (poskytovatel služeb, Enhanced Service Provider atd.), nebo FWA operátor (Fixed Wireless Access). Poskytnuté řešení může mít formu velkoobchodního přístupu, roamingu, virtuální privátní sítě, síťového segmentování/vrstvení (Network Slicing) s různými úrovněmi infrastruktury, které mohou fungovat i v nelicencovaných pásmech.

Dalšími možnostmi řešení pro vertikální sektor je vybudování a provoz pasivní síťové infrastruktury (příprava stanovišť, prostoru pro zařízení, antény atd.), její zpřístupnění provozovateli elektronické komunikační sítě a následné využívání služeb poskytovaných tímto provozovatelem, nebo „nákup“ přístupu k rádiové síti od provozovatele elektronické komunikační sítě.

Volba konkrétní možnosti se odvíjí od požadavků vertikálního subjektu na bezpečnost a důvěrnost přenášených dat (např. související s potřebou ochrany provozu výrobních závodů a informací týkajících se jejich parametrů nebo množství produkce). Zabezpečení těchto požadavků vede k budování a provozu infrastruktury nezávislé na veřejných sítích provozovaných provozovateli elektronických komunikačních sítí.

Naopak, pro využití služeb konektivity na velkých územích, mimo prostory vertikálního subjektu (například pro připojení zařízení používaného personálem údržbářské společnosti provádějící terénní zásahy), může být vhodnější spolehnout se na rozsáhlé pokrytí, které zabezpečí veřejná síť, např. prostřednictvím služeb velkoobchodního přístupu.

Na základě výše uvedených možností je možné identifikovat čtyři potenciální modely pro zabezpečení bezdrátové konektivity pro vertikální sektor, které se liší různými stupni izolace od veřejných sítí.

Maximální stupeň izolace je zabezpečený vybudováním a provozem privátní sítě, která je zcela oddělená od veřejné sítě, případně připojení privátní sítě k veřejné síti přes chráněná rozhraní, která umožňují např. rozšířit pokrytí prostřednictvím roamingových dohod nebo ekvivalentních technických metod.

Modely založené na využití prvků veřejné sítě s využitím přístupu k příslušnému kmitočtovému pásmu na velkoobchodní úrovni, je možné rozdělit do tří skupin podle stupně izolace v závislosti na úrovni spolupráce mezi privátní a veřejnou sítí:

- V prvním případě se jedná o sdílení infrastruktury přístupové sítě, kdy vertikální subjekt využívá pouze RAN (Radio Access Network) veřejné sítě (případně prostřednictvím RAN slicing, pokud je k dispozici), případně MORAN (Multi Operator RAN) nebo MOCN (Multi Operator Core Network) na základě smlouvy o sdílení RAN, pokud je vertikální subjekt držitelem oprávnění na využívání kmitočtů.
- V druhém případě využívá vertikální subjekt kromě sdílení RAN také řídicí úroveň sítě operátora (autentizace, autorizace, správa mobility, správa vztahů atd.).
- Ve třetím případě vertikální subjekt plně využívá operátorem řízený přístup, přenos a připojení, přičemž úloha vertikálního subjektu je omezená na správu aplikační úrovně (pokud nevyužívá aplikační platformu operátora).

Při využívání prvků veřejné sítě lze provoz související s privátní sítí izolovat na logické úrovni, případně s využitím vrstvení sítě, které umožňuje 5G technologie.

V případě, že se vertikální subjekt rozhodne pro využití služby poskytované provozovatelem sítě, do hodnotového řetězce mohou vstoupit další aktéři, kteří vystupují jako prostředníci mezi vertikálními subjekty a provozovateli veřejných sítí. Jedná se zejména o subjekty, které se zabývají plánováním, budováním nebo správou sítí určených pro poskytování služeb konektivity, ke kterým se mohou připojit další subjekty, které modifikují a přizpůsobují služby konektivity v rámci specializovaných služeb pro vertikální sektor.

Potřeby vertikálních subjektů v oblasti konektivity je možné uspokojit nejen provozem vlastní infrastruktury nebo nákupem služeb konektivity od tradičních operátorů (mobilních operátorů a operátorů FWA, kteří obvykle působí v celostátním nebo regionálním měřítku), ale i prostřednictvím služeb nabízených subjekty, které se specializují na poskytování služeb vertikálnímu sektoru. Tyto subjekty mohou vybudovat a spravovat vlastní síť nebo naopak nakupovat velkoobchodní služby od klasických operátorů.

Specializovaný síťový operátor může přímo spravovat rádiové kmitočty nebo může využívat služeb tradičního operátora a nakupovat je na velkoobchodní úrovni za účelem poskytování služeb vertikálnímu sektoru.

Dalším článkem, který by mohl být účastníkem v hodnotovém řetězci, je poskytovatel aktiv – subjekt, který se zabývá tvorbou a správou pasivní síťové infrastruktury (příprava lokalit, včetně napájení a prostorů pro zařízení, kabeláž a antény). Subjekt vertikálního sektoru, specializovaný síťový operátor nebo tradiční síťový operátor, by se pak zabývali „spuštěním sítě“, tedy instalací a aktivací přenosových zařízení a jejich připojením do sítě. Poskytovatelem aktiv může být například společnost, která staví budovu obchodního centra a také zajišťuje instalaci a správu pasivní síťové infrastruktury.

# 4 Přístupy ke sdílenému využívání kmitočtů

**Podle recitálu 119 kodexu**, s rostoucí poptávkou po rádiovém spektru a novými aplikacemi a technologiemi, které vyžadují flexibilnější přístup a využívání rádiového spektra, by členské státy měly podporovat sdílené využívání rádiového spektra prostřednictvím stanovení nejvhodnějších režimů oprávnění pro každý případ a vhodných a transparentních pravidel a podmínek. Sdílené využívání rádiového spektra přispívá k jeho efektivnímu a účelnému využívání tím, že umožňuje pro vícero nezávislých uživatelů nebo zařízení přístup k témuž pásmu rádiového spektra na základě různých typů právních režimů (tj. autorizace) za účelem zajištění dostupnosti dalších zdrojů rádiového spektra, zvýšení efektivity využívání a usnadnění přístupu k rádiovému spektru pro další uživatele.

Sdílené využívání může probíhat například na základě všeobecných oprávnění (tj. bezlicenčního využívání) a může umožňovat za specifických podmínek sdílení, přístup a využívání téhož rádiového spektra vícero uživatelům v různých zeměpisných oblastech nebo v různých časových okamžicích.

Rovněž může probíhat na základě individuálních oprávnění k využívání rádiových kmitočtů a vycházet z pravidel, jako je licencovaný sdílený přístup (licensed shared access), kdy se všichni uživatelé (stávající uživatelé a noví uživatelé) dohodnou na podmínkách sdíleného přístupu pod dohledem příslušných orgánů (tj. regulačního úřadu pro oblast správy rádiového spektra) tak, aby byla zajištěna minimální zaručená kvalita přenosu rádiového signálu. Pokud členské státy povolují sdílené využívání na základě různých režimů oprávnění, neměly by stanovovat příliš rozdílné doby trvání tohoto využívání na základě různých režimů oprávnění.

**Podle článku 2 odstavce 26 kodexu** je sdíleným využíváním rádiového spektra přístup dvou či více uživatelů k využívání týchž pásem rádiového spektra na základě stanoveného mechanismu sdílení, které je oprávněno na základě všeobecného oprávnění, individuálního oprávnění na užívání rádiového spektra nebo jejich kombinace, včetně regulačních přístupů jako např. licencovaný sdílený přístup, který má usnadnit sdílené využívání pásma rádiového spektra, přičemž tento přístup podléhá závazné dohodě všech zúčastněných stran v souladu s pravidly pro sdílení uvedenými v jejich právech na užívání rádiového spektra, aby byly pro všechny uživatele zajištěny předvídatelné a spolehlivé mechanismy sdílení, aniž je dotčeno právo hospodářské soutěže.

**Podle článku 45 odstavce 2 kodexu** členské státy podporují harmonizaci využívání rádiového spektra pro účely sítí a služeb elektronických komunikací v celé Unii v souladu s potřebou zajistit jejich účinné a efektivní využívání a s cílem získat výhody pro spotřebitele, jimiž jsou například hospodářská soutěž, úspory z rozsahu a interoperabilita sítí a služeb. Postupují přitom v souladu s článkem 4 kodexu a s rozhodnutím č. 676/2002/ES, mimo jiné:

- podporováním sdíleného využívání rádiového spektra mezi podobnými nebo rozdílnými druhy užívání rádiového spektra v souladu s právními předpisy o hospodářské soutěži;
- uplatněním co nejvhodnějšího a nejméně zatěžujícího systému oprávnění v souladu s článkem 46 v zájmu maximalizace flexibility, sdílení a efektivity užívání rádiového spektra.

Potřebou rozvoje sdílení používání kmitočtů kvůli jeho potenciálu zvýšit efektivitu využívání rádiového spektra a poskytovat pobídky pro inovace se zabývá samostatný dokument RSPG s názvem „Stanovisko RSPG ke sdílení spektra – průkopnické iniciativy a pásma“ (RSPG21-006 FINAL) z 10. února 2021, jehož obsah je popsán v úvodní kapitole tohoto dokumentu.

Východiska, která tvořila základ pro zpracování dokumentu „Stanoviska RSPG ke sdílení spektra – průkopnické iniciativy a pásma“ jsou shrnuta v samostatném dokumentu s názvem „Zpráva RSPG o sdílení spektra – průzkum zaměřený na budoucnost“ (RSPG21-016 FINAL) z 10. února 2021 a jsou popsána níže.

Obecně je sdílení spektra možné definovat jako společné využívání stejných kmitočtů více než jedním uživatelem:

- ve stejném čase v různých geografických oblastech;
- ve stejné geografické oblasti v různém čase;
- ve stejném čase a ve stejné geografické oblasti.

Použití technik přenosu signálu umožňujících oddělení signálu v prostředí s více uživateli lze považovat za nástroj umožňující sdílení spektra. Více uživatelů může sdílet spektrum pro podobné nebo různé účely (např. pevné spoje a satelitní pozemské stanice, nebo vládní uživatelé a komerční uživatelé). Sdílení spektra může zahrnovat stejnou nebo různou úroveň priority mezi uživateli nebo skupinami uživatelů.

Sdílení spektra lze realizovat různými způsoby v závislosti na typu kmitočtového pásma, způsobu přidělování a služeb dostupných v daném kmitočtovém pásmu. V mnoha kmitočtových pásmech je sdílení spektra obecně realizováno mezi uživateli spektra, jako jsou licencovaní operátoři, kteří získali licence (kmitočtové přiděly), zatímco v nelicencovaných kmitočtových pásmech se sdílení spektra využívá na úrovni uživatelů, s využitím technologií implementovaných v daných zařízeních (výrobní standardizace), popř. s využitím dodatečných provozních podmínek, které zajistí provozovatelé zařízení. Vývoj v oblasti rádiových technologií může přispět k tomu, že také v licencovaných pásmech by se umožnilo sdílení spektra mezi více úrovněmi uživatelů spektra, kteří mohou být ve stejném kmitočtovém pásmu autorizováni různými způsoby. Tento vývoj technologií umožňuje zavádět nové formy sdílení spektra, které nabízejí jeho efektivnější využití. Díky tomu je možné předpokládat, že v budoucnu by sdílení mohlo být považováno za normu, spíše než za výjimku.

Dostupnost informací o využívání rádiových kmitočtů je klíčovým předpokladem pro vytvoření podmínek pro efektivní využívání rádiových kmitočtů, včetně implementace realizovatelných modelů pro sdílení rádiových kmitočtů a funkčních modelů pro obchodování (tj. převod práv k využívání kmitočtů) a pronájem rádiových kmitočtů. Tyto informace mají zásadní význam pro vytvoření podmínek pro sdílení rádiových kmitočtů, a to jak v harmonizovaných pásmech určených pro poskytování elektronických komunikačních služeb, tak i v pásmech privátních sítí či nelicencovaných pásmech. Informace o nevyužívání některého kmitočtového pásma na jedné straně a o rozsahu systémů, které vyžadují ochranu na straně druhé, může pomoci novým hráčům vstoupit na trh. S výjimkou případů, kdy jsou informace sdíleny dobrovolně, by pro účely sdílení rádiových kmitočtů měla být skutečná potřeba a rozsah zpřístupňovaných údajů jako i konkrétní způsoby, jak a komu jsou údaje zpřístupněny, posuzována regulačním orgánem případ od případu, zejména v případech, kdy jsou pravidla pro sdílení rádiových kmitočtů v konkrétním kmitočtovém pásmu předem definována. Je důležité, aby při definování způsobů sdílení informací a rozsahu sdílených informací byly zohledněny také související právní aspekty například v oblasti kybernetické bezpečnosti, ochrany obchodního tajemství, ochrany osobních údajů apod.

Při stanovování pravidel pro zvýšení transparentnosti využívání rádiových kmitočtů příslušným regulačním orgánem by měly být, kromě jiného, posouzeny otázky týkající se ochrany osobních údajů, ochrany kritické infrastruktury sítí a obchodního tajemství. Zřízení veřejně dostupných databází si vyžaduje přijetí interních organizačních a technických opatření, která by měla minimalizovat riziko nezákonného zpracování údajů, včetně opatření kybernetické bezpečnosti a technického auditu.

