



Č e s k ý t e l e k o m u n i k a č n í ú ř a d

se sídlem Sokolovská 219, Praha 9

poštovní přihrádka 02, 225 02 Praha 025

Praha xx.xx.2020

Metodika kmitočtové koordinace pevných rádiových spojů typu bod-bod v pevné radiokomunikační službě nad 1 GHz

(Metodický postup)

1. Cíl metodiky

Cílem této metodiky je popsat postup Českého telekomunikačního úřadu (dále jen „Úřad“) při provádění kmitočtové koordinace/výběru rádiového kmitočtu u pevných rádiových spojů typu bod-bod v kmitočtových pásmech nad 1 GHz. Stanovení jasných postupů Úřadu v rámci procesu kmitočtové koordinace vede k předvídatelnosti a přezkoumatelnosti rozhodnutí Úřadu, které je výsledkem správního řízení ve věci žádosti o udělení individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitočtů (dále jen „IO“). K vydání IO, respektive vedení správního řízení o žádosti o udělení IO, je Úřad pověřen zákonem č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“).

Není záměrem této metodiky popsat kmitočtovou koordinaci průřezově přes všechna kmitočtová pásma a radiokomunikační služby, byť některé výchozí úvahy a předpoklady lze aplikovat v obecné rovině. Zaměření této metodiky je výhradně na pevnou radiokomunikační službu. Pevná radiokomunikační služba je definována v plánu přidělení kmitočtových pásem (Oddíl I, bod 1.20) tak, že se jedná o radiokomunikační službu mezi stanovenými pevnými body. V rámci pevné radiokomunikační služby se pak rozlišují pevné rádiové spoje typu bod-bod (P-P) a bod-vícebod (P-MP) (pozn.: problematika systémů P-MP není předmětem této metodiky).

2. Postup Úřadu v případě žádosti o IO

V této kapitole je v bodech uveden postup Úřadu v rámci správního řízení zahájeného obdržetím žádosti o udělení IO v případě nového či změně stávajícího pevného rádiového spoje P-P. Rámcově se jedná zejména o tyto kroky Úřadu:

1. obdržet žádosti o udělení IO;
2. ověření úplnosti této žádosti;
3. zadání technických parametrů žádosti (typicky použitá anténa, vysílací rádiové zařízení a další) do databázového systému Úřadu;
4. provedení vnitrostátní kmitočtové koordinace/výběr rádiového kmitočtu, a to s ohledem:
 - a. aby nebylo způsobováno rušení vůči existujícímu využití (stávajícími Úřadem povolenými pevnými rádiovými spoji P-P, nebo jiným rádiovým zařízením nebo službám, které předmětné rádiové kmitočty využívají nebo sdílí v souladu s platným právním rámcem);
 - b. z hlediska ochrany koordinovaného nového pevného rádiového spoje typu bod-bod před rušením způsobeným již existujícími pevnými rádiovými spoji P-P;
5. provedení mezinárodní kmitočtové koordinace (v případě, že je to nezbytné);
6. ukončení řízení o žádosti o udělení IO.

V rámci jednotlivých kroků správního řízení ve věci žádosti o udělení IO Úřad, je-li to třeba, komunikuje s žadatelem ve věci doplnění nebo změny podkladů uvedených v žádosti o udělení požadovaného IO.

3. Postup Úřadu v případě žádosti o změnu IO

V případě, že žadatel požaduje změnu již přiděleného rádiového kmitočtu nebo změnu jeho technických parametrů. Taková žádost se považuje podle § 19 zákona za žádost o udělení nového IO. Specifická situace nastává v případě, kdy změna představuje např. rozšíření stávajícího přiděleného kmitočtového kanálu či navýšení výkonu apod., tj. případy, kdy se souřadnice a kmitočtové pásmo nemění. V takovém případě je v rámci kmitočtové koordinace měněné IO ignorováno a nevstupuje do procesu kmitočtové koordinace. Principiálně však Úřad postupuje podle bodů uvedených v předchozí kapitole.

4. Kmitočtová koordinace

Kmitočtové spektrum je velmi cenný přírodní zdroj, a proto je snaha jej v maximální možné míře využít a zacházet s ním efektivně. To často vede k nutnosti sdílet jedno kmitočtové pásmo několika radiokomunikačními službami, což je možné při dodržení specifických technických podmínek umožňujících toto sdílení. Ke sdílení však dochází také v rámci jedné radiokomunikační služby (dochází k vícenásobnému využití rádiového kmitočtu/kanálu či překrývajícími se kanály). To však přináší riziko vzájemného rušení, což je nežádoucí stav. K eliminaci vzniku případného rušení je nutné provést kmitočtovou koordinaci, jejímž cílem (smyslem) je najít takový rádiový kmitočet, který nejen, že nebude rušen, ale také nebude způsobovat rušení již existujícímu využití – zde konkrétně existujícím pevným rádiovým spojům P-P).

Před provedením kmitočtové koordinace pevného rádiového spoje P-P je však nezbytné provést tzv. kmitočtové plánování. To je komplexní proces od výběru vhodného kmitočtového pásma, šířky kanálu, modulace, stanovení výkonu, zjištění podmínky přímé viditelnosti, určení rezervy na únik a další technické parametry, na nichž závisí dostupnost budoucího pevného rádiového spoje P-P. Za toto kmitočtové plánování je zodpovědný provozovatel pevného rádiového spoje P-P, respektive žadatel o udělení IO.