Pečlivé zveřejňování informací o využívání rádiových kmitočtů může být zdrojem výhod a příležitostí pro různé scénáře sdílení rádiových kmitočtů. Může vytvořit předpoklady pro samo-koordinaci a samo-regulaci ze strany uživatelů rádiových kmitočtů, čímž se minimalizuje riziko vzniku škodlivého rušení, což má pozitivní vliv na efektivní využívání rádiových kmitočtů. Může také přispět ke snížení nákladů na účinnou správu spektra tím, že uživatelům rádiových kmitočtů poskytne data a nástroje k řešení následků škodlivého rušení prostřednictvím vzájemné komunikace, vyjednávání a dohod.

Mezi další pozitivní přínosy zveřejňování informací o využívání kmitočtů lze zařadit:

- usnadnění nasazování 5G a bezdrátových přístupových systémů (WAS) a schvalování femto buněk;
- generování významného množství informací využitelných v telekomunikačním sektoru pro účely vývoje, výroby a distribuce zařízení a jiných technologií;
- zvýšení transparentnosti v environmentální oblasti a v oblasti regulace elektromagnetického vyzařování.

## 4.1 Technologie pro sdílení rádiových kmitočtů

Podle dokumentu „Zpráva RSPG o sdílení spektra – průzkum zaměřený na budoucnost“ (RSPG21-016 FINAL) z 10. února 2021, je pro účely sdílení rádiových kmitočtů možné využít různé technologie v závislosti od požadavků na sdílení, včetně specifických kvalitativních požadavků konkrétního uživatele nebo služby. Technologie využitelné pro účely sdílení rádiových kmitočtů je možné rozdělit do několika skupin:

- Tradiční technologie založené na snímání kmitočtů (spectrum sensing), kognitivní technologie nebo technologie rozprostřeného spektra pro „underlay“ přenosy, kdy díky malému vyzářenému výkonu je riziko rušení dalších služeb minimální.
- Technologie, které nejsou původně určeny pro účely sdílení rádiových kmitočtů, ale jejich využití může přispět k efektivnímu sdílení rádiových kmitočtů, jako jsou techniky pro snížení vlivů škodlivého rušení (například smart antény včetně beamformingu, spolupracující inteligentní rádiové sítě (CIRN), filtry apod.).
- Technologie spojené s rozvojem 5G (například vrstvení sítí).
- Další technologie pocházející ze širšího prostředí sektoru informačních a komunikačních technologií, jako jsou umělá inteligence a blockchain.

## 4.1.1 Technologie založené na „spectrum sensing“ (snímání kmitočtů)

„Tradičnější“ techniky sdílení spektra souvisí s technikami vícenásobného přístupu, které se již používají v mnoha zařízeních krátkého dosahu (SRD) a obecněji v nelicencovaných pásmech ke zmírnění škodlivého rušení a umožnění koexistence zařízení ve stejném kmitočtovém pásmu. K těmto řešením patří řešení na bázi „Listen Before Talk“ (LBT), „Dynamic Frequency Selection“ (DFS) a „Detect and Avoid“ (DAA). Předpokladem však musí být skutečnost, že uživatel koncových zařízení nemůže funkčnost těchto technik jakýmkoliv způsobem eliminovat.

Řízení koexistence mezi různými službami nebo mezi více poskytovateli stejné služby a také maximálního počtu zařízení sdílejících daný kmitočet, je klíčovým aspektem v některých aplikacích smart měření. Zde je problém používání kmitočtů na nelicencované základě, při zachování možnosti zabezpečení minimální kvality služby, řešen na aplikační úrovni.

## 4.1.2 Kognitivní technologie

Kognitivní technologie umožňují rádiovému systému, v zájmu dosažení předem definovaných cílů v oblasti sdílení rádiových kmitočtů, dynamicky a autonomně upravovat své provozní parametry a protokoly na základě získaných znalostí provozního prostředí a výsledků procesu učení.

Některé kognitivní technologie sdílení spektra jsou založeny na implementaci geolokačních databází, které mohou poskytnout zařízením informace k identifikaci částí kmitočtového spektra dostupných pro sdílení v zájmu ochrany stávajících služeb. Tyto informace se mohou týkat kmitočtů, které lze použít v určitém čase a/nebo na určitém místě a určených parametřů přenosu (např. maximální vysílací výkon). Geolokační informace o dostupnosti sdílených kmitočtů mohou být uloženy přímo v zařízení na základě distribuovaného přístupu nebo v centralizované (např. regionální) databázi, která je pak zařízeními dotazována<sup>25</sup>.

Kognitivní technologie sdílení spektra mohou být založeny na principu „spectrum sensing“ (snímání spektra), kdy zařízení zjišťuje využití kmitočtů za účelem zjištění dostupnosti kmitočtových kanálů pro autonomní přenosy bez nutnosti integrace nebo připojení k databázi. Na druhé straně může snímání spektra ve srovnání s geolokačními databázovými řešeními čelit řadě technických problémů. Z těchto důvodů jsou technologie snímání spektra někdy používány ve spojení s geolokačními databázovými technologiemi v hybridním přístupu zaměřeném na zlepšení účinnosti sdílení při současném zajištění ochrany před škodlivým rušením.

Další rozvoj kognitivních rádiových systémů může přispět k efektivnějšímu sdílení spektra, zejména pokud jde o schopnosti zařízení identifikovat kmitočtové kanály dostupné pro sdílení a v důsledku toho je vhodným způsobem využít nebo uvolnit, v zájmu předcházení nebo omezení škodlivého rušení.

Využití kognitivní technologie se zdá být nejslibnější pro dosažení efektivnějšího sdílení spektra, které se využívá ve většině situacích. Jedním z typických scénářů, kde lze takový přístup uplatnit, je licencované pásmo, v rámci kterého by bylo umožněno zavedení nové služby (licencované nebo nelicencované), bez nutnosti uvolnění pásma. Dalším scénářem může být využití uvolněného pásma nelicencovanými zařízeními, kde kognitivní technologie umožňují zavedení pravidel „lehkého licencování“.

## 4.1.3 Beamforming (formování paprsku)

V případě inteligentních antén, adaptivní formování paprsku potenciálně zvyšuje možnosti sdílení spektra mezi více uživateli a technologiemi rádiového přístupu. Přestože opětovné prostorové využití spektra není v bezdrátových komunikačních systémech novou koncepcí, pokrok v technologiích formování paprsků, které dynamicky poskytují adaptivní paprsky na rozdíl od paprsku pokrývajícího území, mohou výrazně snížit rušení, a tím zvýšit míru prostorového sdílení spektra, zejména pro pásma mm vln. V případě 5G by to usnadnilo využití scénářů vrstvení sítě.

## 4.1.4 Dynamické přidělování kmitočtů mezi technologiemi

Mobilní operátoři jsou schopni realizovat dynamické přidělování kmitočtů mezi zařízeními s různými technologiemi rádiového přístupu na základě aktuálních podmínek a zatížení sítě (dynamické sdílení spektra – DSS). Jedná se o techniku sdílení spektra v rámci jednoho operátora, kterou v současnosti přesazují mobilní operátoři a dodavatelé.

---

<sup>25</sup> Typickým příkladem geolokační databáze je databáze pro přístup k „televizním bílým oblastem“ (TVWS) v pásmu 470–790 MHz nebo občanská širokopásmová rádiová služba (Citizens Broadband Radio Service – CBRIS) – kapitola 2.4 tohoto dokumentu

## 4.1.5 Výkon přijímače

Odpovídající výkon přijímače je důležitý pro usnadnění sdílení spektra, pro usnadnění zavádění nových systémů sdílení, pro rozšíření možností sdílení a pro zajištění účinného využívání spektra. Odpovídající parametry přijímače jsou nezbytné pro zajištění ochrany rádiového zařízení před vyzařováním služeb v sousedních pásmech. Pozitivním důsledkem může být redukce ochranných pásem mezi službami.

### Filtrační techniky

Zlepšení filtračních technik a filtrů samotných bylo zásadní pro zavádění nových aplikací a pro dosažení efektivnějšího využití spektra. Tato vylepšení umožnila použití striktních masek hran bloku (BEM) nezbytných pro kompatibilitu se sousedními pásmy tam, kde se používají zvláště citlivé aplikace.

### Koexistence aplikační vrstvy

Jedná se o technologie, které umožňují interoperabilitu na vrstvě protokolu/aplikace, čímž umožňují koexistenci různých technologií v nelicencovaných pásmech. Příklady zahrnují například technologii pro ITS (Intelligent Transport System) v pásmu 5,9 GHz a WiGig v pásmu 60 GHz (57-71 GHz) nebo ty, které využívají techniku zmírnění škodlivého rušení, jako je řízení vyzařovaného výkonu (APC - Adaptive Power Control). Takové APC se snaží udržet celkovou pravděpodobnost škodlivého rušení dostatečně nízkou, aby bylo využití na nelicencovaném základě atraktivní pro poskytovatele aplikací 5G, jako jsou řešení pevného bezdrátového přístupu nebo backhauling a fronthauling do a z vysokokapacitních malých buněk využívajících technologii 5G.

### Technologie související s 5G

V případě sítí 5G přichází v úvahu několik forem sdílení spektra (včetně roamingu), které by mohly využít mechanismy network slicing (vrstvení sítě). I když network slicing sám o sobě není technologií sdílení spektra, má schopnost zvýšit potenciál uplatnění některých inovativních scénářů sdílení spektra.

Sdílené využití spektra založené na vrstvení 5G sítě pro licencovaná pásma umožňuje jednomu licencovanému provozovateli mobilní sítě poskytovat jiným provozovatelům mobilních sítí a/nebo poskytovatelům služeb vyhrazené vrstvy 5G. Toto řešení umožňuje sdílet různá 5G pásma mezi licencovanými provozovateli a/nebo poskytovateli služeb. Například, provozovatel mobilní sítě může sdílet jemu přidělené kmitočty a infrastrukturu s jinými provozovateli mobilní sítě a může jim poskytovat vrstvy 5G sítě vhodné pro uspokojení požadavků jejich zákazníků (mMTC nebo eMBB). Konkrétním případem by mohla být dohoda o sdílení mezi dvěma provozovateli mobilní sítě, kdy jeden provozovatel má přiděleny kmitočty pouze ve spodních pásmech a druhý provozovatel má přiděleny kmitočty pouze ve středním pásmu: síťové vrstvy lze přidělit oběma operátorům v obou sítích, což v praxi vede ke sdílení spektra v obou pásmech. Dalším příkladem je dohoda všech provozovatelů mobilních sítí o sdružení jim přidělených kmitočtů v jednom nebo více pásmech pro účely vrstvení 5G. Dalším příkladem může být model mobilní sítě „neutrálního hostitele“ (např. pro malé buňky ve vyšších kmitočtových pásmech), ve kterém lze sdílení spektra řídit pomocí vrstvení sítě.

Konkrétním případem by mohla být mobilní síť provozována v pásmu 26 GHz jedním provozovatelem nebo jedním poskytovatelem zařízení, prostřednictvím sdružení všech kmitočtů dostupných v daném pásmu a následným poskytováním přístupu ostatním provozovatelům mobilních sítí prostřednictvím 5G vrstev. V praxi by provozovatelé mobilních sítí pronajali svá práva na využívání kmitočtů provozovateli sítě (nebo poskytovateli zařízení), který instaluje a udržuje zařízení a poté zpřístupní vrstvu každému participujícímu provozovateli.

Vrstvení 5G je možné využít i v situaci kdy provozovatel 5G sítě poskytuje přístup jiným provozovatelům poskytujícím stejné nebo odlišné služby. Konkrétním příkladem je provozovatel mobilní sítě, který využívá kmitočty v nižších pásmech, využívá různé vrstvy s různou prioritizací pro různé aplikace, vyhrazené pro URLLC, mMTC a eMBB pro MFCN a PPDR aplikace. Vrstvení 5G může být využito také pro zabezpečení potřeb vertikálního sektoru.

Dalším významným aspektem systémů 5G je využití kombinace nelicencovaných a licencovaných kmitočtových pásem s cílem poskytnout koncovým uživatelům vyšší kapacitu sítě.

### Technologie s původem v umělé inteligenci a blockchain aplikované na modely CR

Nejnovější vývoj správy spektra je spojován s aplikací technologií jako je umělá inteligence (AI) a Blockchain v kontextu sdílení spektra, zejména v přístupech založených na kognitivním přístupu.

Techniky založené na umělé inteligenci nejsou samy o sobě mechanismy sdílení spektra, ale mohou do značné míry podporovat efektivní využívání a sdílení spektra ve formě zlepšení a urychlení koordinačních procesů a poskytováním dynamického přístupu ke konkrétním kmitočtům, a to způsobem, který reaguje na potřeby konkrétních služeb (doba využití, rozsah, kapacita atd.).

Přístup ke spektru by mohl být poskytován například na vyžádání nebo oportunisticky, přičemž se zabrání vzniku škodlivého rušení využitím informací zadávaných do systému (zejména informací, které nejsou obecně využívány v běžných kognitivních systémech, jako jsou povětrnostní podmínky, místní využití spektra, období provozní špičky (busy hour traffic), což umožňuje velmi sofistikovaným způsobem stanovit nevhodnější parametry a technická omezení pro dynamický přístup ke spektru.