Kmitočtová koordinace prováděná Úřadem, respektive nalezení rádiového kmitočtu, který není rušen a nezpůsobuje rušení, je pak založena na předem známé (požadované) technické konfiguraci pevného rádiového spoje P-P.

5. Základní parametry rádiového zařízení pevného rádiového spoje P-P

Pevný rádiový spoj P-P se sestává z řady dílčích komponent a souvisejících parametrů, které jsou jak softwarové, tak hardwarové povahy. V rámci kmitočtové koordinace prováděné Úřadem jsou relevantní pouze tyto parametry:

- GPS souřadnice umístění obou stanic pevného rádiového spoje P-P (výjimkou jsou pasivní odražeče a spoje s pasivním relé, kde jsou tři stanice);
- použité antény včetně jejich parametrů jako je zisk, anténní diagramy, polarizace, průměr antén, výška antén nad terénem;
- rádiová vysílací i přijímací zařízení včetně jejich parametrů jako je spektrální maska vysílače a maska selektivity přijímače, šumové číslo přijímače, výkon vysílače dodávaný do anténního napáječe, šířka kanálu, použitá modulace a prahová úroveň přijímače pro požadovanou chybovost (např. BER 10e-3);
- útlum vlnovodu mezi rádiovou jednotkou a anténou a další případné ztráty způsobené např. dodatečným krytem antény na stanovišti.

Rozsah požadovaných údajů v žádosti o udělení IO je stanoven v opatření obecné povahy č. OOP/13/07.2005-1, ve znění pozdějších změn. Uvedené údaje jsou nezbytné pro provedení kmitočtové koordinace, neboť tyto parametry vstupují do výpočtu úrovně rušícího signálu, užitečné úrovně signálu a rezervy na únik. Úřad současně doporučuje, aby žadatel o udělení IO v případě, že vysílací rádiové zařízení disponuje pouze omezenou přeladitelností v rámci daného kmitočtového pásma, specifikoval požadované přeladění v žádosti o udělení IO. Nebude-li uvedeno v žádosti o udělení IO přeladění, má se za to, že lze přidělit rádiové kmitočty z rozsahu celého pásma (v souladu s příslušným kanálovým uspořádáním). V případě volby polarizace Úřad primárně provede kmitočtovou koordinaci s vertikální polarizací, není-li žadatelem o udělení IO vyžadováno jinak. Pokud však není možné provést kmitočtovou koordinaci ve vertikální polarizaci (z důvodu signalizace nepřijatelné úrovně rušících signálů), Úřad provede kmitočtovou koordinaci s využitím horizontální polarizace. Není-li ani tato varianta možná, Úřad kontaktuje žadatele o udělení IO.

Je-li žadatelem o udělení IO vyžadována konkrétní polarizace, není-li tato možná v důsledku výsledků kmitočtové koordinace, Úřad rovněž kontaktuje žadatele o udělení IO s případným návrhem její změny.

Další parametry jako je použití ochranného kódování, prokládání a další techniky vedoucí ke zvýšení odolnosti při přenosu rádiovým kanálem, nevstupují do výpočtu kmitočtové koordinace, respektive jsou případně reflektovány případnou hodnotou prahové úrovně přijímače.

Při podání žádosti o udělení IO Úřad doporučuje využít formulář 13P dostupný na <https://www.ctu.cz/formulare>, který po vyplnění obsahuje všechny potřebné údaje.

6. Výpočet úrovně rušícího signálu

Pro výpočet úrovně rušícího signálu (Pruš) se vyjde ze základní rovnice:

$$\text{Pruš} = Gu + Pr + Gr - Lp - Ld - AD - FD \text{ [dBm]}$$

kde Gu je zisk antény rušeného přijímače [dBi],

Pr je výkon vysílače rušící stanice dodaný do jejího anténního napáječe [dBm],

Gr je zisk antény rušícího vysílače [dBi],

Lp je útlum na trase vypočítaný podle doporučení ITU-R P.452-16 [dB] (viz kapitola 7),

Ld jsou další dodatečné útlumy (např. ztráty vlnovodem a další) [dB] a to jak pro rušící, tak i rušenou stanici,

AD je anténní diskriminace [dB] a

FD je kmitočtová diskriminace [dB] (viz kapitola 8).

Pro vyhodnocení rozsahu dopadu rušení existuje několik možných metod. Úřadem aplikovaná metoda vychází z metody degradace prahové úrovně přijímače (TD). Prahová úroveň přijímače u digitálních systémů je úroveň užitečného signálu na vstupu přijímače, při které nastává určitá chybovost přenosu. Pro provedení výpočtu degradace prahové úrovně přijímače je nutné vypočítat úroveň tepelného šumu (TN) na vstupu tohoto přijímače. Ta se vypočítá podle vztahu:

$$\text{TN} = kTB \text{ [dBm]}$$

kde k je Boltzmanova konstanta ($1,380\ 648\ 52e-23$) [$J \cdot K^{-1}$],

T je šumová teplota [K] (Úřad uvažuje hodnotu šumové teploty rovnou 290 K) a

B je šumová šířka pásma přijímače [MHz].

Nemá-li dojít ke zvýšení chybovosti přenosu, je nutné dodržet určitou hodnotu odstupu užitečného signálu od šumu (uvažujme ideální situaci bez externího rušení). V případě přítomnosti rušícího signálu však vzroste celková úroveň šumu o určitou hodnotu (dojde k nárůstu šumového pozadí). Důsledkem nárůstu šumového pozadí je nárůst hodnoty prahové úrovně, respektive její degradace (zhoršení), čímž se však sníží rezerva na únik a vzroste pravděpodobnost výskytu úniku, což může vést ke zhoršení dostupnosti pevného rádiového spoje P-P. Zvýšená hodnota TD tak, jinými slovy, vyjadřuje nutnost zvýšení úrovně užitečného signálu na vstupu přijímače za účelem zajištění stejné chybovosti (kvality přenosu) jako v případě situace bez rušení.

Hodnota TD se vypočítá podle vztahu:

$$\text{TD} = 10 \cdot \log(1 + 10^{((OI-TN)/10)}) \text{ [dB]}$$

kde OI je hodnota součtu všech rušících signálů [dBm],

TN je hodnota tepelného šumu na vstupu přijímače (viz výše) [dBm].

Pozn.: Úřad při vyhodnocení hodnoty TD vychází z tzv. single-entry případu rušení, tj. za hodnotu OI je dosazována pouze jedna hodnota rušícího signálu a v případě více zdrojů rušení (tedy více vypočítaných hodnot TD) se uvažuje pouze to nejsilnější rušení (to o největší hodnotě TD).

Např. indikovaná úroveň rušení 6 dB pod úrovní tepelného šumu představuje snížení rezervy na únik o 1 dB. Úroveň rušení odpovídající úrovni tepelného šumu na vstupu přijímače představuje snížení rezervy na únik o 3 dB. Přesto, že se jedná o konzervativní metodu používanou v rámci kmitočtové koordinace, je hojně používána řadou telekomunikačních regulátorů.

Úřad v rámci kmitočtové koordinace považuje za limitní hodnotu TD rovnou 3 dB. V případě indikace větší úrovně TD Úřad žadatele o udělení IO kontaktuje, aby potvrdil akceptaci tohoto rušení, a pokud toto žadatel neakceptuje, hledá Úřad ve spolupráci s žadatelem alternativní řešení (např. úprava výkonu, změna polarizace, změna antény apod.).

Úřad vychází z možnosti aplikovat hodnotu TD rovnou 3 dB z důvodů, že skutečná vyzařovací charakteristika antény je směrovější, než používaný vyzařovací diagram (obálka), který zpravidla poskytuje výrobce antény či je definován v příslušném standardu a dále, že skutečná spektrální maska vysílače a selektivita přijímače jsou rovněž lepší (kvalitnější) než maximální limity stanovené normou. Určitou roli bezesporu hraje faktor případného zastínění překážkou (budova, způsob umístění na věži atd.) či vegetací. Přesto je však nutné, aby provozovatel dodržel při kmitočtovém plánování pevného rádiového spoje P-P určitou rezervu na rušení, respektive ji započítal při stanovení rezervy na únik.

Uvedená limitní hodnota TD byla rovněž v podmínkách České republiky ověřena jako dostačující, a to na základě mnohaletých zkušeností získaných při provádění kmitočtové koordinace Úřadem.

Pozn.: v případě řešení kmitočtové koordinace pevných rádiových spojů P-P vůči pozemským stanicím pevné družicové služby, postupuje Úřad analogicky s využitím modelu šíření elektromagnetických vln podle doporučení ITU-R P.452-16.

7. Modely šíření

Pro stanovení, zda dojde přidělením rádiového kmitočtu/kanálu k rušení, je nutné zjistit úroveň rušícího signálu. Protože při šíření elektromagnetických vln dochází k řadě fyzikálních mechanismů, byly vytvořeny tzv. modely šíření elektromagnetických vln, které mají chování elektromagnetické vlny popsat. Tyto modely jsou průběžně aktualizovány. Úřad využívá mezinárodně uznávané modely šíření, které jsou popsány v doporučeních Mezinárodní telekomunikační unie.

Pro výpočet útlumu na trase mezi rušeným přijímačem a rušícím vysílačem se aplikuje model šíření elektromagnetických vln podle doporučení ITU-R P.452-16. Základní vstupní parametry modelu pak jsou:

- Procento času, pro které nebude překročena hodnota útlumu na trase (1 %¹);
- Statistika (průměrný rok);
- Teplota (15 °C);
- Hustota vodních par (7,5 g/m³);
- Tlak (1013 hPa);
- Hodnota refraktivity v nulové výšce (323 N jednotek)
- Gradient refraktivity (-43 N jednotek/km)
- Radio-klimatická zóna (dle mapy ITU – fakticky A2 pro Českou Republiku)
- Srážkový úhrn (dle mapy ITU)

Vzhledem k tomu, že jedním z kvalitativních požadavků na pevný rádiový spoj P-P je i rezerva na únik, jejíž velikost vychází z hodnoty prahové úrovně přijímače a dále úrovně užitečného signálu, je nutné pro určení úrovně užitečného signálu definovat i základní parametry modelu šíření podle doporučení ITU-R P.530-16. Tento model zahrnuje řadu mechanismů šíření elektromagnetických vln a zpřesňuje tak výpočet ztrát šířením volným prostorem. Základní vstupní parametry modelu pak jsou:

¹ V případě šíření nežádoucího signálu je žádoucí uvažovat malá procenta času.