Využití umělé inteligence v kombinaci se snímáním (spectrum sensing) a databázovými technikami by mohlo vytvořit předpoklady pro téměř okamžité přidělování kmitočtů pro účely ad hoc požadavků mobilního přístupu (například pro aplikace internetu věcí).

Podrobná data o využití spektra lze spravovat v cloudových platformách. Umělá inteligence by mohla identifikovat významné vazby z rozsáhlých datových toků, které obsahují živou mapu obsazení kmitočtů. Výsledky by mohly být použity k podpoře aktualizací databáze kmitočtů, takže požadavky aplikací by mohly být splněny v maximální možné míře v daném čase na jakémkoli místě pokrytém databází. Stejný přístup lze použít pro nasazení malých buněk, které jsou typické pro 5G.

Techniky umělé inteligence, jako je strojové učení a hluboké učení, jsou také aplikovány na pokročilá schémata sdílení spektra. Takové techniky umělé inteligence lze použít například k vytváření modelů pro dynamické chování různých uživatelů v kognitivní rádiové síti s několika primárními a sekundárními službami. Techniky umělé inteligence lze využít k řešení problémů spojených se směrováním provozu v ad-hoc kognitivních rádiových sítích s cílem upřednostnit cestu s nejvyšším a/nebo nejnižším využitím kmitočtů primárními službami.

Technologie blockchain, která spadá do kategorie Distributed Ledger Technology (DLT), může být použita pro sdílení spektra. DLT je decentralizovaná forma databáze, která není pod kontrolou jediné strany. Z tohoto důvodu nabízí bezpečný, odolný, spolehlivý a transparentní způsob ověřování, záznamu a manipulace s daty napříč všemi uzly/uživateli sítě a udržuje tak distribuované záznamy aktuální.

Využití technologie Blockchain může posunout typické výhody DLT do oblasti sdíleného využívání spektra, například z hlediska:

- decentralizace, díky eliminaci potřeby důvěryhodných třetích stran, jako jsou držitelé licencí, správci kmitočtů a správci databází;
- transparentnosti, díky lepší lokalizované viditelnosti využívání spektra a ověřitelnosti činnosti pro efektivní uplatňování pravidel sdílení spektra;
- stálosti a neměnnosti, protože trvalé záznamy zabraňují neoprávněným zásahům, usnadňují přesnou kontrolu a vymahatelnost a mohou zajistit jednoznačné uplatňování pravidel;
- dostupnosti díky spolehlivějšímu přístupu k databázím sdíleného spektra;
- bezpečnosti, protože bezdrátové systémy potřebují silné zabezpečení proti útokům a bezpečné záznamy podporují spolehlivé uplatňování režimu sdílení.

Při využití Blockchain pro účely sdílení spektra je potřeba vzít v úvahu několik faktorů:

- Na rozdíl od zařízení pevné sítě se na mobilní zařízení vztahují omezení týkající se energetické závislosti (v případě zařízení napájených z baterií) a výkonové kapacity. Tato omezení limitují možnosti využití mobilních zařízení jako uzlů, které jsou součástí blockchain.
- Pro účely provozování blockchain a pro účely ověřování transakcí je potřeba aby byla soustavně k dispozici vhodná sada kmitočtů pro zabezpečení komunikace mezi uzly, což klade zvýšené nároky na správu a snižuje čistou disponibilní kapacitu sítě.
- Stochastická povaha bezdrátových kanálů může vyžadovat přizpůsobení blockchain protokolů v zájmu zvýšení spolehlivosti systému, což vede ke zvýšení poměru nákladů a přínosů využití této technologie ve srovnání s technologiemi založenými na databázových systémech.

## 4.2 Možnosti koordinace kmitočtů v pásmu 26 GHz

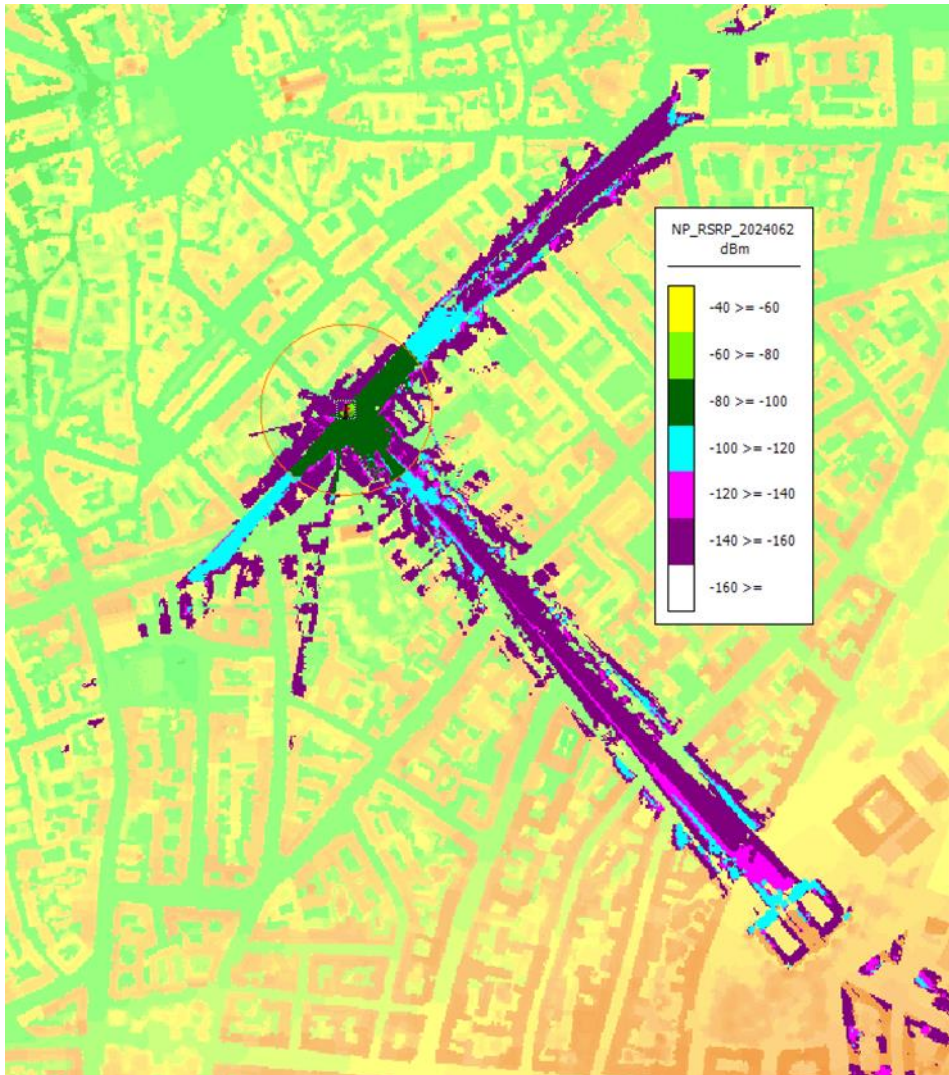
Softwarové nástroje pro koordinaci využívání kmitočtů a jejich přidělování jsou k dispozici minimálně posledních 30 let. Tyto nástroje se používají k tomu, aby pomáhaly regulačním orgánům přidělovat kmitočty s využitím databáze využitých a volných kmitočtů. Kmitočty, resp. pásma, jsou strukturovány podle národní kmitočtové tabulky a pokud jsou v databázi, lze je přiřadit k příslušným službám jako jsou pevné, mobilní, satelitní, rozhlasové apod.

Ve srovnání s pásmem 3,5 GHz zahrnuje pásmo 26 GHz dalších 17 dB/km útlumu trasy ve volném prostoru (Free Space Path Loss) a výrazně zvýšené difrakční ztráty, což v podstatě vytváří výrazné stíny za jakoukoli překážkou (tj. difrakce na překážkách se uplatňuje jen minimálně). Zatímco pásmo je vhodné a tradičně využíváno pro relativně dlouhé vzdálenosti za předpokladu přímé viditelnosti v rámci pevné služby, tradiční pozemní mobilní komunikace nebo lokální komunikace v členitém prostředí s výskytem překážek jsou značně omezené. V případě 5G sítí to vede k nutnosti výrazného zvýšení hustoty sítě oproti nižším

pásmům pro zajištění srovnatelného pokrytí mobilním signálem. Dodatečné ztráty při šíření rádiových vln omezují velikost území pro poskytování služeb, takže aplikace vhodné pro toto pásmo jsou omezeny na specifickou oblast služeb.

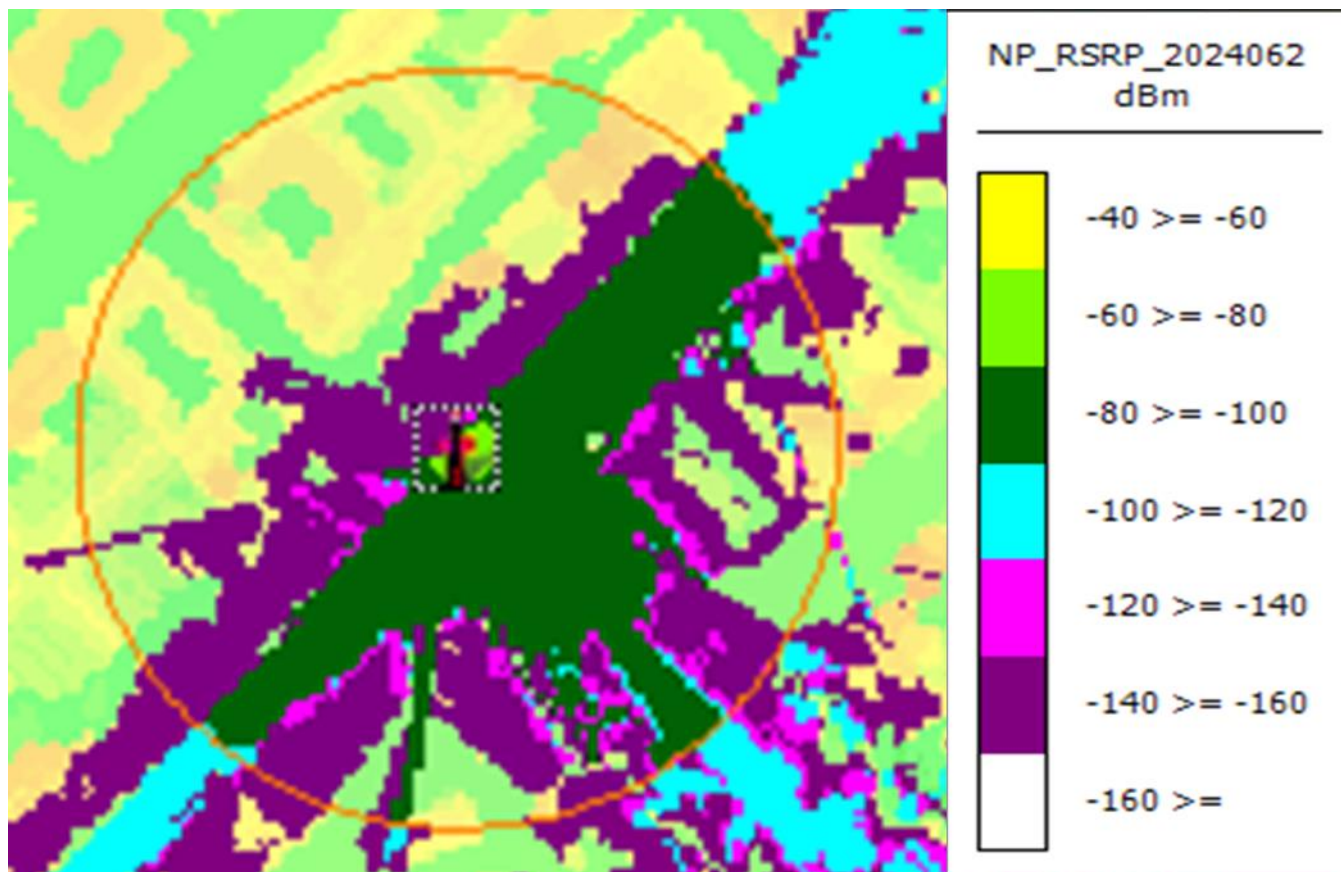
S ohledem na původně zamýšlený potenciál pásma 26 GHz byla vypracována simulace dosahu signálu (pokrytí) na Václavském náměstí v Praze, které představuje potenciálně exponovanou oblast z hlediska počtu připojených terminálů (smartphonů) sítě 5G. Níže uvedený diagram pokrytí území představuje hrubý odhad, který znázorňuje ukazatel přijímané intenzity signálu RSRP pro jedinou základnovou stanici 5G NR instalovanou na zdi, která se nachází na Václavském náměstí v Praze ve výšce 4 m. Použita je všesměrová anténa (omni). Rádus služby (provozní oblast) není větší než 100 m (tmavě zelená).

Obrázek 1: Graf pokrytí základnové stanice v pásmu 26 GHz 5G NR v centru Prahy



Pro účely využívání vysokorychlostní datové služby by se uživatelé museli nacházet ve světle zelené oblasti (obrázek 2).