- Požadovaná dostupnost pevného rádiového spoje P-P (99,9 %²);
- Statistika (průměrný rok);
- Činitel atmosférické refrakce (1,33)
- Teplota (15 °C);
- Hustota vodních par (7,5 g/m³);
- Tlak (1013 hPa);
- Hodnota refraktivity v nulové výšce (323 N jednotek)
- Gradient refraktivity (-43 N jednotek/km)
- Srážkový úhrn (dle mapy ITU)

Uvedené modely šíření elektromagnetických vln současně vyžadují digitální model terénu. Úřad vychází z volně dostupných dat, které jsou součástí Dohody HCM. Clutter útlumu budov není Úřadem uvažován.

8. Anténní a kmitočtová diskriminace

Jak již bylo uvedeno v kapitole určené modelům šíření elektromagnetických vln, výsledkem výpočtu podle modelu podle doporučení ITU-R P.452-16 je hodnota útlumu na trase mezi rušícím vysílačem a rušeným přijímačem, která nebude překročena pro stanovené procento času. Pro výpočet úrovně rušícího signálu je kromě hodnoty útlumu na trase nutné znát další parametry, které ovlivňují úroveň rušení (viz základní rovnice pro výpočet úrovně rušícího signálu). Mezi tyto parametry patří:

- hodnota anténní diskriminace (AD),
- hodnota kmitočtová diskriminace (FD).

Hodnota AD vyjadřuje vzájemnou nekorelovanost směru vyzařování dvou antén – rušící stanice a rušené stanice. Hodnota AD v případě couplingu (vazby) hlavních vyzařovacích svazků obou antén proti sobě je 0 dB. S rostoucí nekorelovaností vyzařovacích diagramů pak hodnota AD vzrůstá. Pro jednoduchost se předpokládá symetrický vyzařovací diagram obou antén, pouze se rozlišují diagramy v řezu tzv. kopolární a krosopolární rovině, a to zvláště pro každou polarizaci (vertikální či horizontální). Protože není úhel elevace rušící trasy roven vždy hodnotě 0° (stejně tak jako náklony antény přijímače i vysílače koordinovaného pevného rádiového spoje P-P), je nutné pro určení útlumu vyzařovacího diagramu určit 3D model anténního diagramu antény. Úřad pro jeho určení postupuje podle vztahů uvedených v Příloze 8B Dohody HCM. Hodnota AD pro určitý azimut a elevaci vyzařování se pak určí podle postupů uvedených v oddílu 3.1 Přílohy 9 Dohody HCM.

Hodnota FD ve zjednodušeném přiblížení vyjadřuje míru překrytí spektrální masky rušícího vysílače a masky selektivity rušeného přijímače, což se v praxi projeví redukcí rušícího signálu v rušeném přijímači (jsou-li splněny podmínky, že je šířka pásma rušícího signálu širší, než je šířka pásma rušeného přijímače a nedošlo ke kmitočtovému posunu masek, tj. rušící a rušený signál je o stejném kmitočtu). V případě, kdy nedochází k situaci shodného rádiového kmitočtu/kanálu či došlo k jejich kmitočtovému posunu (např. rušení ob-kanál), aplikuje se metoda výpočtu NFD. Ve většině případů je získána výpočtem, lze ji ovšem také zjistit i měřením, a to obvykle pro vedlejší kanál a ob-kanál. V případě výpočtu pak Úřad postupuje podle vztahů uvedených v oddílu 2 Přílohy 3B Dohody HCM. Hodnoty AD, FD a NFD jsou zpravidla vyjadřovány v [dB].

9. Základní kvalitativní parametry

² V případě šíření užitečného signálu je žádoucí uvažovat velká procenta času.

Úřad není zodpovědný za výpočet kvality (dostupnosti) pevného rádiového spoje P-P, ale pouze za jeho nerušený provoz, resp., že tímto pevným rádiovým spojením P-P nebude způsobováno rušení již existujícím rádiovým spojům P-P nebo jiným ostatním uživatelům rádiového spektra a naopak. Nicméně, nerušené prostředí není samo o sobě dostatečnou zárukou, že dojde k bezchybnému přenosu signálu. Úroveň užitečného signálu v praxi neustále kolísá z důvodu v čase se náhodně vyskytujících úniků. Tyto úniky zvyšují časovou nedostupnost pevného rádiového spoje typu P-P či jiným způsobem degradují provozovatelem požadované parametry spojení. Jedním ze základních parametrů, jehož hodnotu je nutné zvolit v rámci kmitočtového plánování pevného rádiového spoje P-P, je proto parametr rezervy na únik. Vhodná volba této hodnoty může výrazně omezit negativní dopad těchto úniků. Výpočet rezervy na únik se odvíjí od řady parametrů, jako je např. požadovaná dostupnost pevného rádiového spoje P-P (např. 99,9 % času), délka pevného rádiového spoje P-P, zvolené kmitočtové pásmo, uvažovaná hodnota srážkového úhrnu v dotčené oblasti a řady dalších parametrů. Úřad v rámci kmitočtové koordinace uvažuje dva typy úniku, a to únik způsobený srážkovým úhrnem a vícecestným šířením. Mechanizmy šíření elektromagnetických vln (rozptyl, depolarizace atd.) jsou pak předmětem výpočtu na základě zvoleného modelu šíření.

Přesto, že je za plánování parametrů pevného bezdrátového spoje P-P zodpovědný provozovatel pevného rádiového spoje P-P, respektive žadatel o udělení IO, je nezbytné, aby Úřad stanovil základní kvalitativní požadavek, který musí být splněn při podání žádosti o udělení IO. V tomto případě se jedná o hodnotu minimální výše rezervy na únik, kterou musí nový pevný rádiový spoj P-P splňovat. Pokud nebude splněna podmínka minimální hodnoty rezervy na únik, Úřad žadatele o udělení IO osloví, aby žadatel upravil technické parametry žádost tak, aby bylo této podmínce vyhověno. Nedojde-li k takové úpravě, Úřad žádost o udělení IO zamítne.

Dalším z negativních efektů velmi nízké rezervy na únik, kdy prakticky dochází k příjmu signálu o úrovni rovné či velmi blízké prahové hodnotě (citlivosti) přijímače, je zvýšená citlivost přijímače na nárůst šumového pozadí, ke kterému může dojít zejména v exponovaných lokalitách. Do určité míry lze rezervu na únik chápat i jako preventivní opatření proti nežádoucím odrazům, což je v konečném důsledku trvalé navýšení šumového pozadí. Úřad v minulosti řešil řadu případů, kdy docházelo k projevům rušení, resp. k degradaci parametrů pevného bezdrátového spoje P-P, a to zejména z důvodu, že nebyla dodržena adekvátní hodnota rezervy na únik. Řešení takových případů pak představuje dodatečné náklady, a to jak na straně Úřadu, tak i držitele IO (např. navýšení výkonu již není možné). Úřad si je vědom, že optimální výše rezervy na únik se liší případ od případu, nicméně, z důvodu zajištění kvalitního výsledku zpracování žádosti o udělení IO a současně při zabránění přílišné složitosti procesu kmitočtové koordinace, je nutné zvolit sadu kompromisních hodnot rezervy na únik v závislosti na použitém kmitočtovém pásmu.

Příliš nízká minimální hodnota rezervy na únik se mine účinkem. Na druhou stranu, příliš vysoká minimální hodnota rezervy na únik, by mohla vést k obtížím provedení kmitočtové koordinace, neboť v praxi by této vyšší hodnoty rezervy na únik bylo často dosahováno navýšením výkonu zařízení. To však nemusí být možné a tato povinnost by si vyžádala dodatečné úpravy např. ve formě většího průměru použité antény či volby jiného kmitočtového pásma, což zpravidla s sebou nese dodatečné náklady. Dále, přesto, že v praxi má většina vysílacích rádiových zařízení aktivovanou funkci adaptabilního řízení vysílacího výkonu (ATPC), a ta v závislosti na aktuálních podmínkách šíření automaticky reguluje úroveň vysílacího výkonu, v rámci kmitočtové koordinace se uvažuje hodnota výkonu uvedená v žádosti o udělení IO. Příliš vysoká hodnota minimální rezervy na únik by tak byla zbytečně konzervativní a v krajním případě by mohla vést až k neefektivní správě rádiového spektra.

Na základě těchto úvah Úřad stanovuje minimální hodnotu rezervy na únik pevného bezdrátového spoje P-P podle Tabulky č. 1.

Tabulka 1 Parametr rezervy na únik

kmitočtové pásmo [GHz]	Rezerva na únik [dB]
1–U7	7
11–18	10
23–42	13

Hodnoty rezervy na únik je uvažována před započítáním případného rušení až do hodnoty TD rovné 3 dB. Úřad bude vycházet při stanovení rezervy na únik z hodnoty prahové úrovně přijímače pro BER 10e-3 při požadované dostupnosti pevného rádiového spoje P-P 99,9 % času. Úřad si je vědom, že paušální stanovení jedné hodnoty dostupnosti pevného rádiového spoje P-P je zjednodušený přístup, nicméně uvedenou hodnotu považuje za akceptovatelný kompromis.

Úřad v této souvislosti upozorňuje žadatele o IO, že z důvodu nastavení limitní hodnoty TD rovné 3 dB, může být tato minimální rezerva na únik fakticky snížena až o hodnotu 3 dB. Proto Úřad doporučuje, aby při kmitočtovém návrhu byla tato degradace žadatelem defaultně uvažována.

Stanovením limitní hodnoty pro rezervu na únik nejsou dotčeny existující pevné rádiové spoje P-P, u kterých byla provedena kmitočtová koordinace ještě před zavedením konceptu kontroly rezervy na únik, tj. před publikací této metodiky.

10. Pravidlo Nižší/Vyšší kmitočtové orientace stanice

V pevné službě nad 1 GHz se v převážné většině setkáváme s pásmy s kmitočtovým duplexním dělením. Takové duplexní pásmo je tvořeno spodním (nižším, též označovaným jako **L**) a horním (vyšším, též označovaným jako **H**) subpásmem. K příjmu signálů dochází vždy např. ve vyšším subpásmu, a k vysílání pak vždy v nižším subpásmu nebo naopak. Mezi těmito subpásmi je středová mezera tzv. center gap. Existují však kmitočtová pásma, kde je hodnota center gapu velmi malá, což může za určitých okolností vytvářet vyšší riziko vzniku rušení mezi prvním a posledním kanálem použitým na jednom stanovišti (zpravidla např. mechanismem svodu signálu, nežádoucím odrazem aj.). Schématické znázornění uspořádání duplexního pásma je uvedeno na obrázku č. 1.