Obrázek 2: Graf pokrytí základnové stanice v pásmu 26 GHz 5G NR v centru Prahy – detail dostupnosti vysokorychlostní datové služby



Konkrétní dosažitelné datové rychlosti závisí na šířce využitého kanálu. Pro konkrétní cílené pokrytí lze provést podrobnější analýzu a ilustrovat typ koordinačních scénářů, které se v takových městských oblastech pravděpodobně objeví.

Z výsledků simulace lze odvodit následující závěry:

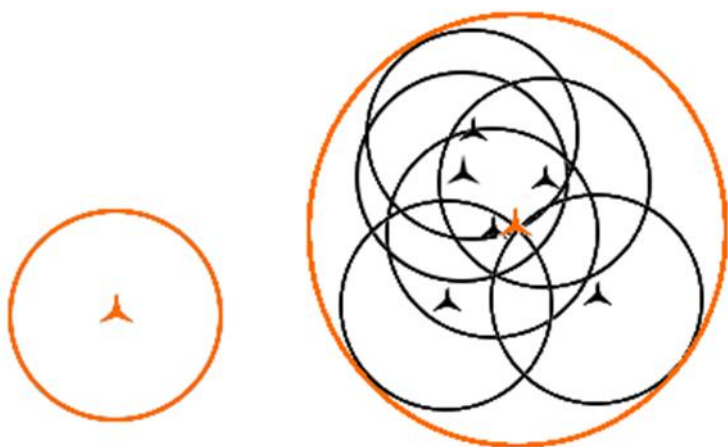
- geografická oblast využití vysokorychlostní datové služby (světle zelená oblast) v oblasti simulace představuje zlomek provozní oblasti základnové stanice (tmavě zelená oblast),
- pro zajištění dostupnosti vysokorychlostní datové služby pro celou provozní oblast je nutné instalovat několikanásobně vyšší počet základnových stanic, čím se zvyšují nároky na využití rádiových kmitočtů, jejich vzájemnou koordinaci v zájmu předcházení škodlivému rušení a tím i celkové regulační nároky a náklady,
- v závislosti od konkrétní lokality (výskyt překážek pro šíření signálu) instalací dvou nebo více základnových stanic v dostatečné vzájemné vzdálenosti, lze předcházet jejich vzájemnému rušení, a to i v případě, že vzdálenost těchto stanic je menší, než je jejich provozní oblast,
- umístěním základnové stanice v interiéru budovy, kde stavební konstrukce zabraňují vyzařování mimo objekt budovy, lze předcházet vzájemnému rušení základnových stanic umístěných ve stejné geografické oblasti a v interiéru různých budov,
- využití rádiových kmitočtů v pásmu 26 GHz není vhodné pro pokrytí spojitého území v zastavěné oblasti; má svůj význam z hlediska zabezpečení připojení v relativně malé geografické oblasti s vyššími nároky na rychlost a kapacitu připojení (hot spot), přičemž vhodným umístěním základnových stanic lze zabezpečit pokrytí stejné geografické oblasti několika základnovými stanicemi (dva a více operátorů provozujících základnové stanice na stejném geografickém území) při nízkém riziku vzájemného rušení,
- umístěním základnové stanice v interiéru lze předejít vzniku rušení za hranicí budovy, nicméně k umístění a zabezpečení provozu dvou a více základnových stanic uvnitř budovy je potřeba zabezpečit vzájemnou koordinaci v zájmu předcházení škodlivému rušení.

Na kmitočtech kolem pásma 26 GHz dominují (a historicky jsou jim přiděleny) pevné pozemní spoje (v ČR v pásmu pod 26,5 GHz) a satelitní konektivita. Mobilní nebo nomádické radiokomunikace představují novější využití tohoto pásma, resp. potenciál pro takové využití, a vyžadují opatrnost při integraci do stávajícího prostředí, zejména pokud je praktické pokrytí služby malé, ale potenciál rušení ve volném prostoru, kde má rušená služba výrazně vysoký zisk přijímací antény, je poměrně vysoký.

Obezřetným přístupem je geografická separace obou vzájemně se rušících služeb. V mnoha případech je to možné, protože pevné spoje mají antény s úzkým paprskem a s opatrností je lze sdílet s malými systémy s omezeným geografickým pokrytím, protože tyto dvě služby, s největší pravděpodobností, nebudou interagovat. To by však vyžadovalo pečlivou koordinaci, což zvyšuje náklady a složitost na straně správy kmitočtů.

V ideálním případě by malé systémy s omezeným geografickým pokrytím (obchody, sklady, kampusy) mohly být povolovány na základě určení bodu vysílání (tj. místa, ve kterém jsou tyto systémy umístěny) a poloměru, kde se opětovně použití kmitočtů primárně řídí chráněnou oblastí poskytování služby (a zónou rušení) kolem bodu nebo bodů. Na okraji oblasti je určena maximální povolená úroveň rušícího signálu, kterou uživatel kmitočtu nesmí překročit. Takový příklad uvádí následující diagram, kde je černými kruhy naznačeno několik příkladů různých provozních oblastí lokální mobilní nebo FWA sítě, a zároveň oranžově vymezena interferenční oblast. Další podobná oblast lokální sítě by byla vymezena až po určité separační vzdálenosti.

*Obrázek 3: Jednoduché přiřazení bodu a poloměru versus přiřazení více bodů a poloměru (pomocí sdíleného kmitočtu), kruh je interferenční obrys, nikoli servisní poloměr*



Tento scénář vyvažuje na jedné straně možnosti regulačního orgánu v oblasti plánování a koordinace sítí a na straně druhé uděluje uživateli možnost přizpůsobit síť svým potřebám. To by mohlo být rozšířeno na schéma opětovného použití kmitočtů buňky nebo předem definované geografické oblasti omezené terénem nebo nějakým způsobem mapování. Ve Spojeném Království jsou licencované oblasti o rozloze 50 x 50 km formou oprávnění pro „vymezenou oblast“ například v případě Business Radio (VHF/UHF). V rámci definované oblasti si držitel oprávnění může dělat, co chce, s podmínkou, že nic z toho, co dělá, nepřekračuje pevnou úroveň signálu na hranici vymezené oblasti a použitá technologie je schválena pro použití v příslušném kmitočtovém pásmu. To umožňuje držitelům oprávnění měnit parametry svého systému v rámci své vymezené oblasti (nebo více vymezených oblastí), aniž by to nejprve museli projednat s regulačním orgánem. Regulační orgán nemusí vědět, co se v této oblasti děje, ale držitel oprávnění musí prokázat, že je schopen zabezpečit, aby nedocházelo ke škodlivému rušení sousedních uživatelů. Prokázání schopnosti zabránit škodlivému rušení by mělo zahrnovat prokázané použití profesionálních plánovacích nástrojů na daném místě nebo prokázání, že profesionální plánování je zabezpečováno na základě smlouvy s dodavatelem takových služeb. Nicméně, konkrétní řešení závisí na regulačním orgánu a na míře úsilí, které je potřeba vynaložit v zájmu nařízení takového opatření, pokud dochází ke škodlivému rušení. Méně formální regulační orgán nemusí tyto požadavky prosazovat, dokud nedojde ke škodlivému rušení. V takovém případě by se uplatnily podmínky uvedené v individuálním oprávnění. Ty mohou například zahrnovat i akceptovatelné úrovně odstupů signálu od šumu (SINR) či jinou vhodnou metriku, která určuje míru vzájemného sdílení rádiových kanálů mezi různými sítěmi (uživateli).

Podobný přístup by mohl být použit pro udělování individuálního oprávnění v pásmu 26 GHz s tím, že velikost oblasti pokrytí pro jednu lokalitu by byla poměrně malá (ve srovnání s nižšími kmitočtovými pásmy), a proto by bylo nutné zvážit velikost oblasti požadované držiteli oprávnění. Podle velikosti požadované oblasti by bylo možné určit, zda by takový přístup byl vhodný, či nikoli.

Pokud jde o přidělování kmitočtů, vyžaduje to znalost nejen vysílače, ale také citlivosti a hodnoty poměru C/I (Carrier to Interference) příslušných přijímačů. Moderní správa kmitočtů by měla být založena na koordinaci kmitočtů závislé na omezeních a rušení odvozených z poměru rušení k požadovanému signálu (C/I+Noise+Margin), z nichž lze předvídat i požadované obsluhované (provozní) oblasti. Přiřazení kmitočtu na principu zohlednění pouze minimálního šumu je neefektivní, protože vymezená oblast sahá zbytečně daleko do bodu, kde požadovaný signál dosáhne úrovně šumu (nebo pevné rezervy nad okolním šumem) a je obtížné jej chránit. Je efektivnější definovat a chránit minimální úroveň kvality služeb, která se skládá z požadovaného C/I plus rezervy nad převládající spodní hranicí šumu, aby se zohlednil útlum. Tuto oblast lze nazvat „chráněnou

oblastí“, protože regulační orgán se bude snažit udržovat minimální C/I pro chráněnou službu v této oblasti, což lze relativně snadno předvídat a definovat. Takový přístup k přidělování kmitočtů umožňuje zahuštění využívání kmitočtů a jejich opětovného využívání u rádiových systémů, zejména digitálních, bez negativního vlivu na uživatelskou zkušenost a celkově zvyšuje účinné využití spektra.

Chráněná oblast je jednou ze dvou oblastí v přidělování kmitočtů, která by se použila k výpočtu poplatku za spektrum a k určení kvality přiděleného kmitočtu, druhou je interferenční zóna, což je oblast vlivu provozu sítě na ostatní uživatele pásma, uvedená v přidělu nebo individuálním oprávnění. Tato oblast musí být menší než interferenční zóna. Malé oblasti podporují nasazování efektivnějších antén a účelné nastavených jejich vyzařovacích diagramů. Například, malé „místní“ systémy využívající pagingovou anténu (kruhově polarizovanou s azimutem -90 stupňů a výrazně sníženým vyzařováním směrem k horizontu) by mohly mít výrazně nižší poplatky za využití spektra ve srovnání se stejným systémem s dipólovou nebo kolineární anténou. Chráněná oblast se také používá k definování parametrů, jako je sdílení kanálů, kdy regulační orgán může povolit dvěma nebo více držitelům oprávnění sdílet celou chráněnou oblast nebo její část na základě vysílacího času nebo jiných faktorů (a s pozitivním dopadem na nižší poplatky za využívání spektra). Například ve Spojeném Království to reprezentují sdílená a exkluzivní oprávnění, kde je název odvozen od toho, kolik uživatelů sdílí chráněnou oblast, nikoli kanál nebo interferenční zónu kolem ní.

### **Softwarové nástroje používané pro povolování kmitočtů**

V rámci nástrojů pro správu spektra a vydávání oprávnění na využívání kmitočtů, existují vyspělé nástroje s rozsáhlou uživatelskou základnou a s několika sadami pracovních postupů pro pásmo 26 GHz, takže existují již hotové konfigurace, které jsou k dispozici pro přizpůsobení nebo k použití v takové formě v jaké jsou, s možností pozdějšího přizpůsobení nebo harmonizace.

Sada pro správu spektra může obsahovat speciální nástroje pro posuzování a schvalování žádostí o udělení oprávnění, včetně průvodce pracovními postupy integrovanými do nástroje, což se ukazuje jako velmi užitečné při řešení procesů, které nemusí být spouštěny pravidelně.

Dostupný je například plně vybavený přizpůsobitelný nástroj pro správu přidělování kmitočtů a výpočetně-grafický nástroj pro plánování kmitočtů a zmírňování škodlivého rušení.

Oba tyto nástroje v současné době používá ČTÚ a s těmito nástroji již pracovaly jiné regulační orgány, aby vytvořily procesy přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz přizpůsobené jejich vlastním regulačním podmínkám. Je zřejmé, že stávající přizpůsobení jsou specifická pro příslušné regulační orgány, ale obecně jsou svým rozsahem podobné a některá jsou obecnější, méně komplexní a lze je snadno aplikovat na potřeby ČTÚ s malým, nebo žádným přizpůsobením.

Rozhodnutí, kterou cestou se vydat, ať už jde o přizpůsobení od nuly nebo převzetí/přizpůsobení existujícího procesního modelu, je na rozhodnutí regulačního orgánu. Níže jsou uvedeny argumenty pro a proti.

Hlavním argumentem proti použití stávajícího modelu by bylo, kdyby modely nepodporovaly technologii, kterou regulační orgán zvažuje zavést (resp. umožnit její provoz) v tomto pásmu. Je třeba poznamenat, že na technologii samotné natolik nezáleží, protože nástroj pro přidělování kmitočtů je primárně založen na koordinaci na základě existujících technických parametrů nebo pravidel. Hlavním cílem je tedy definovat typy použití kmitočtů prostřednictvím podmínek pro využívání kmitočtů a určení jejich fyzické konfigurace.

Rozdělení typů konfigurací pro plánovací software se obvykle provádí definováním produktů oprávnění, kterým budou tyto konfigurace odpovídat, takže by existovala přiřazení „bod/lokality a poloměr“, která mohou být generická pro zařízení s pevným výkonem a citlivostí, takže specifická technologie, jako je např. paging (nepravděpodobné v pásmu 26 GHz) by vyžadovala centrální vysílač a poloměr, který je třeba chránit. Obecně má tento druh systému chráněnou oblast poskytování služeb, kde by rušení nemělo překročit specifický limit a radius rušení.

Jiné typy oprávnění by mohly představovat varianty tohoto přístupu (viz obrázky níže), s povolením použití více základnových stanic v oblasti v rámci jednoho oprávnění, čímž se rozšíří chráněné zóny a zóny rušení. Zóny rušení se budou lišit podle technologie. Existuje také možnost vydávat individuální oprávnění pouze pro použití v interiéru, které zahrnuje omezený limit pro vyzářený výkon v interiéru. Jednotlivé postupy mohou být vhodné i pro konkrétní aplikace a scénáře mobilního použití. Možné scénáře způsobů udělování oprávnění pro využívání kmitočtů ve 26 GHz shrnuje následující obrázek.

Obrázek 4: Scénáře přidělení oprávnění pro kmitočty v pásmu 26 GHz

jediná základnová stanice	více základnových stanic v rámci definované oblasti
definovaná oblast	pouze využití v interiéru

Scénáře udělování oprávnění k využívání rádiového spektra určí regulační orgán a měly by být popsány v plánu využití rádiového spektra.

Jeden z dostupných softwarových plánovacích nástrojů je speciálně navržen pro realizaci činností spojených s vydáváním oprávnění na využívání kmitočtů a využívá předdefinované pracovní postupy, které administrátora provedou celým procesem. Společné rozhraní umožňuje administrátorovi provádět všechny úkoly správy oprávnění na stejném místě.

Při zpracování žádosti o vydání oprávnění, sestaví softwarový nástroj příslušné technické parametry ze žádosti a předá je dalšímu systému k analýze. Jakmile žádost projde analýzou a vrátí se do systému pro zpracování žádosti lze rozhodnout, jak dále postupovat. Tento proces zajišťuje přesnost a systematicky vede pracovníky přidělující kmitočty každým krokem.

Tato automatizace, využívající dříve definovanou koordinaci, kritéria přidělování kmitočtů a procesy, snižuje v procesu přidělování oprávnění potřebu hluboké inženýrské odbornosti, například z oblasti simulací vzájemné koexistence rádiových sítí. To platí zejména v pásmech, jako je pásmo 26 GHz, kde služby sdílející kmitočty budou pravděpodobně využívat různé technologie a pro každý typ technologie by se normálně vyžadovaly odborné znalosti.

Při určení technických parametrů se do jisté míry uplatňuje technologická neutralita, kdy nezáleží na technologii, kterou si držitel oprávnění přeje používat, za předpokladu, že regulační orgán přesněji zaznamenává technické parametry (např. vyzářený výkon, šířka kanálu, charakteristiky antény, mimopásmové vyzařování apod.), aby bylo zajištěno, že lze dosáhnout bezpečné koordinace a koexistence bez škodlivého rušení. Technologická neutralita nicméně znamená pro regulační orgán složitější plánování, nicméně automatizovaný nástroj pro koordinaci spektra a vydávání oprávnění do značné míry snižuje složitost tohoto procesu.

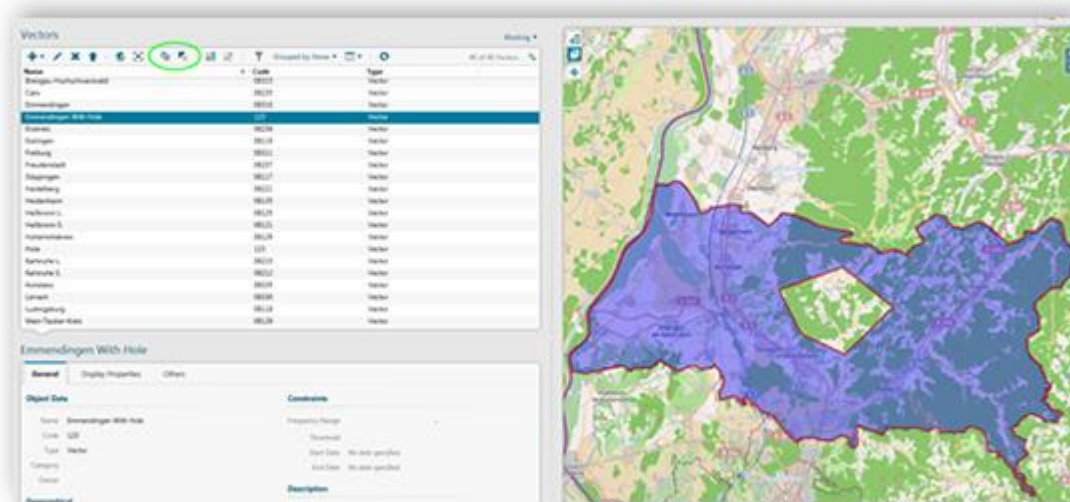
Dostupný softwarový nástroj obsahuje moduly pro koordinaci, konkrétně v Evropě využívající metodu harmonizované koordinace (HCM), která umožňuje standardizované hlášení technických parametrů, aby další správa mohla posoudit potenciál navrhovaného držitele oprávnění způsobit rušení. Nástroj umí importovat soubory HCM a pracovat s nimi nativně, přičemž koordinuje předmětný systém s místními záznamy.

### **Nástroje pro plánování a přidělení kanálů (příklad použití)**

Softwarové nástroje pro plánování spektra lze použít pro vizualizaci a editaci různých plánů kmitočtových pásem.

Prozkoumání s využitím nástroje umožňuje správu kmitočtových přidělů, plánů přidělování mobilních kmitočtů a plánů kanálů obecně. Lze definovat oblasti, ve kterých jsou k dispozici například určité kmitočty. To umožňuje administrátorovi zjistit, jaké kmitočty v konkrétním pásmu lze přidělit při zpracování žádosti o oprávnění.

Obrázek 5. Správa geografického přidělování kmitočtů – grafický výstup z nástroje pro plánování a přidělování kmitočtů



### Srovnávací analýza možností přidělování kmitočtů

Pokud jde o použití nástroje pro automatizované přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz, může být jeho zavedení pro potřeby regulačního orgánu účelné již v první fázi zpřístupnění pásma. Jednotlivá přiřazení bodů a poloměrů lze zpočátku zaznamenávat do tabulkového procesoru nebo do Google Earth/Map, ale jak se interferenční prostředí zvětšuje a uživatelé již nejsou snadno geograficky izolováni, je vyžadován určitý druh automatizace s hodnocením. Nicméně, s ohledem na nárůst počtu oblastí a počtu základnových stanic, se může zvyšovat míra rizika zamítnutí žádosti o přidělení kmitočtů a zvyšuje se tak potřeba žádosti následně posoudit manuálně, zda je skutečně nutné žádost zamítnout, či nikoli.

Pokud by se používal pouze manuální postup založený výhradně na grafickém vyhodnocování přidělování kmitočtů, tak to může omezovat efektivní využití pásma kvůli větší než nezbytně nutné geografické separaci mezi koordinovanými stanicemi nebo sítěmi. Je proto vhodné automatizovaný nástroj implementovat, pokud možno již v počáteční fázi zpřístupnění pásma.

Uvedení automatizovaného systému do režimu online (tj. jeho implementace na straně regulačního orgánu) může představovat složitý a pomalý proces. Pro dosažení správného postupu je proto důležité porozumět potenciální poptávce a růstu využití v nově uvolněném kmitočtovém pásmu, jako je pásmo 26 GHz, v dostatečném předstihu před uvolněním, resp. zpřístupněním pásma. To také znamená, že různé potenciálně konfliktní technologie a typy nasazení, které budou pravděpodobně použity, musí být předem analyzovány, aby bylo zajištěno, že přidělování kmitočtů a koordinační procesy budou dostatečně robustní.

ČTÚ předpokládá tři případy použití v pásmu 26 GHz, alespoň zpočátku. Úkolem programátorů nástroje by bylo umožnit vydávání oprávnění pro tyto tři případy, vzájemně je koordinovat a koordinovat je s ostatními existujícími službami a uživateli pásma a umožnit provoz nových služeb a sítí.

ČTÚ identifikoval tři potenciální způsoby využití pásma:

- Pevný bezdrátový přístup (FWA) (počáteční primární využití) – je považován za způsob využití pásma; používané technologie by pravděpodobně odpovídaly profilu používanému technologií Cambium Networks cnWave, což je na rádiové části 5G NR, takže potřebuje větší poloměr ochrany, protože uživatelská zařízení budou pevně umístěna, se ziskovými anténami potenciálně v exteriéru, 3-10 m nad zemí jako minimální výška umístění. Zde může mít lokální konvenční 5G síť větší vliv z hlediska rušení, než by tomu bylo v případě konvenčních „telefonních“ uživatelských zařízení mobilní sítí.
- 5G ve venkovním prostředí (potenciálně MNO, ale pravděpodobněji kampusové systémy).
- 5G v interiérech (není pravděpodobné, že to bude hlavní počáteční aplikace, ale existuje velký prostor pro automatizační systémy využívající 5G jako druh mobilní Wi-Fi, například v oblasti průmyslu či medicíny). Využití v interiéru možná nebude vyžadovat vysokou ochranu a v mnoha případech bude stejně součástí kampusu s exteriérovými síťovými prvky. V takovém případě by provoz v interiéru měl být považován za součást (podmnožinu) využití v exteriéru, ale s menším chráněným poloměrem (předpokládáme útlum průchodem okny a stavebními částmi budov podle Doporučení ITU-R P.2109 jako další faktor ochrany).

Vezmeme-li v úvahu obojí společně (využití ve venkovním prostředí a využití v interiérech), existuje možnost, že oba způsoby budou nasazeny pod stejným oprávněním na stejném místě, a pokud bude nasazeno pouze 5G v interiéru, podmínky oprávnění zůstanou stejné, ale s menší ochranou provozu (C/I, SINR). Díky synchronizaci TDD může tato služba koexistovat s FWA a možná dokonce podporovat „mobilní nebo nomádické“ FWA, pokud je FWA chráněn. To ale znamená větší separační vzdálenost mezi rádiovými stanicemi, než by se požadovalo pro běžnou mobilní instalaci 5G.

Z hlediska přístupu k přidělování kmitočtů, byly identifikovány čtyři scénáře:

- scénář 1 - přidělení kmitočtů pro konkrétní základovou stanicí,
- scénář 2 - přidělení kmitočtů pro definovanou provozní oblast (spolu s interferenční oblastí), pro více základových stanic a terminálů,
- scénář 3 - přidělení konkrétního kmitočtového bloku,
- scénář 4 - přidělení výhradně pro využití v interiéru.

Níže jsou uvedeny výhody a nevýhody jednotlivých scénářů.

## 1) Přidělení kmitočtů pro konkrétní základnovou stanici

### Výhody

- a) Snadné vydání oprávnění
- b) Všechny parametry pod kontrolou regulačního orgánu
- c) Možnost přiřazení více kanálů bez nezbytné komplexnosti

### Nevýhody

- a) Pokud je na držitele oprávnění přenesena část správy (například zajištění omezení vyzařování mimo vymezenou oblast), jsou částečně sníženy náklady na správu na straně regulačního orgánu.
- b) V případě přetrvávajícího škodlivého rušení je odpovědnost za uložení nápravných opatření na regulačním orgánu.

## 2) Přidělení kmitočtů pro definovanou provozní oblast (spolu s interferenční oblastí), pro více základnových stanic a terminálů

### Výhody

- a) Snadná správa v případě implementace SW nástrojů pro plánování a koordinaci.
- b) Držitel oprávnění má určitou volnost při budování většího množství základnových stanic v rámci vymezené (provozní) oblasti

### Nevýhody

- a) Tento typ přístupu/přidělování obvykle předpokládá určité parametry pro použité vysílače, ale definování okrajových podmínek je obtížné v závislosti na typu potenciální sítě dotčené rušením (victim), takže je vhodné pouze tam, kde jsou technologie v zásadě podobné.
- b) Nasazení není tak snadné, jak by se na první pohled mohlo zdát, oblast povolení je často mnohem větší, než by mohla být pro technické zadání.
- c) Pokud držitel oprávnění nedokáže specifikovat podrobnosti parametrů služby, kterou potřebuje, oblast oprávnění může být příliš malá (úspora nákladů nabyvatelem oprávnění) nebo příliš velká (hromadění spektra nebo přání nižšího C/I, což znamená potenciálně trpět škodlivé rušení, pokud je oblast oprávnění příliš malá.
- d) Pokud je přiřazeno více kanálů, vydané oprávnění by se mohlo stát nepraktickým, pokud přiřazené kanály nekorelují s přiřazenou oblastí.
- e) Regulační orgán musí být schopen provést měření, aby potvrdil v praxi, že jsou splněny okrajové podmínky.
- f) Držitel oprávnění může využívat několik lokalit podle svých potřeb, aniž by je regulační úřad dopředu schvaloval, a okrajové podmínky se budou lišit v závislosti od typu rušené sítě.
- g) Potřeba systematického poskytování informací držiteli oprávnění regulačnímu úřadu o pokrytých lokalitách a parametrech provozovaných zařízení.