Obrázek 1: Schématické uspořádání kmitočtově duplexního pásma

Pro zajištění efektivního a účelného využívání rádiových kmitočtů Úřad dodržuje v rámci jednoho kmitočtového pásma shodnou kmitočtovou orientaci stanoviště. Principem tohoto pravidla je, aby na stejném stanovišti a jeho blízkém okolí a v rámci stejného kmitočtového pásma došlo při kmitočtové koordinaci k vybrání vysílacích (nebo přijímacích) kanálů vždy ze stejného subpásma a tím se tak zabránilo vzniku rušení průnikem silného signálu vysílače do kmitočtově blízkého přijímače jiné stanice, umístěné v blízkosti vysílače. Vzhledem k tomu, že přijímač obecně očekává slabé výkonové úrovně přijímaného signálu, je důsledkem proniknutí silného signálu zpravidla zahlcení tohoto přijímače a jeho následná nesprávná funkce. Kmitočtová orientace každého stanoviště v rámci jednoho kmitočtového pásma je tak definována typem subpásma (nižší či vyšší).

Aby bylo možné toto pravidlo v praxi realizovat, je pro každé kmitočtové pásmo pevné radiokomunikační služby definován poloměr kruhu (oblasti), v rámci kterého je nutné dodržet stejné subpásmo pro všechny vysílače, resp. kmitočtovou orientaci stanoviště (pravidlo Nižší/Vyšší). Konkrétní poloměry pro jednotlivá pásma pevné služby jsou uvedeny v Tabulce č. 2.

Tabulka 2: Závislost vzdálenosti na kmitočtovém pásmu pro stanovení poloměru pravidla Nižší/Vyšší

kmitočtové pásmo(a) [GHz]	vzdálenost [m]
1,7	2,500
3,5 – 4	1,000
L6 a U6	750
L7 a U7	650
11	500
13	400
15 – 18	300
23	250
26 – 28	200
31 – 38	150
42	100

V případě, že dochází k umístění stanice pevného rádiového spoje P-P na dosud neobsazené stanoviště v rámci konkrétního kmitočtového pásma, zvolí se, pokud tomu nebrání jiné skutečnosti (např. navazující pevný rádiový spoj P-P ve stejném kmitočtovém pásmu, který požaduje stejný žadatel o udělení IO), v takovém případě pro stanici na stanovišti s vyšší nadmořskou výškou se aplikuje typ stanice vyšší (**H**).

Zcela specifická situace je pak v případě sousedních kmitočtových pásem L6 (5925-6425 MHz), U6 (6425-7125 MHz), L7 (7125-7425 MHz) a U7 (7425-7725 MHz). Zde je nutné dodržet shodnou kmitočtovou orientaci stanoviště nejen v rámci daného kmitočtového pásma, ale je nutné vzít v úvahu i sousední kmitočtová pásma, a je nutné, aby se kmitočtová orientace stanoviště přes tato sousední kmitočtová pásma střídala, tj. musí dojít k dodržení jednoho z následujících uspořádání:

- L6 (nižší), U6 (vyšší), L7 (nižší), U7 (vyšší)
- L6 (vyšší), U6 (nižší), L7 (vyšší), U7 (nižší)

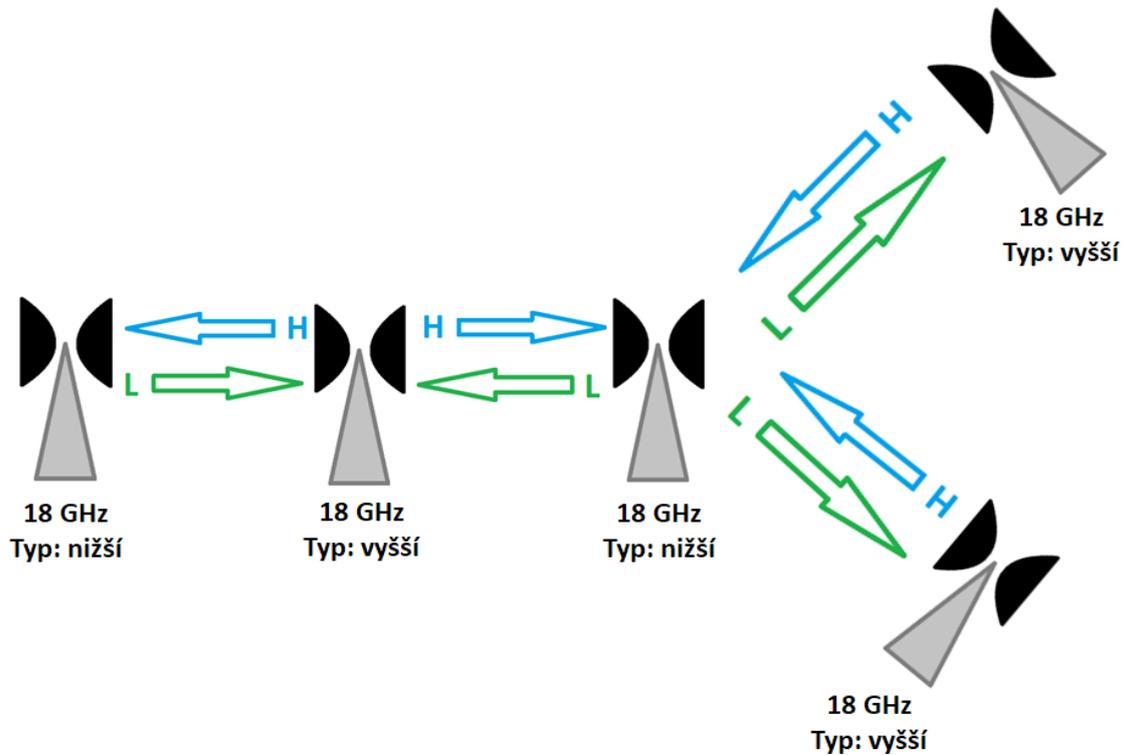
V případě, že by při uvažování vzdáleností uvedených v tabulce č. 2, mělo dojít k umístění stanice nového pevného rádiového spoje P-P s odlišnou kmitočtovou orientací, než jaká je již pro toto stanoviště definována, znamenalo by to kolizi vysílacích typů stanovišť, respektive kolizi kmitočtové orientace stanoviště (porušení pravidla Nižší/Vyšší).

S ohledem na zejména městské oblasti, kde je velký počet vzájemně si velmi blízkých stanovišť, a často je nutnost umístění stanice na sousedním (blízkém) dalším stanovišti vynucena jednak fyzickým omezením umístění anténních systémů, případně chybějící infrastrukturou do objektu dotčeného provozovatele pevného rádiového spoje P-P a striktní dodržení pravidla Vyšší/Nižší by v takovém případě vedlo k neefektivnímu využití rádiových kmitočtů, může Úřad ve zcela výjimečných případech a za určitých okolností v rámci kmitočtové koordinace akceptovat i signalizovanou kolizi vysílacích typů stanovišť. Úřad v takových případech vezme v potaz zejména vzdálenost mezi identifikovanými stanicemi opačné kmitočtové orientace a také to, zda jsou stanice umístěny na identickém objektu – např. střecha, stožár apod.

Dospěl-li by však Úřad k závěru, že ignorováním této kolize vysílacích typů stanovišť by došlo k nevhodnému využití se spektrém, má právo žádost o koordinaci pevného rádiového spoje odmítnout s tím, že požadované rádiové kmitočty nelze kmitočtově zkoordinovat, neboť by došlo k jejich nevhodnému a neefektivnímu využití.

Jedno stanoviště včetně jeho blízkého okolí může obsahovat více kmitočtových vrstev (kmitočtových pásem). Pro každé pásmo/vrstvu je nutné dodržet vysílací typ stanoviště, respektive kmitočtovou orientaci.

Na obrázku č. 2 je znázorněno pravidlo Nižší/Vyšší v rámci jednoho kmitočtového pásma Obrázek 2.



Obrázek 2: Příklad uspořádání kmitočtové orientace

11. Zamítnutí žádosti po vnitrostátní kmitočtové koordinaci

V této kapitole je uveden výčet základních situací, kdy nelze udělit požadované IO, a to výhradně ve vztahu ke kmitočtové koordinaci. Tyto situace jsou:

- Rozpor se zákonem (např. využití není v souladu s podmínkami stanovenými v PVRS, nejsou stanoveny koordinační parametry pro dané pásmo, nedostatky v žádosti o udělení IO a další);
- Signalizace hodnoty TD větší než 3 dB vůči již existujícím pevným rádiovým spojům P-P či P-MP;
- Signalizace hodnoty TD větší než 3 dB v neprospěch požadovaného pevného rádiového spoje P-P není-li tato signalizovaná hodnota TD odsouhlasena žadatelem o udělení IO;
- Signalizace kolize kmitočtové orientace stanovišť a není-li Úřadem dospěno k závěru, že je ji možné v rámci efektivního vyžití rádiových kmitočtů akceptovat;
- Rezerva na únik požadovaného pevného rádiového spoje P-P nesplňuje minimální hodnotu rezervy na únik.

Před zamítnutím žádosti o udělení IO Úřad z důvodu snížení administrativní zátěže jak na straně Úřadu, tak i na straně žadatele o udělení IO, umožní žadateli provést jednu změnu kmitočtového pásma. Možnost změny souřadnic stanic pevného rádiového spoje P-P není v rámci řízení o udělení IO přípustná.

V souvislosti s dodržением podmínek stanovených v příslušné části plán využití rádiového spektra (dále jen „PVRŠ“) Úřad upozorňuje, že sdružování sousedních kanálů na kanály širší, není-li výslovně umožněno podle PVRŠ, je chápáno jako porušování podmínek stanovených v IO.

12. Mezinárodní kmitočtová koordinace

Po úspěšném provedení vnitrostátní kmitočtové koordinace, Úřad následně provádí se sousedními zeměmi v souladu s Dohodou HCM mezinárodní kmitočtovou koordinaci. Pro určení, zda je nutné zaslat požadovaný pevný rádiový spoj P-P k mezinárodní kmitočtové koordinaci je určující vzdálenost jeho stanic od státní hranice sousední země(i). Vzdálenosti jsou závislé na použitém kmitočtovém pásmu a jsou definovány v Dohodě HCM.

Úřad rovněž spravuje databázi zahraničních pevných rádiových spojů P-P sousedních států, která je aktualizována. Z tohoto důvodu může Úřad provést tzv. pre-check, což je analýza, jejímž úkolem je do maximální možné míry předejít zamítnutí žádosti o provedení mezinárodní kmitočtové koordinace sousední zemí. Před zasláním žádosti o provedení mezinárodní kmitočtové koordinace spoje P-P je provedena kmitočtová koordinace vůči databázi těchto zahraničních pevných rádiových spojů P-P.

V případě, že je signalizována hodnota TD rovna nebo větší 1 dB (tato hodnota je limitní hodnota stanovená Dohodou HCM), Úřad se pokusí najít jiný rádiový kmitočet. Pokud by nebylo možné takový rádiový kmitočet najít, Úřad bude kontaktovat žadatele o udělení IO.