### 3) Přidělení konkrétního kmitočtového bloku

#### Výhody

- Podobné jako v případě definované provozní oblasti, kromě toho, že oprávnění není vydáno pro konkrétní provozní oblast (předpokládá se oprávnění na regionální nebo národní úrovni), ale pro konkrétní kmitočet, resp. kmitočtový blok.
- Více kanálů nebo definovaná šířka pásma, kterou by mohl nabyvatel oprávnění dále rozdělit tak, aby vyhovovala jeho zvolené technologii, by normálně bylo přiřazeno k oprávnění.
- Regulační orgán nemusí dopředu schvalovat, kde jsou umístěny základnové stanice, pokud je splněna okrajová podmínka.
- Držiteli oprávnění umožňuje flexibilitu při nasazení tolika míst a kmitočtů, kolik je potřeba ke splnění jeho specifických požadavků na služby.
- Obvykle jsou tyto přiděly určeny pro nějaký druh mezinárodně definovaných služeb, jako je 3GPP nebo vysílací technologie.

#### Nevýhody

- Držiteli oprávnění sousedních kmitočtů nebo bloků budou mít povinnost vzájemné koordinace.
- Potřeba nastavení regulačního prostředí tak, aby umožňovalo koordinaci stanic. Vhodnou formou je například ex-post reporting o instalovaných vysílacích stanicích.
- Náročné na implementaci a správu (např. reakce na nedostatečné využívání kmitočtů - hromadění spektra), včetně potenciální přípravy aukce. Otázka stanovení rozvojových kritérií apod.
- V případě přetrvávajícího škodlivého rušení je odpovědnost za uložení nápravných opatření na regulačním orgánu.
- Nevýhoda pro menší provozovatele (menší zájmové území)

### 4) Přidělení výhradně pro využití v interiéru

#### Výhody

- Snadné vydání oprávnění pouze v rozsahu bodu a poloměru s menším chráněným poloměrem zohledňujícím skutečnost, že místo bude mít více základnových stanic na různých místech v interiéru.
- Zacházení se systémy s více vnitřními uzly jako s jedním virtuálním exteriérovým stanovištěm dává držitelu oprávnění svobodu přemisťovat zařízení po místě bez opětovného vydání oprávnění.

#### Nevýhody

- Mohou to být složité instalace s více anténami a body.
- Je třeba zvážit, zda je při přidělování snazší uvažovat toto místo jako bod a poloměr, tj. bez zvláštního zřetele, pouze s menší „obslužnou oblastí“ (chráněnou oblastí).

### Praktičnost a výzvy implementace, včetně časových plánů

Nejrychlejším způsobem, jak zavést funkční proces přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz, je například použít stávající software, který je již ČTÚ k dispozici, a použít stávající pracovní postup přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz, který byl vyvinut a testován jiným regulačním orgánem. Volba existující konfigurace v současnosti využívaného systému by byla rychlejší a také by urychlila nasazení této konkrétní konfigurace. Více zákazníků, kteří používají stejnou konfiguraci, přispěje k tomu, že tato konfigurace bude postupem času rozšířena. Větší uživatelská základna znamená rozsáhlé testování v reálném čase a rychlejší identifikaci problémů nebo vylepšení, na prospěch všech uživatelů. Takové řešení může motivovat například ke vzájemné spolupráci regulačních orgánů.

Dalším krokem by mohla být spolupráce ČTÚ se softwarovým týmem dodavatele koordinačního software, aby porozuměli konkrétním časovým plánům implementace takového řešení do stávajícího systému. Předpokladem je zahrnutí všech aspektů integrace softwaru, jako jsou:

- fáze 1 - plánování
- fáze 2 - design
- fáze 3 - nasazení
- fáze 4 - testování
- fáze 5 – spuštění provozu

Pro vhodné řešení vydávání individuálních oprávnění by bylo potřeba zajistit software pro vydávání oprávnění a plánování kmitočtů, který by poskytl ČTÚ všechny potřebné technické nástroje, národní a mezinárodní koordinační výpočty a možnosti přidělování kmitočtů, aby bylo možné výhledově spustit vydávání individuálních oprávnění v pásmu 26 GHz.

Vzhledem k očekávaným případům využití pro pásmo 26 GHz (lokální sítě) a současně vytvořením možnosti pro provoz mobilních sítí by flexibilní a jednoduchý režim vydávání individuálních oprávnění umožnil ČTÚ plnit své povinnosti technologicky neutrálním, flexibilním, transparentním a efektivním (z hlediska nákladů a času) způsobem.

V zájmu transparentnosti a účelnosti správy kmitočtů je potřeba, aby ČTÚ, pro účely vedení databáze přidělených rádiových kmitočtů (§15 ZEK), definoval zejména obsah datového souboru pro každé individuální oprávnění, který bude vkládán do databáze, rozsah údajů z datového souboru, které budou zveřejňovány a oprávnění pro přístup subjektů (žadatelů o přidělení kmitočtů, držitelů kmitočtů, jiných subjektů) do databáze. Zveřejněné informace by měly žadatelům o přidělení kmitočtů a stávajícím držitelům kmitočtů poskytnout relevantní podklad pro identifikaci volných a obsazených kmitočtů v konkrétní geografické oblasti, informaci o jiných držitelích kmitočtů pro účely koordinace nebo odstraňování škodlivého rušení, případně další informace využitelné pro jiný účel. Takovýto postup je však možný pouze za předpokladu, že při definování způsobů zpřístupňování informací a jejich rozsahu byly zohledněny také související právní aspekty například v oblasti kybernetické bezpečnosti, ochrany obchodního tajemství, ochrany osobních údajů apod.

Individuální oprávnění může obsahovat kromě povinných a obvyklých údajů (tj. kmitočty, šířka kanálu, maximální vyzářený výkon, směr vyzařování, sklon aj.) také následující prvky pro scénáře 1 až 4 popsané výše:

- podrobné vyzařovací diagramy, případně další technické parametry (šumové číslo apod.);
- vymezení chráněné oblasti, kde má být poměr C/I udržován pro definovanou úroveň služeb, tj. regulační orgán se zavazuje zajistit, že ostatní držitelé oprávnění nepřekročí stanovenou C/I v této oblasti;
- vymezení interferenční zóny, kterou může držitel oprávnění využívat pro komunikaci, ale kde nemůže požadovat ochranu.

Při výpočtu poplatku za využívání spektra je možné zohlednit jak obě oblasti, tak i vyzářený výkon, typ antény (resp. vyzařovací charakteristiky), šířku kanálu a případně další údaje.

Výhledově je účelné stimulovat uživatele k použití vhodných antén resp. jejich vyzařování tak, aby bylo možné optimalizovat využití kmitočtů. V zájmu účelného využívání kmitočtů a s ohledem na vývoj používaných technologií je vhodné, aby uživatelé kmitočtů sdíleli provozní zkušenosti s regulačním orgánem.

# 5 Analýza přístupů k přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz

Klíčovým kritériem při rozhodování o nejvhodnějším přístupu k přidělování kmitočtů (nejen v pásmu 26 GHz), jako jednoho z aspektů správy kmitočtového spektra, je vytvoření podmínek pro efektivní využívání kmitočtů v konkrétním kmitočtovém pásmu.

Pro sítě 5G, MFCN a další využití v pohyblivé radiokomunikační službě bylo v Evropě harmonizováno pásmo 24,25 - 27,5 GHz. V ČR jsou pásma pod 26,5 GHz využívána pevnou radiokomunikační službou. Ke zpřístupnění pro využívání MFCN je vhodný úsek 26,5-27,5 GHz, který v současnosti není v ČR trvale využíván, kromě experimentálního provozu jak pro účely mobilní sítě 3GPP, tak i FWA.

V zemích mimo ČR nebyly v pásmu 26 GHz doposud rozvinuty provozní ani investiční modely, které by vedly k budování a provozu rozsáhlejších sítí 5G.

V zájmu zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz pro potenciální zájemce je možné využít pro účely udělování práv scénáře popsané v kapitole 4.2 tohoto dokumentu:

- scénář 1 - přidělení kmitočtů pro konkrétní základovou stanici,
- scénář 2 - přidělení kmitočtů pro definovanou provozní oblast (spolu s interferenční oblastí), pro více základnových stanic a terminálů,
- scénář 3 - přidělení konkrétního kmitočtového bloku (tj. přiděl rádiových kmitočtů),
- scénář 4 - přidělení výhradně pro využití v interiéru.

Vzhledem k úloze správce spektra vytvářet mimo jiné podmínky pro účelné využívání rádiových kmitočtů je potřeba v pásmu 26 GHz vytvářet předpoklady pro vznik a rozvoj trhu služeb a technologií v dohledném časovém horizontu, souběžně s podporou různých uživatelů spektra včetně veřejných sítí a privátních a průmyslových sítí.

Vytváření podmínek pro účelné využívání rádiových kmitočtů souvisí, kromě jiného, s následujícími okruhy otázek:

- Jaká část kmitočtového pásma bude přidělena, resp. zpřístupněna?
- Jakým způsobem mohou být kmitočty přidělovány, resp. za jakých podmínek mohou být zpřístupněny?
- Jaký může být územní rozsah pokrytí přidělených kmitočtů?

Pro každý z výše uvedených okruhů otázek jsou v následujících kapitolách dokumentu identifikovány možné scénáře řešení. Pro každý ze scénářů jsou identifikovány jeho výhody a nevýhody. Výhody a nevýhody jednotlivých scénářů by měly sloužit jako podklad pro rozhodnutí, který z uvedených scénářů je z hlediska účelného využívání kmitočtů (případně dalších hledisek správy kmitočtového spektra) nejvhodnější. V závislosti od preferovaných cílů správy pásma 26 GHz je možné scénáře uplatnit variantně, sekvenčně (ve vzájemné návaznosti), nebo jako kombinaci. V případě sekvenčního uplatnění je vhodné zohlednit potřebu nebo možnost definování časové postupnosti zavádění jednotlivých scénářů.

## 5.1 Jaká část kmitočtového pásma bude přidělena, resp. zpřístupněna?

Pásmo 26 GHz je na evropské úrovni harmonizováno pásmo 24,25 – 27,5 GHz<sup>26</sup>, což představuje 3,25 GHz úsek.

Článek 54 odstavec 1 písmeno b) kodexu ukládá členským státům do 31. prosince 2020 přijmout, pokud je to nezbytné k usnadnění zavádění sítí 5G, veškerá vhodná opatření s cílem umožnit užívání alespoň 1 GHz v pásmu 24,25–27,5 GHz, pokud je jasně prokázána tržní poptávka a absence závažných překážek, které by bránily přechodu stávajících uživatelů pásma nebo uvolnění pásma.

Z analýzy současného stavu využívání pásma 26 GHz vyplývá, že v jednotlivých analyzovaných zemích bylo v pásmu 26 GHz přiděleno od 850 MHz do 3250 MHz.

Podle PV-P/2/10.2020-10 je v pásmu 26 GHz v úseku 26,5 – 27,5 GHz vymezeno pět sousedních bloků o šířce 200 MHz, přičemž úřad upřesní podmínky využívání pásem 24,25–27,5 GHz, včetně podmínek koexistence s pevnou službou, na základě poptávky trhu, zkušeností s experimentálním provozem IMT/5G, a upřesní plánovací postupy a podmínky autorizace využívání rádiových kmitočtů a další parametry. V tomto úseku nejsou aktuálně vydána žádná individuální oprávnění a je tedy dostupný pro provoz IMT/5G.

Naproti tomu, podle PV-P/2/10.2020-1 je v pásmo 26 GHz v úseku 24,25 – 26,5 GHz aktuálně využíváno pevnou službou a mezidružicovou službou. Využití tohoto úseku pro provoz IMT/5G by muselo předcházet přesunutí služeb, které tento úsek využívají do jiného pásma, nebo jiných pásem nebo zavedení nějaké formy sdíleného využívání kmitočtů, které by umožnilo současný provoz IMT/5G a stávajících služeb.

Vycházejíc z výše uvedeného, přicházejí v úvahu tři možné scénáře využití pásma 26 GHz:

- scénář 1 – zpřístupnění aktuálně volného úseku 26,5 – 27,5 GHz – ČTÚ umožní pro účely IMT/5G a FWA využít pouze úsek 26,5 – 27,5 GHz
- scénář 2 – zpřístupnění celého úseku 24,25 – 27,5 GHz při současném ponechání stávajícího využití v úseku 24,25 – 26,5 GHz - ČTÚ umožní pro účely IMT/5G využít celý úsek 24,25 – 27,5 GHz, přičemž v pásmu 26,5-27,5 GHz rovněž pro služby FWA. V úseku 24,25 - 26,5 GHz budou provozovány současně stávající služby a výhledově IMT/5G (sdílené využívání kmitočtů)
- scénář 3 – zpřístupnění celého úseku 24,25 – 27,5 GHz - uvolnění úseku 24,25 – 26,5 GHz od stávajících služeb - ČTÚ umožní pro účely IMT/5G využít celý úsek 24,25 – 27,5 GHz s tím, že pro FWA bude určen úsek 26,5-27,5 GHz. Stávající služby v úseku 24,25 – 26,5 GHz budou přesunuty do náhradních pásem a úsek bude následně zpřístupněn pro účely IMT/5G bez nutnosti sdíleného využívání kmitočtů.

---

<sup>26</sup> rozhodnutí 2019/784, resp. rozhodnutí 2020/590

### Scénář 1: Zpřístupnění aktuálně volného úseku 26,5 – 27,5 GHz

#### Výhody

- a) Pásmo je k dispozici prakticky okamžitě
- b) Úřad nemusí realizovat žádná dodatečná opatření pro uvolnění pásma
- c) Nejsou nutná žádná opatření na zabezpečení koordinace s jinými službami v pásmu
- d) Vytvoření podmínek pro vznik trhu pro výrobky a služby
- e) Žádný subjekt není dotčen povinností uvolnit kmitočtové pásmo
- f) Nejsou potřebná žádná kompenzační opatření vůči subjektům, kterým by byla uložena povinnost uvolnění pásma
- g) Východisko pro odůvodnění uvolnění dalších kmitočtů v pásmu na základě reálné tržní poptávky

#### Nevýhody

- a) Nedostatek volných kmitočtů v případě, že poptávka je (lokálně) vyšší než volné kmitočty
- b) Potřeba přípravy strategie pro realizaci dodatečných opatření pro uvolnění úseku 24,25 - 26,5 GHz v pozdějším období, pokud poptávka převyší volné kmitočty (například opatření pro sdílené využívání kmitočtů v úseku 24,25 - 26,5 GHz a/nebo pro přesun stávajících služeb do náhradních pásem)

### Scénář 2: Zpřístupnění celého úseku 24,25 – 27,5 GHz – ponechání stávajícího využití v úseku 24,25 – 26,5 GHz

#### Výhody

- a) Pásmo nad 26,5 GHz je k dispozici prakticky okamžitě
- b) Úřad nemusí realizovat žádná dodatečná opatření pro uvolnění pásma v úseku nad 26,5 GHz
- c) Žádný subjekt není dotčen povinností uvolnit kmitočtové pásmo
- d) Nejsou nutná kompenzační opatření vůči subjektům, které by byly negativně dotčeny uvolněním pásma
- e) Východisko pro odůvodnění uvolnění dalších kmitočtů v pásmu na základě reálné tržní poptávky

#### Nevýhody

- a) Stanovení technických parametrů pro zamezení škodlivého rušení v těch částech pásma, kde bude současně provozováno více služeb
  - i. opatření týkající se provozu bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací
  - ii. opatření týkající se stávajících držitelů kmitočtů
- b) Zavedení opatření umožňujících sdílené využívání kmitočtů v úseku 24,25 – 26,5 GHz včetně programového vybavení pro správu kmitočtů a vydávání individuálních oprávnění
- c) Potřeba úpravy stávajících individuálních opatření na využívání kmitočtů v úseku 24,25 – 26,5 GHz stávajícími službami
- d) Potřeba přípravy strategie pro realizaci opatření v pozdějším období, pokud technické parametry na zamezení škodlivého rušení nebudou dostatečné (např. uvolnění pásma od stávajících služeb)

### Scénář 3: Zpřístupnění celého úseku 24,25 – 27,5 GHz – uvolnění úseku 24,25 – 26,6 GHz od stávajících služeb

#### Výhody

- a) Vytvoření velkého úseku kmitočtového pásma využitelného pro účely bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací

#### Nevýhody

- a) Provedení studie proveditelnost přesunu stávajících služeb z pásma 26 GHz
- b) Příprava strategie na „přesun“ stávajících služeb z úseku 24,25 – 26,6 GHz do pásma vymezeného podle písm. a) s využitím
- i. kompenzace držitelů stávajících služeb a/anebo
  - ii. expirace individuálních oprávnění držitelů stávajících služeb
  - iii. dočasného zavedení opatření umožňujících sdílené využívání kmitočtů v úseku 24,25 – 26,5 GHz, včetně programového vybavení pro správu kmitočtů a vydávání individuálních oprávnění
- c) Časová, ekonomická, procesní náročnost procesu přesunu stávajících služeb z úseku 24,25 – 26,6 GHz do nově vymezeného pásma
- d) Oddálení využívání pásma 26 GHz pro účely bezdrátových širokopásmových služeb elektronických komunikací do období úplného uvolnění celého kmitočtového úseku

## 5.2 Jakým způsobem mohou být kmitočty přidělovány, resp. za jakých podmínek mohou být zpřístupněny?

Právní nástroje upravující využívání kmitočtů jsou regulovány na třech úrovních: mezinárodní, regionální a národní.

Tabulka 3: Jednotlivé úrovně regulace využívání kmitočtů

úroveň	klíčové aktivity	entita
mezinárodní	přidělení (allocation)	ITU
regionální	přidělení (allocation)	regionální skupiny (např. CEPT)
národní	přiděl (assignment)	národní regulační orgány
	povolování (authorisation)	

V celosvětovém měřítku jsou kmitočty regulovány Mezinárodní telekomunikační unií (ITU) – specializovanou agenturou Organizace spojených národů, která určuje mezinárodní rámce pro správu kmitočtů s cílem zajistit harmonizovaný, spravedlivý, účinný a efektivní přístup ke kmitočtům bez vlivů škodlivého rušení. Tento přístup je zabezpečován prostřednictvím Radio Regulations (RR), což je mezinárodní smlouva, která upravuje přidělování kmitočtových pásem různým rádiovým službám se závaznými účinky pro všechny členské státy ITU.

Přeshraniční koordinace využívání rádiových kmitočtů je zásadní pro zamezení vzniku rizika škodlivého rušení. Proto různé organizace (APT, ASMG, ATU, CEPT, CITEU a RCC) koordinují správu kmitočtů na regionální úrovni s cílem řešit specifické regionální potřeby a zajistit harmonizaci mezi sousedními zeměmi.

Na evropské úrovni jsou v oblasti správy kmitočtů klíčové Evropská komise (EK) a Výbor pro elektronické komunikace (ECC), který je součástí Evropské konference správ pošt a telekomunikací (CEPT), a v menší míře Evropský institut pro telekomunikační normy (ETSI). ECC vypracovává společné politiky a harmonizuje přidělování kmitočtů, Evropská komise vydává závazná nařízení (kompatibilní s rozhodnutími ECC) a ETSI stanovuje standardy zařízení.

Na národní úrovni mají státy suverenitu v oblasti využívání kmitočtů na svém území. Regulační orgány v oblasti správy kmitočtů mohou přijmout různé regulační politiky pro přidělování práv ke kmitočtům tak, aby vyhovovaly různým zájmům, včetně zavádění

nových technologií, podpory hospodářské soutěže mezi subjekty působícími na trhu, usnadnění vstupu nových subjektů na trh a zajištění ochrany spotřebitele. Oblast politiky kmitočtového spektra je oblastí sdílených pravomocí mezi EU a členskými státy EU. To znamená, že legislativu mohou vydávat jak orgány EU, tak vnitrostátní orgány.

Podle příručky ITU pro správu kmitočtů jsou základní národní povinnosti a požadavky (funkce) související se správou spektra následující:

- plánování a regulace správy kmitočtů,
- financování správy kmitočtů včetně poplatků,
- přidělení a vyhrazení kmitočtových pásem,
- povolování využití kmitočtů,
- vnitrostátní vyjednávání a konzultace,
- mezinárodní a regionální spolupráce včetně koordinace a oznamování,
- normy, technické specifikace a povolování zařízení,
- monitorování využití kmitočtů,
- prosazování dodržování pravidel používání kmitočtů,
- další podpůrné funkce správy kmitočtů.

Podle příručky ITU s názvem World Bank Telecommunications Regulation Handbook, dochází ke sblížení typů režimů povolování využívání kmitočtů uplatňovaných v jednotlivých zemích. Přístupy k povolování využívání kmitočtů lze rozdělit do dvou kategorií: individuální oprávnění a všeobecná oprávnění.

Zpráva ECC 132 zkoumá různé režimy povolování a udělování licencí pro účely správy kmitočtů. Představuje východisko pro pochopení různých terminologií a přístupů používaných při regulaci rádiových aplikací. Zkoumá typy regulačních nebo licenčních rámců, které lze použít k zajištění účinného a nerušeného využívání kmitočtů v různých aplikacích.

Tabulka 4: Přehled režimů povolování podle zprávy ECC 132

individuální oprávnění		všeobecné oprávnění	
individuální oprávnění	zjednodušená forma individuálního oprávnění	všeobecné oprávnění	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• individuální plánování/koordinace kmitočtů</li> <li>• tradiční proces pro přidělení individuálního oprávnění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• individuální plánování/koordinace kmitočtů</li> <li>• zjednodušený proces ve srovnání s tradičním procesem</li> <li>• omezení počtu držitelů oprávnění</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• žádné individuální plánování/koordinace kmitočtů</li> <li>• registrace nebo notifikace</li> <li>• žádné omezení počtu uživatelů ani potřeba koordinace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• žádné individuální plánování/koordinace kmitočtů</li> <li>• žádná registrace ani notifikace</li> </ul>

Globálně je zřejmý posun směrem k používání všeobecných oprávnění, i když individuální oprávnění jsou stále využívána, zejména v případech, kdy poptávka po konkrétním kmitočtovém pásmu převyšuje jeho dostupnost (například pásma pro mobilní sítě, kde jsou práva udělována konkrétním subjektům na základě výběrových řízení).

### Porovnání autorizace s jinými pásmy

V některých evropských zemích již byly vyvinuty přístupy k povolování v jiných kmitočtových pásmech, která podporují aplikace pro mobilní (MFCN) a pevný bezdrátový přístup (FWA). Ofcom se zaměřuje na možnosti sdílení přístupu k řadě různých kmitočtových pásem prostřednictvím konzultací o sdílení, které zahrnují pásma 1800 MHz, 2300 MHz, 3,8–4,2 GHz a 26 GHz.

Konkrétní uvažované parametry, které jsou předmětem konzultací, zahrnují:

- limit vysílacího výkonu (v současné době se diskutuje, zda zvýšit střední výkon při povolování sdíleného přístupu v pásmu 3,8 – 4,2 GHz),
- místní koordinační dohoda,
- parametry antény,
- ztráty při vstupu do budovy (parametr, který může pomoci zlepšit sdílení v interiéru a v exteriéru),
- koordinace synchronizace,
- výše poplatků,
- kritéria pro výjimky,
- požadavek na vedení záznamů o koncových zařízeních,

- přidělování povolení online,
- model šíření,
- informace o dostupnosti kmitočtů.

Následující tabulka obsahuje srovnání přístupů k povolování napříč různými kmitočtovými pásmy, s cílem identifikovat případné případy, kdy by přístup k pásmu 26 GHz mohl těžit (či nikoli) z přístupů uplatňovaných (nebo zvažovaných) v jiných kmitočtových pásmech. Tabulka obsahuje některé z relevantních parametrů použití a obsahuje potenciální klíčové rozdíly.

Tabulka 5: Přístupy k povolování ve vybraných kmitočtových pásmech

parametr použití	1800 MHz (UK)	2300 MHz (UK)	3,8 – 4,2 GHz (Evropa)	26 GHz
využití s nízkým a středním výkonem	ano	ano	ano	ano
využití v exteriéru a/nebo v interiéru	interiér a exteriér	interiér a exteriér	prioritně exteriér	interiér i exteriér v závislosti od aplikace
pokrytí venkovských oblastí	ano	některé lokality	ne	ne
způsob povolování	individuální oprávnění se sdíleným využitím (na základě žádosti)	individuální oprávnění se sdíleným využitím (na základě žádosti)	individuální oprávnění se sdíleným využitím (na základě žádosti)	národní/ regionální individuální oprávnění (aukce), lokální individuální oprávnění na základě žádosti
koordinace na lokální úrovni	ano	ano	ano	ano
ztráta při přechodě budovou	12 dB	12 dB	14 dB	14 dB
poplatek za individuální oprávnění	nominální roční poplatek	nominální roční poplatek	nominální roční poplatek	nominální roční poplatek
automatizované řešení při vydávání povolení	ano	ano	ano	ano

Z tabulky je zřejmé, že existují určité podobnosti ve způsobu povolování v jiných sdílených pásmech, a ve variantě místního povolování pro pásmo 26 GHz. Mezi přístupy k povolování v jiných pásmech a v pásmu 26 GHz existují některé klíčové rozdíly, jako například:

- celostátní oprávnění pro celé pásmo 26 GHz (Estonsko, Finsko, Španělsko, Rakousko, Dánsko, Řecko, Slovinsko) udělené prostřednictvím aukce,
- všechny místní sítě (Německo, Švédsko),
- hybridní přístup včetně identifikace oblastí s vysokou hustotou pro aukce a místní individuální oprávnění (Velká Británie, Itálie).

Různé přístupy používané evropskými státy pro povolování pásma 26 GHz naznačují, že ve hře jsou specifické národní úvahy a požadavky. To znamená, že například vzhledem k tomu, že pásmo 26 GHz je v Evropě identifikováno jako průkopnické pásmo 5G, bylo toto pásmo zpřístupněno mnoha zeměmi na základě tradičního přístupu k celostátnímu povolování prostřednictvím aukce. Jedná se o osvědčený a vyzkoušený přístup k udělování spektra, i když technické vlastnosti pásma nejsou vhodné pro nasazení v široké oblasti. Některé země však pochopitelně začlenily další vrstvu oprávnění kvůli omezeným charakteristikám šíření, které jasně umožňují například sdílení pásma mimo malé okresy v hlavních městských oblastech.

Regulační praxe vycházející z platné legislativy v České republice rozlišuje tři základní způsoby zpřístupnění, resp. přidělování kmitočtů jejich uživatelům:

1. všeobecné oprávnění, kterým se stanoví podmínky využívání rádiových kmitočtů, aniž by byly omezeny na konkrétní subjekt, a
2. individuální oprávnění, kterým se přidělují rádiové kmitočty pro konkrétní subjekt, a které nelze využívat na základě všeobecného oprávnění, a to v případě, je-li to nezbytné k: a) zabránění škodlivé interferenci, b) zajištění technických podmínek kvality služby elektronických komunikací, c) zabezpečení účelného využívání rádiového spektra, d) plnění cílů veřejného zájmu, e) experimentálním účelům, f) zajištění využívání dotčeného rádiového spektra z důvodu jeho specifických vlastností. Žádost o oprávnění může podat jakýkoliv subjekt.
3. pokud byl omezen počet práv k využívání rádiových kmitočtů, individuální oprávnění k využívání rádiových kmitočtů je možné udělit na základě přidělu rádiových kmitočtů.

Z analýzy současného stavu využívání pásma 26 GHz vyplývá, že kmitočty v pásmu 26 GHz jsou v jednotlivých zemích přidělovány, resp. byly přiděleny formou individuálního oprávnění, přičemž aukce jako jediný způsob přidělení kmitočtů byla

využita v 10 z celkového počtu 14 zemí. Individuální oprávnění na principu „first come first served“ se využívá ve čtyřech zemích, přičemž jako jediný způsob přidělení kmitočtů se využívá ve třech zemích (Francie, Německo a Švédsko).

Žádná z analyzovaných zemí neumožňuje využívání kmitočtů v pásmu 26 GHz na základě všeobecného oprávnění.

Přidělování kmitočtů v pásmu 26 GHz na základě individuálního oprávnění je podpořeno druhým stanoviskem RSPG k sítím 5G, podle kterého by preferovaným způsobem povolování v pásmu 26 GHz měl být, vzhledem k potřebě omezení škodlivého rušení, režim individuálních oprávnění.

Podle doporučení 2020/1307 by zavedení bezdrátových sítí 5G prospěly flexibilní režimy udělování oprávnění, které podporují investice do bezdrátových sítí a zajišťují účinné využívání spektra. Zatímco členské státy by obecně měly k udělování práv na využívání nedostatkových kmitočtových pásem využívat výběrová řízení, jako jsou např. aukce, mohou tyto postupy v určitých případech omezit potenciál pro investice do hustých bezdrátových sítí 5G, jakož i flexibilitu a výslednou účinnost využívání spektra. Za osvědčený postup by mohlo být považováno individuální oprávnění k využívání harmonizovaných pásem mm vln, které využívá zrychlený správní postup, který je otevřený, objektivní, přiměřený a nediskriminační a řídí se transparentními kritérii a postupy.

Významným nástrojem efektivního využívání kmitočtů v pásmu 26 GHz je možnost sdílení kmitočtů. Tento přístup je zdůrazněn ve stanovisku RSPG ke sdílení spektra – průkopnické iniciativy a pásma, ve kterém RSPG kromě jiného konstatuje, že při přidělování nových práv na užívání by členské státy měly zvážit sdílení spektra mezi stávajícími a novými uživateli pomocí inovativních a dynamičtějších řešení. Členské státy by mohly zohlednit taková řešení pro sdílení spektra, která umožní vertikálnímu sektoru a dalším uživatelům spektra získat přístup ke spektru na vzájemně výhodném základě. RSPG dále v souvislosti se sdílením kmitočtů uvádí, že členské státy budou muset posoudit potenciální vliv zavedených opatření na hospodářskou soutěž a kdykoli je to vhodné a užitečné, mohou být uplatněny podmínky sdílení v zájmu dosažení efektivnějšího využívání spektra, zejména v zájmu splnění cílů v oblasti pokrytí nebo rychlejšího budování sítě, zvýšení pokrytí, zvýšení kapacity a kvality služeb. O technických podmínkách a parametrech takového přístupu sdílení spektra musí být držitelé přidělů předem informováni.

Vycházejíce z výše uvedeného, přicházejí v úvahu tři možné scénáře způsobu přidělování nebo zpřístupnění kmitočtů:

- scénář 1 – přidělení/zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz na základě všeobecného oprávnění
- scénář 2 – přidělení/zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz na základě individuálního oprávnění na základě žádosti
- scénář 3 – přidělení/zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz na základě výběrového řízení

#### Scénář 1: Přidělení/zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz na základě všeobecného oprávnění

##### Výhody

- a) Minimální administrativní zátěž pro uživatele kmitočtů

##### Nevýhody

- a) Vysoké regulační náklady ze strany regulačního úřadu
  - i. vysoký počet subjektů z hlediska využívání a správy kmitočtů
  - ii. vysoký počet subjektů z hlediska kontroly dodržování povinností spojených s využíváním kmitočtů
  - iii. absence přehledu o počtu a identitě držitelů kmitočtů
  - iv. vysoké riziko vzniku škodlivého rušení
- b) Nízká efektivita využití kmitočtů – nastavení přísných technických parametrů pro zamezení škodlivému rušení

## Scénář 2: Přidělení/zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz na základě individuálního oprávnění na základě žádosti

### Výhody

- a) Kmitočty může využívat jakýkoliv uživatel, tj. podpora soutěže
- b) Možnost stanovit jasná pravidla pro využívání kmitočtů v individuálním oprávnění
- c) Vymahatelnost povinností stanovených v individuálním oprávnění
- d) Možnost zavedení automatizovaného systému přidělování a koordinace využívání kmitočtů

### Nevýhody

- a) Implementace postupů ČTÚ pro koordinaci a plánování rádiových stanic a sítí
- b) Administrativní zátěž pro žadatele
- c) Potřeba implementace opatření na zabránění hromadění spektra
- d) Regulační náklady ze strany regulačního úřadu
  - i. vysoký počet subjektů z hlediska přidělení a správy kmitočtů
  - ii. vysoký počet subjektů z hlediska kontroly dodržování povinností spojených s využíváním kmitočtů

## Scénář 3: Přidělení/zpřístupnění kmitočtů z pásma 26 GHz na základě výběrového řízení

### Výhody

- a) Možnost stanovení rozvojových kritérií v zájmu zabezpečení efektivního využívání kmitočtů jako podmínek výběrového řízení
- b) Možnost stanovit jasná pravidla pro využívání kmitočtů před přidělením kmitočtů na relativně dlouhou dobu
- c) Přidělení kmitočtů na dlouhou dobu
- d) Zájem držitele kmitočtů o jejich co nejefektivnější využití
- e) Možnost stanovení opatření pro zabránění hromadění spektra
- f) Vymahatelnost povinností stanovených v individuálním oprávnění
- g) Možnost zavedení automatizovaného systému koordinace využívání kmitočtů
- h) Možnost stanovení pravidel pro sdílení kmitočtů
- i) Nízký počet subjektů podléhajících regulaci včetně kontroly dodržování pravidel používání kmitočtů

### Nevýhody

- a) Zpřístupnění kmitočtů úzkému okruhu subjektů
- b) Finanční zátěž pro držitele kmitočtů v případě, že jedním z výběrových kritérií je cena za přidělení kmitočtů
- c) Časová a administrativní náročnost přípravy a realizace výběrového řízení
- d) Přidělení kmitočtů na dlouhou dobu snižuje schopnost reagovat na technologický vývoj ve využívání pásma

## 5.3 Jaký může být územní rozsah pokrytí přidělených kmitočtů?

Podle druhého stanoviska RSPG k sítím 5G, bude pásmo 26 GHz využíváno v oblastech s velmi vysokou poptávkou, jako jsou dopravní uzly, zábavní centra, průmyslové nebo maloobchodní areály (vytváření ostrovů s velmi vysokou kapacitou). Vzhledem ke svým vlastnostem se zavádění 5G v pásmu 26 GHz předpokládá v zájmu zabezpečení lokálního pokrytí, přičemž RSPG uvádí, že vzhledem ke svým vlastnostem nebude pásmo využito pro zabezpečení pokrytí rozsáhlých oblastí.

Z analýzy současného stavu využívání pásma 26 GHz vyplývá, že kmitočty v pásmu 26 GHz jsou v osmi zemích přiděleny jako celostátní, v pěti zemích jako lokální nebo regionální a v jednom případě byly zpřístupněny jako kombinace celostátních a regionálních.

Z hlediska územního rozsahu pokrytí přidělených kmitočtů je možné identifikovat tři scénáře:

- scénář 1 - celostátní pokrytí – držitel oprávnění získá oprávnění k využívání vymezeného úseku kmitočtového pásma na celém území státu
- scénář 2 - lokální varianta A – držitel oprávnění získá oprávnění k využívání vymezeného úseku kmitočtového pásma na konkrétním geograficky vymezeném území, přičemž geografické vymezení území vychází ze standardního administrativního členění (např. kraj, okres, město, obec)
- scénář 3 - lokální varianta B – držitel oprávnění získá oprávnění k využívání vymezeného úseku kmitočtového pásma na konkrétním geograficky vymezeném území, přičemž geografické vymezení území je determinováno technickými parametry sítě vybudované/provozované držitelem oprávnění

### Scénář 1: Celostátní pokrytí kmitočtů z pásma 26 GHz

#### Výhody

- a) Minimální administrativní zátěž pro držitele kmitočtů – jedno oprávnění pro celé území
- b) Nízké regulační náklady na straně regulačního orgánu – nízký počet subjektů podléhajících regulaci, včetně kontroly dodržování pravidel používání kmitočtů
- c) Zájem držitele kmitočtů o jejich co nejefektivnější využití
- d) Využití kmitočtů pro zvýšení kapacity stávající mobilní sítě kdekoli na celém území
- e) Využití kmitočtů pro zabezpečení dostupnosti vysokorychlostního internetového připojení v oblastech bez pokrytí pevnými vysokorychlostními sítěmi kdekoli na celém území
- f) Využití úspor z rozsahu při nákupu zařízení
- g) Jednoduchá poplatková politika – jediná sazba

#### Nevýhody

- a) Zpřístupnění kmitočtů úzkému okruhu subjektů
- b) Omezený okruh poskytovatelů řešení pro vertikální sektor
- c) Nabídka unifikovaných řešení pro vertikální sektor – absence řešení specifických pro konkrétní sektor nebo zákazníka
- d) Riziko neefektivního využití spektra

### Scénář 2: lokální varianta A

#### Výhody

- a) Využití kmitočtů pro zvýšení kapacity stávající mobilní sítě na vymezeném území
- b) Využití kmitočtů pro zabezpečení dostupnosti vysokorychlostního internetového připojení v oblastech bez pokrytí pevnými vysokorychlostními sítěmi na vymezeném území

#### Nevýhody

- a) Vyšší administrativní zátěž pro držitele kmitočtů ve srovnání se scénářem 1 – samostatná žádost o přidělení kmitočtů pro každou lokalitu
- b) Nehomogenní počet poskytovatelů řešení pro vertikální sektor – počet poskytovatelů v každé lokalitě závisí od zájmu poskytovatelů o danou lokalitu
- c) Riziko nepřidělení kmitočtů v lokalitách, kde o přidělení neprojeví zájem žádný z poskytovatelů
- d) Nižší úspory z rozsahu při nákupu zařízení ve srovnání se scénářem 1
- e) Vyšší komplexita poplatkové politiky zohledňující velikost oblasti pokryté přidělem kmitočtů
- f) Vyšší regulační náklady na straně regulačního úřadu ve srovnání se scénářem 1
  - i. vyšší počet subjektů z hlediska přidělení a správy kmitočtů
  - ii. vyšší počet subjektů z hlediska kontroly dodržování povinností spojených s využíváním kmitočtů

### Scénář 3: lokální varianta B

#### Výhody

- a) Tvorba specifických řešení podle individuálních potřeb vertikálního sektoru

#### Nevýhody

- a) Vyšší administrativní zátěž pro držitele kmitočtů ve srovnání se scénářem 2 – samostatná žádost o přidělení kmitočtů pro každou lokalitu
- b) Riziko nepřidělení kmitočtů v lokalitách, kde o přidělení neprojeví zájem žádný z poskytovatelů
- c) Absence úspor z rozsahu při nákupu zařízení kmitočtů
- d) Vyšší komplexita poplatková politiky zohledňující velikost oblasti pokryté přidělem kmitočtů
- e) Vyšší regulační náklady na straně regulačního úřadu ve srovnání se scénářem 2
  - i. vyšší počet subjektů z hlediska přidělení a správy kmitočtů
  - ii. vyšší počet subjektů z hlediska kontroly dodržování povinností spojených s využíváním kmitočtů



Grant Thornton

[www.granthornton.cz](http://www.granthornton.cz)

© 2024 Grant Thornton Advisory k.s. All rights reserved.

Grant Thornton Advisory k.s. je česká firma Grant Thornton International Ltd. (Grant Thornton International). Odkazy na Grant Thornton se vztahují ke Grant Thornton International nebo ke členským firmám. Grant Thornton International a členské firmy nejsou mezinárodním partnerstvím. Služby jsou nezávisle poskytovány jednotlivými členskými firmami.