Není-li signalizována hodnota TD rovna nebo větší než 1 dB, Úřad následně zašle vnitrostátně zkoordinované rádiové kmitočty k provedení mezinárodní kmitočtové koordinace. Na vyřízení žádosti o provedení mezinárodní kmitočtové koordinace sousedním státem se vztahují lhůty stanovené Dohodou HCM. Ty jsou 45 dní na zaslání odpovědi na koordinační požadavek a pokud není do této lhůty obdržena reakce sousedního státu, aplikuje se dodatečná lhůta 20 dní. Pokud ani během této dodatečné lhůty nedojde k obdržení odpovědi od sousedního státu, považují se požadované rádiové kmitočty za úspěšně zkoordinované. Úřad od okamžiku zaslání požadavku o provedení mezinárodní kmitočtové koordinace do okamžiku obdržení odpovědi od sousedního státu, přeruší správní řízení o žádosti o udělení IO.

Po obdržení výsledku mezinárodní kmitočtové koordinace, není-li omezující či zamítavé povahy (vzhledem ke skutečnosti, že k aktualizaci zahraničních databází dochází v určitých intervalech, může i po provedení tzv. pre-checku dojít následně ze strany zahraniční správy k zamítnutí koordinačního požadavku), Úřad přistoupí, za podmínky, že jsou splněny ostatní náležitosti vyžadované zákonem a správním řádem, k udělení IO. V případě, že jsou obdrženy omezující podmínky (např. mezinárodně zkoordinováno bez nároku na ochranu před rušením apod.), nebo je žádost o provedení mezinárodní kmitočtové koordinace zamítnuta, Úřad kontaktuje žadatele o udělení IO za účelem vyřešení nastalé situace.

Vzhledem k tomu, že si je Úřad vědom specifických geografických podmínek na hranicích České republiky se sousedními státy, může Úřad přistoupit k tzv. podmíněnému udělení IO ještě před obdržení výsledku mezinárodní kmitočtové koordinace. Takové IO lze udělit pouze na základě výslovné žádosti žadatele a jeho souhlasu, že bude respektovat následný výsledek mezinárodní kmitočtové koordinace. Pokud tomu tak je, Úřad udělí IO pouze za podmínky, že v rámci analýzy pre-checku není signalizována hodnota TD rovna nebo větší než 1 dB. Současně je do podmínek uděleného IO vložena podmínka, že Úřad může do 90 dní od nabytí právní moci rozhodnutí o udělení IO provést změnu přidělených rádiových kmitočtů či upravit jejich technické podmínky, a to na náklady držitele IO, nebo v krajním případě pak IO odejmout. K takové změně či odnětí IO Úřad může přistoupit na základě obdržení výsledků procesu mezinárodní kmitočtové koordinace.

Uvedená možnost podmíněného udělení IO se netýká přeshraničních pevných rádiových spojů P-P, kdy je jedna stanice umístěna na území ČR a druhá stanice je umístěna v sousední zemi a dále, pokud

by Úřad vyhodnotil riziko zamítnutí žádosti o mezinárodní kmitočtovou koordinaci sousedním státem za vysoké z důvodu blízkosti spoje u státní hranice nebo členitosti terénu u státní hranice (typicky se může jednat o oblasti Ostravska, Břeclavska apod.).

Dvou a vícestranné preferenční dohody mezi ČR a sousední zemí (zeměmi), týkající se kmitočtových pásem určených pro systémy P-MP, nejsou výše uvedeným postupem dotčeny.

13. Band Carrier Aggregation

Jedná se o koncept, kdy jsou kombinována dvě kmitočtová pásma s různými vlastnostmi šíření elektromagnetických vln. V případě rádiového zařízení využívající tento koncept, staví se Úřad k takovému využívání jako ke dvěma samostatným pevným rádiovým spojům P-P a pro takový případ uděluje dvě IO (za předpokladu, že se jedná o kmitočtová pásma která jsou v režimu autorizace formou IO, nikoliv všeobecného oprávnění).

14. Zkratky, definice

BER – Bit Error Rate

Dohoda HCM – Dohoda mezi správami Rakouska, Belgie, České republiky, Německa, Francie, Maďarska, Nizozemí, Chorvatska, Itálie, Lichtenštejnska, Litvy, Lucemburska, Polska, Rumunska, Slovenska, Slovinska a Švýcarska o koordinaci kmitočtů mezi 29,7 MHz a 43,5 GHz pro pevnou službu a pozemní pohyblivou službu [HCM Agreement – Agreement between the Administrations of Austria, Belgium, the Czech Republic, Germany, France, Hungary, the Netherlands, Croatia, Italy, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Poland, Romania, the Slovak Republic, Slovenia and Switzerland on the Coordination of frequencies between 29.7 MHz and 43.5 GHz for the fixed service and the land mobile service] (http://www.hcm-agreement.eu/http/englisch/verwaltung/index_europakarte.htm)

IO – Individuální oprávnění k využívání rádiových kmitočtů pevnou radiokomunikační službou

ITU-R – International Telecommunication union – Radiocommunication sector

NFD – Net Filter Discrimination

PVRS – Plán využití rádiového spektra

TD – Threshold Degradation (degradace prahové úrovně přijímače)

Úřad – Český telekomunikační úřad

Zákon – zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů