

Radiové spektrum poplachových systémů

Bc. Martin Vávra

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Vávra**
Osobní číslo: **A14512**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Radiové spektrum poplachových systémů**
Téma anglicky: **The Radio Spectrum of Alarm Systems**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte využití radiového spektra na mezinárodní úrovni.
2. Pojednejte o kmitočtových pásmech v rámci České republiky.
3. Zpracujte přehled využití kmitočtových pásem v rámci jednotlivých komponent poplachových systémů.
4. Navrhněte zásady aplikace radiových komponent poplachových systémů.
5. Pojednejte o vývojových trendech v oblasti využití radiového spektra.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. PECHAČ, Pavel, ZVÁNOVEC, Stanislav. Základy šíření vln pro plánování pozemních rádiových spojů. Praha: BEN- technická literatura, 2007. 200 s. ISBN 978-80-7300-223-7.
2. PROCHÁZKA, Miroslav. Antény- encyklopedická příručka. Praha: BEN- technická literatura, 2005. 3. vyd. 384 s. ISBN 80-7300-166-7.
3. PECHAČ, Pavel. Šíření vln v zástavbě- modely pro plánování mobilních rádiových systémů. Praha: BEN- technická literatura, 2006. 108 s. ISBN 80-7300-186-1.
4. VLČEK, Jiří. Modulace a přenos signálu. Praha: BEN- technická literatura, 2002. 76 s. EAN 8594011421487.
5. Česká republika. Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In Sběrka zákonů. 2007, 6, s. 128-136.
6. Česká republika. Nařízení vlády 426/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení. In Sběrka zákonů. 2000, 119, s. 5738-5750.
7. Česká republika. Vyhláška č. 105/2010 Sb., o plánu přidělení kmitočtových pásem (národní kmitočtová tabulka). In Sběrka zákonů. 2010, 38, s. 1178-1291.
8. IVÁNEK, Jiří, JIROUŠEK, Radim, MÁŠA, Petr, TOUŠEK, Jan, VAŇEK, Norbert. Principi digitální komunikace. Praha: LEDA, 2007. 320 s. ISBN 80-7335-084-X.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Valouch, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

12. ledna 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2015

Ve Zlíně dne 6. února 2015

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

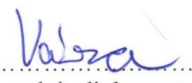
Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s přípoštěm-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 13.5. 2015


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje analýze radiového spektra a jeho využití v rámci poplachových systémů. Úvodní část práce představuje analýzu využití radiového spektra na mezinárodní a národní úrovni. Uvedené informace zahrnují především oblasti legislativy a kmitočtového plánování. Následující část práce analyzuje frekvenční pásma, která jsou využívána pro provoz komponent poplachových systémů. Stěžejní výstup práce tvoří návrh zásad aplikace radiových komponent v poplachových systémech. V závěru práce jsou uvedeny vývojové trendy v oblasti využití radiového spektra.

Klíčová slova: radiové spektrum, frekvenční pásmo, poplachové systémy, radiové komponenty, aplikace

ABSTRACT

The thesis is about analysis of the radio spectrum and its practical application for alarm systems. The first part of the thesis introduces usage of the radio spectrum at international and national levels. Information includes mainly the areas of legislation and planning frequency bands. In the following part of the thesis are analyzed frequency bands which are used in working of alarm system components. Main output of the thesis is the design of principles of radio components application for alarms systems. At the end of the thesis trends in usage of radio spectrum are described.

Keywords: radio spectrum, frequency band, alarm systems, radio components, practical application

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Ing. Janu Valouchovi Ph.D. za veškeré rady, náměty, připomínky a vědomosti poskytnuté během psaní této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za finanční a psychickou podporu po celou dobu studia. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat paní Ing. Mgr. Jarmile Minaříkové za tolerování mé časté nepřítomnosti v zaměstnání.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 VYUŽITÍ RADIOVÉHO SPEKTRA NA MEZINÁRODNÍ ÚROVNI.....	11
1.1 ROZDĚLENÍ RADIOVÉHO SPEKTRA	11
1.2 PŘEHLED RADIOKOMUNIKAČNÍCH SLUŽEB	14
1.2.1 Pevné služby.....	15
1.2.2 Pohyblivé služby	15
1.2.3 Letecké služby.....	16
1.2.4 Námořní služby	16
1.2.5 Radionavigační služby	17
1.2.6 Ostatní služby.....	17
1.3 ORGANIZACE PRO SPRÁVU RADIOVÉHO SPEKTRA	18
2 SPRÁVA RADIOVÉHO SPEKTRA V RÁMCI ČESKÉ REPUBLIKY.....	21
2.1 VELMI DLOUHÉ VLNY	22
2.2 DLOUHÉ VLNY.....	22
2.3 STŘEDNÍ VLNY.....	24
2.4 KRÁTKÉ VLNY	27
2.5 VELMI KRÁTKÉ VLNY	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
3 PŘEHLED VYUŽITÍ KMITOČTOVÝCH PÁSEM U KOMPONENT POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	37
3.1 KMITOČTOVÁ PÁSMATA PRO PŘENOS DAT NA POPLACHOVÁ PŘIJÍMACÍ CENTRA	37
3.2 KMITOČTOVÁ PÁSMATA PRO KOMUNIKACI KOMPONENT POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	39
3.2.1 Komunikace kamer	40
3.3 KMITOČTOVÁ PÁSMATA JEDNOTLIVÝCH DETEKTORŮ POHYBU	42
3.3.1 Mikrovlnné detektory	42
3.3.2 Ultrazvukové a VKV detektory.....	43
3.3.3 Pasivní a aktivní infračervené detektory	44
3.4 PRACOVNÍ KMITOČTY ŘÍDÍCÍCH JEDNOTEK	45
4 ZÁSADY APLIKACE RADIOVÝCH KOMPONENT POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	47
4.1 BEZPEČNOSTNÍ POSOUZENÍ.....	47
4.2 POŽADAVKY NA VÝROBKY	49
4.3 OVĚŘENÍ DOSTUPNOSTI.....	50
4.4 POŽADAVKY NOREM.....	52
4.5 EKONOMICKÉ HLEDISKO.....	54
5 VÝVOJOVÉ TRENDY V OBLASTI VYUŽITÍ RADIOVÉHO SPEKTRA	56
ZÁVĚR	60
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68

SEZNAM OBRÁZKŮ	70
SEZNAM TABULEK.....	71

ÚVOD

V současnosti pracuje již většina zařízení na principu komunikace po radiových vlnách. Jedná se o běžná zařízení, jako jsou televizní a rozhlasové přijímače, ale i mobilní telefony. Čím dál víc se využívá jak v domácnostech tak i průmyslových oblastech provoz bezdrátových sítí pro poskytování internetu. Uživatelé využívající zařízení jako je notebook nebo tablet chtějí využívat mobility těchto přístrojů. Komunikace pomocí radiových vln je striktně řešena a podléhá řadě normativních dokumentů. Bezdrátová komunikace se využívá i u komponent poplachových systémů. Základ správného fungování těchto systémů je minimální rušení a správný návrh celého systému.

Technologie přenosu informací po radiových vlnách se řídí jasnými pravidly, která se určují již na mezinárodní úrovni. Tyto pravidla byla stanovena v důsledku snahy o snížení rušení se jednotlivých zařízení mezi sebou. Například u televizního vysílání je určeno, že využitá kmitočty budou od 177,5 MHz do 858 MHz. Tím se zajistí, že ve stanoveném rozsahu bude provozována pouze komunikace pro televizní vysílání a příjem. V České republice zodpovídá za správu kmitočtového spektra Český telekomunikační úřad. Jeho povinností je řídit využití radiového spektra v ČR a řešit případné problémy s rušením.

Trend bezdrátové komunikace se nevyhnul ani poplachovým systémům. Pomocí radiových vln komunikují ústředny poplachových a tísňových zabezpečovacích systému s dohledovými poplachovými přijímacími centry. Tato komunikace může být realizována pomocí vyhrazené radiové linky nebo pomocí mobilních systémů GSM. Další možností, kdy se využívá bezdrátový přenos informací je komunikace mezi komponenty poplachových systémů. V tomto případě může komunikace probíhat mezi detektory a ústřednou nebo ústřednou a mobilním telefonem. V tomto ohledu je důležité myslet na možnosti rušení radiového spektra již při návrhu systému a řídit se určitými zásadami pro návrh takovýchto systémů. Pokud se tyto zásady dodrží, je velká pravděpodobnost, že systémy budou pracovat správně a bez zbytečných planých poplachů nebo závad.

Cílem diplomové práce je určení a návrh některých ze zásad, které je při projektování poplachových systému s radiovými prvky důležité dodržet. Návrhy zásad vychází z různých pohledů na problematiku projektování a instalace těchto systémů. Zaměřují se na hledisko bezpečnostního posouzení a požadavků na výrobky. Dále se při návrhu zohledňují i požadavky na dostupnost, požadavky norem a v neposlední řadě i určité ekonomické hledisko.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYUŽITÍ RADIOVÉHO SPEKTRA NA MEZINÁRODNÍ ÚROVNI

Radiové vlny jsou část elektromagnetického záření. Vlnové délky tohoto záření se pohybují mezi jedním milimetrem až tisíci kilometry. Rádiové vlny vznikají v obvodu střídavého proudu, ke kterému je připojena anténa. Rychlost šíření vlny se rovná přibližně rychlosti světla. V následujících kapitolách budou postupně rozebrány radiové spektra na mezinárodní úrovni.

1.1 Rozdělení radiového spektra

Radiové spektrum by se v současnosti dalo přirovnat k jakémusi druhu bohatství. Je to omezený, ale na druhou stranu obnovitelný přírodní zdroj. Důležitým prvkem v tomto odvětví je správné hospodaření. Vzhledem k tomu, že se radiové vlny šíří volně, je důležitá koordinace a domluva mezi uživateli tohoto spektra. To platí na úrovni jak státní tak mezinárodní. [1]

Tab. 1 Rozdělení spektra podle ITU (International Telecommunication Union) [2]

Pásmo	Zkratka	Značení ITU	Frekvence (vlnová délka)
Extrémně nízká frekvence	ELF	1	3-30 Hz (100 000 – 10 000 km)
Super nízká frekvence	SLF	2	30 – 300 Hz (10 000 – 1000 km)
Ultra nízká frekvence	ULF	3	300 – 3000 Hz (1000 – 100 km)
Velmi nízká frekvence	VLF	4	3-30 kHz (100 -10 km)
Nízká frekvence	LF	5	30 – 300 kHz (10 – 1 km)
Střední frekvence	MF	6	300 – 3000 kHz (1 km – 100 m)
Vysoká frekvence	HF	7	3 – 30 MHz (100 m – 10 m)
Velmi vysoká frekvence	VHF	8	30 – 300 MHz (10 m – 1 m)
Ultra vysoká frekvence	UHF	9	300 – 3000 MHz (1 m – 100 mm)
Super vysoká frekvence	SHF	10	3 – 30 GHz (100 mm – 10 mm)
Extrémně vysoká frekvence	EHF	11	30 – 300 GHz (10 mm – 1 mm)

Přenos informací je umožněn skrz volný prostor od vysílače k přijímači. Jako radiové vlny se nazývá takové elektromagnetické vlnění, které se nachází v kmitočtovém pásmu od 9 kHz do 3000 GHz. Toto pásmo odpovídá vlnovým délkám v rozsahu 0,1 mm až 30 km. Základní rozdělení radiových vln podle jejich kmitočtů a vlnových délek určuje Radiokomunikační řád. Radiokomunikační řád je soubor pravidel, který obsahuje ustanovení pro způsob a zásady návrhu kmitočtového spektra. Obsahuje rozdělení kmitočtových pásem, přidělení kmitočtových úseků jednotlivým službám. Radiokomunikační řád tvoří přílohu k Mezinárodní úmluvě o telekomunikacích a vydává jej ITU. Rozdělení radiového spektra na jednotlivé dílce je zobrazeno v Tab. 1.

V telekomunikacích a bezdrátových zařízeních se používají frekvence nad 9 kHz. Jeden z důvodů proč se frekvence pod 9 kHz nepoužívají, je velikost jejich vlnové délky, která dosahuje stovek až tisíců kilometrů. Z toho vyplývá, že efektivní velikost antén by musela být obrovská, což by bylo finančně nákladné. Avšak tyto frekvence využívá armáda pro komunikaci s ponorkami a některé vědecké systémy. [2]

Další údaje v tabulce jsou velmi nízké a nízké frekvence. Vlny na těchto frekvencích se šíří s velmi malým útlumem a na velké vzdálenosti. Výhodnou těchto vln je, že vysílačem s malým výkonem zvládneme pokrýt relativně velkou oblast. Jako velkou nevýhodu musíme vzít v úvahu, že toto pásmo má malý počet radiových kanálů, vysokou úroveň rušení, atmosférického i průmyslového, a v neposlední řadě i velikost antén. Z těchto důvodů se využívají velmi nízké a nízké frekvence v rámci námořních a radionavigačních služeb.

V pásmu střední frekvence se projevuje rozdíl mezi šířením povrchové a prostorové vlny. Po čas svitu Slunce je prostorová vlna pohlcována ionosférou, přesněji její spodní vrstvou. V noci zmizí spodní vrstva ionosféry a prostorová vlna se odráží od ionosféry a zemského povrchu. Délka dráhy je delší než délka dráhy povrchové vlny, proto v místě příjmu dochází k časovému zpoždění. Oproti tomu povrchová vlna je nejvíce využívána přes den, tedy o době aktivity Slunce a šíří je ve výšce srovnatelné s délkou vlny. Využívá se do vzdálenosti 100 km, protože ji zemský povrch utlumuje. Na vstupu přijímače se následně obě vlny vektorově sčítají, což má za následek kolísání vstupního signálu tzv. únik. Přesto se toto pásmo využívá pro rozhlasovou službu s amplitudovou modulací.

V pásmu vysoké frekvence nebo také pásmu krátkých vln je k přenosu využíváno několikanásobného odrazu vlny mezi ionosférou a zemským povrchem. Tento odraz je závislý na kmitočtu a hustotě ionosféry. Závislost na hustotě ionosféry se projevuje vzhledem

k dopadu kosmického záření na Zemi. Mění se se silou dopadu Slunečního záření a dopadu jemných hmotných částic, ročním obdobím a na denní době. Závislost na kmitočtu se projevuje tak, že pokud mají vlny příliš nízký kmitočet, tak je ionosféra utlumí. Oproti tomu vlny s vysokým kmitočtem jsou naopak propuštěny. Z toho vychází fakt, že ionosféra odrazí pouze vlny v určitém úzkém pásmu kmitočtů, které po několikanásobném odrazu umožní spojení s libovolným místem na Zemi. Na jeden odraz urazí vlna i 4000 km. Díky tomu se pásmo vysoké frekvence využívá pro komunikaci na velké vzdálenosti. V minulosti se využívalo pro komunikaci námořních lodí se zaoceánskou pevninou. Jednou z nevýhod je komunikace s přijímacím místem, na kterém je oproti vysílacímu jiná denní doba nebo dokonce roční období.

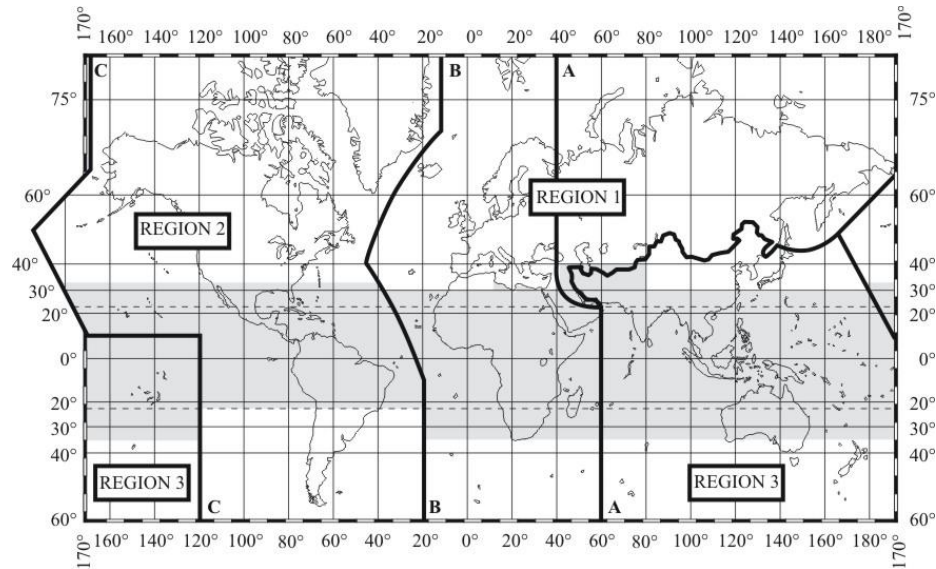
V pásmu velmi vysoké frekvence se vlny šíří tzv. přímou vlnou nebo taky do vzdálenosti rádiového horizontu. Rádiový horizont je vzdálenější než zemský a to z důvodu ohybu přímé vlny kolem zemského povrchu. Na spodním okraji pásma se mohou projevovat odrazy vlny od ionosféry. Na tyto vlny má již vliv i teplotní změny prostředí a následný ohyb vlny nahoru, díky tomu má vlna větší dosah, nebo dolů, vlna má naopak nižší dosah. Šíření vln je ovlivňováno už i odražením od vodivých překážek a ohybem vln na hřebenech vysokých hor. Pásmo velmi krátkých vln se využívá pro vysílání rozhlasu, televize a dalších služeb jako je letecká nebo pohyblivá pozemní.

V pásmu ultra vysoké frekvence se vlna opět šíří do vzdálenosti rádiového horizontu. Její šíření již ale výrazně ovlivňují četné odrazy od překážek, jejichž velikost je srovnatelná s vlnovou délkou. To je důležité zvláště při začlenění takovýchto systémů v městské zástavbě. Toto pásmo se využívá pro televizní vysílání, letecké systémy a hlavně pro mobilní systémy GSM.

V pásmu super a extrémně vysoké frekvence je možné pozorovat jakousi analogii mezi šířením radiové vlny a šířením světla. Za překážkami vznikají ostré stíny a na útlum má vliv i stromový porost a počasí. Při návrhu takovýchto systémů se již musí počítat víc než kdy jindy s výstavbou domů a vysokých staveb. Přenosová trasa by měla být „čistá“ od takovýchto překážek. Toto pásmo je vyhrazeno pro komunikaci družicových systémů a to včetně družicového rozhlasu a televize. [1]

Z hlediska rozlohy světa muselo ITU logicky provést rozdělení na tzv. regiony. To jsou oblasti, ve kterých platí určité frekvence takové, aby neovlivňovali funkčnost zařízení pra-

cujících na svých frekvencích v jiném regionu. Toto kmitočtové rozdělení bylo zaneseno do tabulky kmitočtových přidělení, což je dohoda všech členských zemí ITU, kterých je 191.



Obr. 1 Rozdělení světa na jednotlivé regiony podle ITU [3]

Jak vyplývá z Obr. 1 ITU rozdělila svět na 3 regiony:

- Region 1 (pro Evropu a Afriku),
- Region 2 (pro celou Ameriku),
- Region 3 (pro Asii a Tichomoří).

Rozdělení je součástí Radiového řádu, který je písemným dokumentem, který je kontrolován na pravidelných Světových radiokomunikačních konferencích. Tyto konference jsou pořádány ITU-R a zasedají na nich členské státy Organizace spojených národů (OSN). Každé zemi je potom od ITU-R předložena tabulka přidělení, o které již bylo napsáno výše. Země mohou tuto tabulku volně modifikovat, aby vyhovovala jejich potřebám, což se často děje. [2]

1.2 Přehled radiokomunikačních služeb

Kromě přidělených radiových spekter ITU standardizuje i radiokomunikační služby, které se v daném spektru provozují. Služba je definována pro přenos, vysílání i příjem radiových vln pro konkrétní radiokomunikační účel. Na následujících řádcích budou analyzovány jednotlivé služby podle mezinárodního radiokomunikačního řádu ITU.

1.2.1 Pevné služby

Pevná služba jako taková je služba, u které probíhá komunikace mezi dvěma pevnými body. Na obdobném principu pracuje i pevná družicová služba, kdy komunikace probíhá mezi dvěma pozemskými stanicemi na daných stanovištích s využitím jedné nebo více družic. Danou pozicí může být specifický bod nebo libovolný bod uvnitř specifikované oblasti. Pevná družicová služba může obsahovat spojení s dalšími vesmírnými radiokomunikačními službami. Z toho vyplývá, že v některých případech je zde zahrnuta i komunikace mezi družicemi.

V tom případě je možné do těchto složek zařadit i mezidružicové služby a služby kosmického provozu. Z názvu první zmiňované je možné vyvodit to, že se služba zabývá spojením navázaným mezi umělými družicemi. Druhá zmiňovaná služba se vztahuje na komunikaci při provozu kosmických plavidel, sledování vesmíru, telemetrie plavidel a příkazů pro ně.

1.2.2 Pohyblivé služby

Definice pohyblivé služby je taková, že se jedná o službu, která zajišťuje komunikaci mezi dvěma pohyblivými stanicemi nebo pohyblivou stanicí a pevnou stanicí. Tento druh služby je spojen s mnoha dalšími službami, nejčastěji družicovými.

Jedním z případů jsou pohyblivé družicové služby. U těchto služeb komunikuje pohyblivá pozemská stanice s jednou nebo více družicemi, nebo vesmírnou stanicí využívající tyto služby. Další možností je komunikace dvou pohyblivých pozemských stanic pomocí jedné nebo více družic. Služba může obsahovat modulační spoje potřebné k jejímu provozu.

Do této skupiny spadá i pozemní pohyblivá služba. Jedná se o pohyblivou službu, která je vykonávána mezi základnovými stanicemi a pozemními pohyblivými stanicemi nebo mezi pozemními pohyblivými stanicemi navzájem. Pozemní družicově-pohyblivá služba je takový druh služby, kdy komunikují pohyblivé zemské stanice nacházející se na Zemi. Pohyblivých služeb je ještě více, ovšem budou rozděleny podle dopravních technologií, v kterých jsou použity, včetně příslušenství. Přesněji budou v dalších podkapitolách rozebrány letecké služby a námořní služby.

1.2.3 Letecké služby

Na následujících řádcích budou rozebrány služby letecké, letecké pohyblivé a družicové letecké služby.

Letecká pohyblivá služba je druh pohyblivé služby, kdy komunikují letecké stanice a letadlové stanice nebo letadlové stanice mezi sebou. Této službě se mohou účastnit stanice záchranných prostředků a stanice rádiových návěstidel pro určení místa katastrofy na stanovených tísňových kmitočtech. Letecká pohyblivá (R) služba je služba, která je vyhrazena pro komunikaci ve vztahu k bezpečnosti a pravidelnosti letu na národních a mezinárodních letových cestách. Letecká pohyblivá (OR) služba potom zajišťuje koordinaci a komunikaci mimo národní a mezinárodní letové cesty.

Všechny tři výše uvedené služby existují i v mutaci družicové služby. Družicová letecká pohyblivá služba je druh družicové pohyblivé služby u níž jsou pohyblivé pozemské stanice umístěny na palubách letadel. V rámci služby se zde mohou účastnit i stanice záchranných prostředků a radiové návěstidla pro určení místa katastrofy. Družicová letecká pohyblivá (R) a (OR) služba je potom významově stejná jako výše popsané služby.

1.2.4 Námořní služby

Námořní pohyblivá služba je druh služby, kdy komunikace probíhá mezi pobřežními stanicemi a loďními stanicemi, loďními stanicemi navzájem nebo přidruženými stanicemi pro palubní dorozumívání. Této službě se mohou účastnit i stanice záchranných prostředků a stanice rádiových návěstidel pro určení místa katastrofy. Modifikací této služby je následně družicová námořní pohybová služba, kdy komunikují pohyblivé zemské stanice na palubě lodí.

Služba přístavního provozu se zaměřuje na komunikaci v přístavu nebo jeho blízkosti. Komunikují zde pobřežní stanice s loďními stanicemi nebo loďní stanice navzájem mezi sebou. Zprávy v této službě se týkají převážně navádění, pohybu a bezpečnosti lodí, v krizových případech i bezpečnosti lidí. Služba pohybu lodí je bezpečnostní služba v rámci námořní pohyblivé služby, kdy komunikují pobřežní stanice a loďní stanice nebo loďní stanice mezi sebou. Přenos zpráv je omezen na informace o pohybu lodí. U obou služeb se vylučuje přenášení zpráv povahy veřejné korespondence.

1.2.5 Radionavigační služby

Do této kapitoly patří služba radiového určování a družicová služba radiového určování. Obě služby slouží pro určování polohy, v druhém případě s využitím družicových stanic. Dále do těchto služeb spadají služby radionavigační a družicové radionavigační. Tyto služby slouží k radionavigačním úkonům, kdy případně využíváme i družicové stanice. Jako další zde patří námořní radionavigační a družicová námořní služba. Služba slouží pro potřeby lodí a pro bezpečnost jejich provozu. Letecká radionavigační služba a družicová letecká radionavigační služba je určena pro potřeby letadel a pro jejich bezpečný provoz. Jako poslední lze do této skupiny zařadit radiolokační službu a družicovou radiolokační službu.

1.2.6 Ostatní služby

Rozhlasová služba je radiokomunikační služba, jejíž vysílání je určeno k přímému příjmu širokou veřejností. Služba zahrnuje zvukové vysílání, televizní vysílání nebo jiné druhy vysílání. V mutaci této služby vznikla družicová rozhlasová služba, v níž jsou signály vysílány skrz družicové stanice. Tyto signály jsou určeny k přímému příjmu širokou veřejností.

Další větší skupinou služeb jsou služby pro meteorologii a sledování Země. Pomocná meteorologická služba slouží k pozorování a průzkumu meteorologie, včetně hydrologie. Služba družicového pozorování Země je služba kdy komunikují pozemské stanice s jednou nebo více družicemi nebo družicovými stanicemi, kdy:

- aktivní nebo pasivní senzory družice získávají informace o Zemi, o jejich vlastnostech a přírodních jevech,
- se sbírají informace z platform nesených letadly nebo umístěných na Zemi,
- mohou tyto informace být distribuovány pozemským stanicím v rámci dané soustavy,
- mohou být platformy též dotazovány.

Služba kmitočtových normálů a časových signálů zajišťuje pro vědeckou, technickou a jinou potřebu vysílání vybraných kmitočtů, časových signálů se stanovenou vysokou přesností, určených k obecnému příjmu. Mutace této služby s využitím družic zajišťuje to samé s využitím družicových stanic na družicích Země.

Služba družicového výzkumu je radiokomunikační služba, při níž využíváme kosmických plavidel nebo jiných předmětů v kosmu k vědeckým účelům nebo účelům technického výzkumu. Jako další se v této kategorii nachází amatérská a družicová amatérská služba. Amatérská služba je určena pro sebevzdělávání, vzájemná spojení a technická studia prováděná amatéry. Tím se bere řádně oprávněná osoba zabývající se o radiotechniku pouze z osobní záliby bez nároku na výdělek. Družicová služba využívá při provozu družicové stanice na družicích Země. Jako poslední dvě služby jsou zde zařazeny bezpečnostní služba a zvláštní služba. Bezpečnostní služba je taková, která je provozována trvale nebo dočasně pro zajištění bezpečnosti lidského života a majetku. Zvláštní služba je taková radiokomunikační služba, která nebyla v položkách výše definována a je provozována výhradně pro stanovené potřeby obecného zájmu a není určena pro veřejnou korespondenci. [4]

1.3 Organizace pro správu radiového spektra

Na poli správy o radiové spektrum je mnoho organizací, úřadů a sdružení. Nejdůležitějším a na mezinárodní úrovni pracujícím je International Telecommunication Union (ITU).

ITU

ITU je organizací spojených národů zaměřená na informační a komunikační technologie. Jako taková je zodpovědná za přidělování radiového spektra a družicových drah, standardizaci a rozvoj informačních a komunikačních technologií napříč světem. Podle vlastních slov ITU umožňuje propojení všech lidí na světě bez ohledu na to, kde žijí nebo co dělají a tím zajišťují základní právo komunikace. ITU bylo založeno v roce 1865 a v roce 1947 se stala specializovanou agenturou OSN. V ITU se angažují lidé z již 192 vlád a cca 700 lidí ze soukromého sektoru díky čemuž je možnost vytvářet nové a kvalitní normy, které jsou následně rozeslány do členských zemí. Unie se zaměřuje na tři hlavní odvětví, které zpracovává prostřednictvím konferencí. Tyto odvětví jsou:

- radiofrekvenční rozdělování, řízení družicového provozu a přístupových technologií,
- standardizace,
- rozvoj.

Z hlediska této práce je nejdůležitější standardizace. Normy ITU jsou ve formě doporučení a jsou základním kamenem pro fungování informačních a komunikačních sítí. Normy

zahrnují vše od telefonních hovorů, přes přístup k internetu až např. k televiznímu standardu IPTV. [5]

CEPT

CEPT (The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) představuje Evropskou konferenci poštovních a telekomunikačních správních orgánů. V rámci CEPTu pracují politici a normotvůrci ze 48 zemí Evropy, kteří společně harmonizují předpisy pro telekomunikaci, radiové spektrum, a poštu. To vše ke zvýšení efektivity a koordinace ve prospěch států v Evropě. Jako takové je CEPT dobrovolným sdružením, které se snaží zajistit větší účinnost prostřednictvím efektivní koordinace v oblasti telekomunikací. Svou práci provádí přes 3 autonomní obchodní komise (ECC, ComITU a CERP), jejíž předsedové tvoří předsednictví organizace. ComITU je výbor pro politiku ITU a je zodpovědný za propojení ITU s CEPT pro všechny činnosti s výjimkou Světové radiokomunikační konference. [6]

ECC

Výbor pro elektronickou komunikaci sdružuje 48 zemí a vytváří společnou politiku a předpisy v elektronické komunikaci pro Evropu. Jako takový poskytuje informace o využívání spektra. Hlavním cílem výboru je účinně sladit využívání radiového spektra. Připravuje návrhy a zastupuje zájmy Evropy v ITU. ECC se opírá o pracovní skupiny a projekční týmy, které provádějí regulační a technické studie, konzultují je a vytvářejí patřičné výstupy. Hlavní s těchto výstupů jsou rozhodnutí a doporučení v oblasti harmonizace. [7]

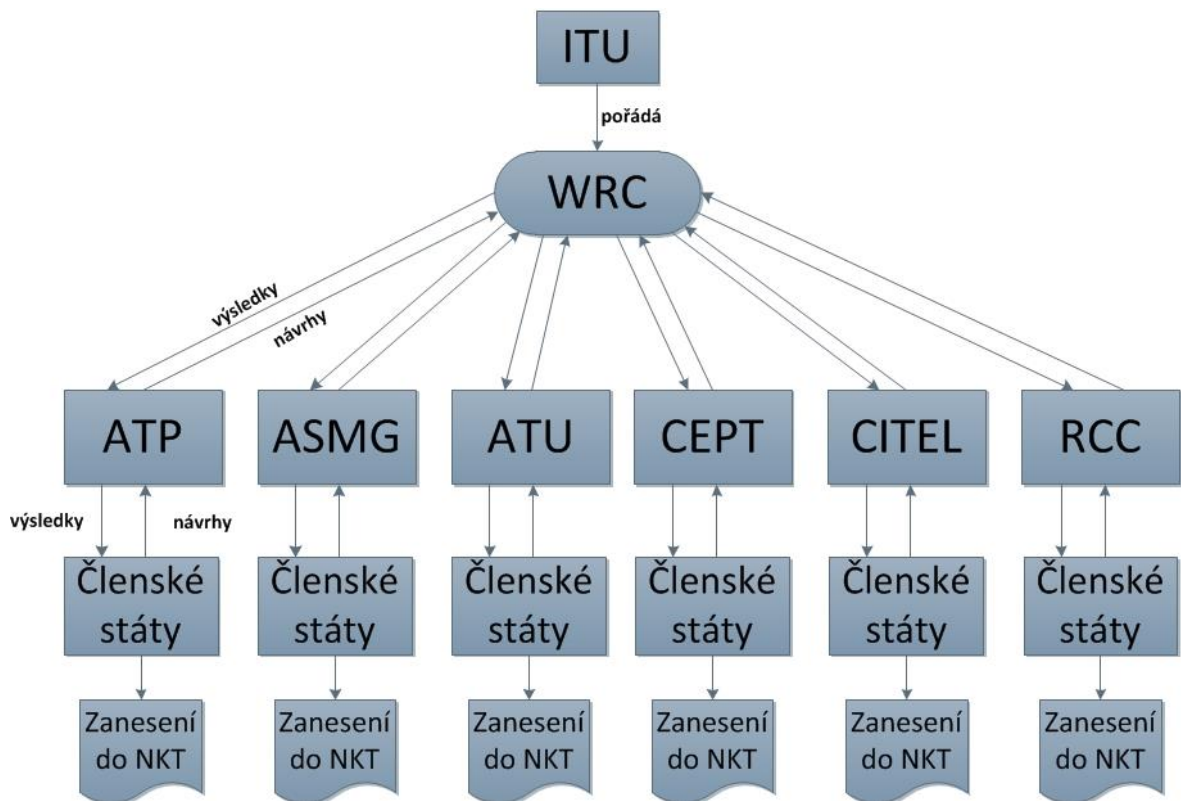
Dílčí závěr

První kapitola popisuje řešení rozdělování radiového spektra na mezinárodní úrovni. Dostí problematické je vytvoření dokumentů řešících radiové spektrum na mezinárodní úrovni. Hlavním řešitelem této problematiky je ITU, která pořádá Světovou radiokomunikační konferenci (World Radiocommunication Conference – WRC). Této konferenci se účastní jednotlivé dílčí organizace ITU. Mezi tyto organizace patří:

- Asia-Pacific Telecommunity (APT),
- Arab Spectrum Management Group (ASMG),
- African Telecommunications Union (ATU),
- European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT),

- Inter-American Telecommunication Commission (CITEL),
- Regional Commonwealth in the Field of Communications (RCC). [5]

Členské státy jednotlivých organizací přináší své návrhy a žádosti k řešení. V rámci konference se tyto návrhy projednají a výsledky se zapiší do výstupní zprávy. Změny a upřesnění následně organizace zanesou do svých harmonizačních dokumentů, které předají členskými státům. Členské státy následně tyto změny zanesou do svých kmitočtových tabulek. [8] Celý proces je znázorněn na obrázku Obr. 2.



Obr. 2 Postup tvorby normativních dokumentů

2 SPRÁVA RADIOVÉHO SPEKTRA V RÁMCI ČESKÉ REPUBLIKY

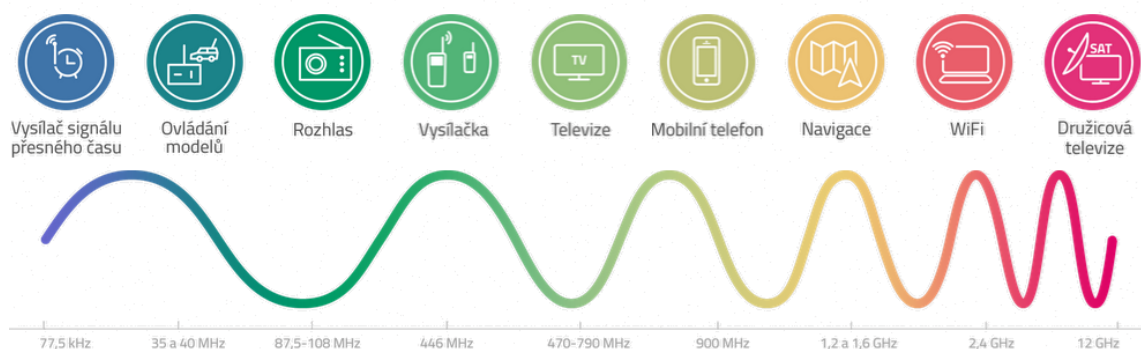
V rámci České republiky má nejvyšší působnost v oblasti telekomunikací Český telekomunikační úřad (ČTÚ). Ten je zodpovědný za správu radiového spektra v ČR. Pod pojmem správa se rozumí sestavování návrhu plánu přidělení kmitočtových pásem, popřípadě jeho změn, udělování oprávnění k využívání radiových kmitočtů, udělování přidělu radiových kmitočtů, udělování souhlasu k převodu přidělu radiových kmitočtů a kontrola využívání radiového spektra. ČTÚ bylo zřízeno zákonem č. 127/2005 Sb. o elektronických komunikacích. [9]

Rozdělení kmitočtového pásma v České republice je určeno vyhláškou 105/2010 Sb. o plánu přidělení kmitočtových pásem, též nazývanou jako Národní kmitočtová tabulka. Přidělená kmitočtová pásma v České republice jsou rozdělena podle využití na civilní (C) a necivilní (NC). Do necivilního se řadí pásma, která využívají Armáda České republiky a Ministerstvo obrany. Ve vyhlášce je popsáno přidělení radiového spektra v rozsahu od 9 kHz do 275 GHz. Toto přidělení vychází z Článku 5 Radiokomunikačního řádu. [10]

Jelikož se v následujících podkapitolách budou objevovat níže uvedené pojmy, je vhodné je na začátek pro přehlednost definovat:

- **správa** – zde se myslí dodržování závazků převzatých podle Ústavy ITU, podle Úmluvy ITU a podle Radiokomunikačního řádu,
- **přidělení** – proces zápisu kmitočtového pásma do Kmitočtové tabulky za účelem využití tohoto pásma jednou nebo více službami za specifických podmínek,
- **skupinové přidělení** - jedná se o zápis kmitočtového pásma, které bylo přijato kompetentní konferencí, za účelem využití tohoto pásma jednou nebo několika správami pro určitou radiokomunikační službu. Jsou zde specifikovány podmínky pro danou oblast provozu.,
- **příděl** – oprávnění udělené národní správou o tom, že radiová stanice smí využívat kmitočtového pásma za specifických podmínek. [10]

Na následujícím obrázku Obr. 3 je znázorněno rozložení služeb v radiovém spektru v rozmezí do 77,5 kHz do 12 GHz.



Obr. 3 Využití radiového spektra [11]

2.1 Velmi dlouhé vlny

Ve sféře velmi dlouhých vln, což je pásmo od 3 do 30 kHz, se v ČR mohou podle Radiokomunikačního řádu provozovat služby, které budou popsány níže.

V pásmu 9 - 14 kHz řád umožňuje provozovat radionavigační služby. Taktéž je tyto služby na území republiky povoleno provozovat pro civilní využití a pro signalizaci v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz.

V pásmu 14 - 19,95 kHz je umožněno provozovat pevné služby a námořní pohyblivé služby. S tím, že toto je omezeno na radiotelegrafní pobřežní stanice. Do vyhlášky byla přejata pouze část s pevnými službami. Tyto jsou pro civilní využití, pro signalizaci v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz a zároveň má u nich přednost uživatel, pro kterého byly tyto služby zapsány u Radiokomunikačního úřadu ITU-R a zaevidovány ČTÚ.

V pásmu 19,95 - 20,05 kHz je podle Radiokomunikačního řádu umožněno provozovat služby kmitočtových normálů a časových signálů Tuto službu rovněž Vyhláška povoluje pro civilní využití.

Na kmitočtech 20,05 - 25,5 kHz je umožněno provozovat pevné služby a námořní pohyblivé služby. Jako v případě pásma 14 - 19,95 je v ČR povoleno pouze využívání pevných služeb na této frekvenci. Ty jsou opět zpřístupněna pro civilní využití a pro signalizaci v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz. [10]

2.2 Dlouhé vlny

Další služby provozované na území republiky již spadají do pásma dlouhých vln. Drobnou výjimku tvoří hned první skupina, která začíná ještě v pásmu velmi dlouhých vln a

končí v pásmu dlouhých vln. Přesněji se jedná o frekvence 25,5 - 50,5 kHz, na kterých je podle Radiokomunikačního řádu v ČR umožněno provozovat pevné a námořní pohyblivé služby. V republice povoleny pouze pevné služby pro civilní využití. Speciálně pro vysokofrekvenční přenosy telefonního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtu 800 kHz a pro signalizaci v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz.

Podobná situace je v rozsahu 50,5 - 65,5 kHz, kdy opět Radiokomunikační řád umožňuje provozovat pevné a námořní pohyblivé služby. Tentokrát ovšem i Vyhláška povoluje využívání těchto služeb na určených frekvencích, přesněji pro civilní využití. Opět má přednost uživatel, pro kterého byly tyto služby zapsány u Radiokomunikačního úřadu ITU-R a zaevidovány ČTÚ. Dále speciálně u námořní pohyblivé služby je dodatek, že tuto službu lze provozovat u vysokofrekvenčních přenosů telefonního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtu 800 kHz a signalizace v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz.

Ve frekvenčních pásmech 65,6 - 67,6 kHz a 67,6 - 70 kHz dovoluje Radiokomunikační řád využívat služby pevné a námořní pohyblivé. V ČR se na těchto kmitočtech využívají služby kmitočtových normálů a časových signálů (65,6 - 67,6 kHz) pro civilní využití. V kmitočtech 67,6 - 70 kHz se podle vzoru z řádu využívají služby pevné a námořní pohyblivé pro civilní využití. Opět zde platí pravidlo o registraci uživatele u ČTÚ a zápisu u ITU-R pro pevné služby a specifikace pro provoz u vysokofrekvenčních přenosů telegrafního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtů 800 kHz a signalizace v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz. [10]

V pásmu 70 - 72 kHz lze podle Radiokomunikačního řádu využívat radionavigační služby. Česká republika na těchto frekvencích také umožňuje využívání radionavigačních služeb pro civilní využití u vysokofrekvenčních přenosů telefonního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtu 800 kHz a u signalizace v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz.

Pásmo 72 - 84 kHz je vymezeno pro pevné, námořní pohyblivé a radionavigační služby. Pro pevné služby platí pravidlo o tom, že na těchto kmitočtech má přednost uživatel, pro kterého byly tyto kmitočty u Radiokomunikačního úřadu ITU-R zapsány a jsou evidovány ČTÚ.

Na kmitočtech 84 - 86 kHz je v České republice povoleno využívat radionavigační služby, jejichž podmínky jsou shodné s těmi z frekvencí 70 - 72 kHz. Z toho vyplývá, že

pásmo je pro civilní využití a využívá je pro vysokofrekvenční přenosy telefonního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtu 800 kHz a pro signalizaci v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz.

V rozsahu 86 - 90 kHz je možno provozovat pevné, námořní pohyblivé a radionavigační služby jak podle Radiokomunikačního řádu, tak podle Vyhlášky. U pevných služeb opět platí pravidlo zaevidování frekvencí u ITU-R a ČTÚ. Všechny tyto služby jsou pro civilní využití.

Na frekvencích 90 - 130 kHz je možné využívat radionavigační služby jak v civilní sféře, tak je zde již pásmo necivilního využití. Na těchto frekvencích se mohou využívat impulsní radionavigační soustavy s podmínkou, že nesmí působit škodlivé rušení stanicím ostatních služeb, kterým jsou tyto pásma přidělena. Využití těchto služeb je hlavně u vysokofrekvenčních přenosů telefonního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtu 800 kHz a pro signalizaci v instalacích rozvodů nízkého napětí do 148,5 kHz.

Další velkou část frekvencí, přesněji rozsah 90 - 112 kHz a 115 - 148,5 kHz zabírají služby pevné, které jsou opět využívány jak civilně, tak necivilně na frekvenci 130 - 135,7 kHz a 137,8 - 148,5 kHz. Pro provoz zde platí pravidlo o přednosti uživatele, kterému byly tyto kmitočty u Radiokomunikačního úřadu ITU-R zapsány a jsou evidovány ČTÚ. Námořní pohyblivá služba je provozována na frekvencích 110-148,5 pro civilní využití. Na frekvencích 135,7 - 137,8 kHz je umožněno podle Radiokomunikačního řádu provozovat amatérské služby. Vyhláška ČR tuto službu také umožňuje pro civilní využití. Tato služba je ovšem podružná. [10]

Na frekvencích 148,5 - 255 kHz Radiokomunikační řád umožňuje využívat rozhlasové služby. Česká republika ve své Vyhlášce tuto službu taky povoluje využívat přednostně a pro civilní využití. Podružně k ní umožňuje využívat i leteckou radionavigační službu a to jak pro civilní tak pro necivilní využití.

V pásmu 255 - 283,5 je povoleny využívat služby rozhlasové a letecké radionavigační služby. Obě je možné využívat v civilní sféře. Letecká radionavigační služba je současně využívána i v necivilní sféře Armádou ČR a Ministerstvem vnitra.

2.3 Střední vlny

Pro sféru středních vln, která je vymezená od 300 kHz do 3000 kHz, jsou v přidělové tabulce zaznačeny následující služby.

V pásmu, které je ještě na půl s pásmem dlouhých vln, tedy v pásmu 283,5 – 315 kHz se provozuje v České republice letecká radionavigační služba a to v civilní i necivilní sféře. Jako další se provozují námořní radionavigační služba se zaměřením na radiomaják. Výjimku tvoří pásmo 285,3 - 285,7 kHz. Tato služba je pro civilní i necivilní využití a pro vysokofrekvenční přenosy telefonního signálu po silových rozvodných vedeních energetiky do kmitočtu 800 kHz.

Letecká radionavigační služba je provozována i v pásmu 315 - 405 kHz, kdy je tato služba provozována na necivilní použití. Na frekvencích 315 - 325 kHz je provozována jako podružná služba námořní radionavigační s upřesněním na radiomajáky pro civilní využití.

Na frekvencích 405 - 415 kHz je provozována radionavigační služba, kterou je možné provozovat v civilním i necivilním provedení. Prioritou je radiové zaměřování v námořní radionavigační službě na kmitočtu 410 kHz. Ostatní služby na těchto frekvencích nesmí působit škodlivé rušení radiovému zaměřování v pásmu 406,5 - 413,5 kHz.

Pro frekvence 415 - 435 kHz jsou prioritními službami námořní pohyblivá a letecká radionavigační služba. První jmenovaná je provozována pro civilní využití a služba je omezena pouze na radiotelegrafii. Druhá služba funguje na necivilní bázi a pro vysokofrekvenční přenosy telefonního signálu po silových vedeních energetiky do kmitočtů 800 kHz.

V pásmu 435 - 495 kHz a 505 - 526,5 kHz se provozuje námořní pohyblivá služba v civilní sféře s omezením na radiotelegrafii a s koordinací provozních charakteristik pro pobřežní stanice u služby NAVTEX. Dále je na těchto frekvencích prioritně provozována letecká radionavigační služba pro civilní (435 - 495 kHz) a necivilní (oba rozsahy) využití. Je vyžadováno, aby tato služba nepůsobila škodlivé rušení na frekvenci 490 kHz. [10]

Pro frekvence 495-505 kHz je určen provoz pohyblivé služby pro civilní využití. Toto pásmo je využíváno pro radiotelegrafii a správa spektra je povinna zajistit, aby nebylo působeno škodlivým rušením námořní pohyblivé službě v tomto a přilehlých pásmech.

V pásmech 526,5 - 1300 kHz a 1300 - 1606,5 kHz je prioritně provozována rozhlasová služba pro civilní využití. Podružně je na frekvencích 526,5 - 1300 kHz provozována Letecká radionavigační služba pro využití jak civilní tak necivilní.

Na frekvencích 1606,5 - 1810 kHz je provozována prioritně pevná služba a pozemní pohyblivá služba, obě pro civilní i necivilní využití. Dále jsou zde provozovány služby

námořní pohyblivá, radionavigační a amatérská. Jejich rozložení je uvedeno v tabulce Tab. 2 [10]

Tab. 2 Služby v pásmu 1606,5 – 1800 kHz

Provozovaná služba	Kmitočtové pásmo	Upřesnění
Pozemní pevná služba	1606,5 – 1810 kHz	
Pozemní pohyblivá služba		
Námořní pohyblivá služba	1606,5 - 1625 kHz 1635 – 1800 kHz	Styk Regionů 1 a 2
Radiolokační služba	1625 – 1635 kHz 1800 – 1810 kHz	
Amatérská služba	1715 – 1800 kHz	Výkon stanice max. 10 W

Ve frekvencích 1850 - 2160 kHz je provozována prioritně pevná a pohyblivá služba s výjimkou letecké pohyblivé (R) služby. Tyto služby jsou provozovány pro civilní i necivilní využití. Jako podružná služba je na frekvencích 1850 - 2000 kHz provozována amatérská služba pro civilní využití. Na frekvencích v rozmezí 2025 - 2045 kHz umožňuje Řád využívat i Pomocnou meteorologickou službu. Tuto možnost ovšem ČTÚ nevyužívá. Dále smí být pevná a pohyblivá služba kromě letecké pohyblivé (R) provozována na frekvencích 2194 - 2498 kHz a 2502 - 2625 kHz. Zde jsou opět provozovány jak pro civilní tak necivilní využití.

Pro frekvence 2045 - 2194 kHz vymezila ČTÚ služby uvedené v tabulce Tab. 3. Na frekvencích 2173,5 - 2190,5 kHz je provozována pohyblivá služba se zaměřením na tiseň a volání pro civilní využití. U této služby je důležité si uvědomit, že na frekvenci 2182 kHz je mezinárodní tísňový a volací kmitočet pro radiotelefonií, navíc může být tento kmitočet využíván při pátracích a záchranných akcích týkajících se kosmických plavidel s posádkou. Na kmitočtu 2187,5 kHz se nachází mezinárodní tísňový kmitočet pro digitální selektivní volání, na frekvenci 2174,5 se nachází mezinárodní tísňový kmitočet pro úzkopásmovou telegrafii s přímým tiskem.

Tab. 3 Služby v pásmu 2045 – 2194 kHz

Provozovaná služba	Kmitočtové pásmo
Pozemní pohyblivá služba	2045 – 2170 kHz
Pozemní pevná služba	
Námořní pohyblivá služba	2045 – 2160 kHz
	2170 – 2173,5 kHz
	2190,5 – 2194 kHz
Radionavigační služba	2160 – 2170 kHz

Pro kmitočtové pásmo 2498 - 2502 kHz řád přiděluje ČR službu kmitočtových normálů a časových signálů. ČTÚ na těchto frekvencích tuto službu provozuje pro civilní využití. Jako podružná služba je v pásmu 2501 - 2502 kHz provozována služba kosmického výzkumu opět pro civilní využití.

Na frekvencích 2502 - 2625 kHz a 2650 - 2850 kHz jsou provozovány pevná a pohyblivá služba. Pohyblivá služba nepokrývá leteckou pohyblivou (R). Jinak jsou tyto služby provozovány jak pro civilní, tak pro necivilní využití. Na těchto kmitočtech má přednost uživatel, který má tyto kmitočty zapsány u ITU-R a je evidován ČTÚ. V pásmu 2625-2650 kHz je provozována námořní pohyblivá služba a námořní radionavigační služba. Obě služby jsou funkční pro civilní používání.

2.4 Krátké vlny

Pro sféru krátkých vln, která je vymezená od 3 MHz do 30 MHz, jsou v přidělové tabulce zaznačeny následující služby.

Na frekvencích 2850 - 3025 kHz je podle řádu povoleno využívání letecké pohyblivé (R) služby. ČTÚ tuto frekvenci využívá právě k této službě jak pro civilní tak, pro necivilní využití. Tyto frekvence mohou být využity i pro pátrací a záchranné operace týkající se kosmických plavidel s posádkou. Frekvenci 3023 kHz lze využívat k provozu stanic námořní pohyblivé služby, zúčastněných na koordinovaných operacích pátrání a záchrany. Ve frekvenčních pásmech 3025 - 3155 kHz, 3800 - 3950 kHz je provozována letecká pohyblivá (OR) služba. Prioritně je provozována pro necivilní využití, podřadně je poté služ-

ba v provozu pro civilní využívání. Totéž platí i pro frekvence 3400 - 3500 kHz zde je ovšem provozována služba letecká pohyblivá (R). [10]

V pásmech 3155 - 3230 kHz jsou prioritně provozovány služby pevné a pohyblivé s výjimkou letecké pohyblivé. Tyto služby je možno využívat v civilním i necivilním rozsahu. Jako doplněk je na frekvencích 3155 - 3195 kHz žádost o možnost poskytnutí celosvětového kanálu pro bezdrátové přístroje malého výkonu pro nedoslýchavé. V rámci frekvencí 3230 - 3400 kHz a 3500 - 3800 kHz jsou provozovány služby pevné a pohyblivé kromě letecké pohyblivé (R). V prvním případě je služba provozována pro civilní i necivilní využití, v druhém je využívána prioritně pro necivilní. Na frekvencích 3500 - 3800 kHz je provozována i amatérská služba pro civilní využití.

Kmitočtové spektrum 3950 - 4000 kHz se využívá pro provoz pevné a rozhlasové služby, kdy obě jsou pro civilní využití. Kmitočtová pásma 4000 - 4650 kHz jsou využívány také pro pevnou a navíc i pro námořní pohyblivou službu. Obě služby jsou pro civilní využití v pásmu 4000 - 4438 kHz, v pásmu 4438 - 4650 kHz je potom přidáno i využití necivilní. Na těchto frekvencích se navíc vyskytují mezinárodní tísňové kmitočty pro digitální selektivní volání, kmitočty pro úzkopásmovou telegrafii s přímým tiskem. Kmitočet 4209,5 kHz je využíván výhradně pobřežními stanicemi pro vysílání meteorologických a navigačních výstrah.

Na frekvencích 5680 kHz a 8364 kHz je nutné se přizpůsobit vůči službám pro pátrací a záchranné operace týkající se kosmických plavidel s posádkou a využití stanic námořní pohyblivé služby zúčastněné na koordinovaných operacích pátrání a záchrany.

Na frekvencích 4750 - 4995 kHz jsou prioritně provozovány služby pevné a pozemní pohyblivé a jsou poskytovány pro civilní i necivilní využití a přednost má uživatel, který má tyto kmitočty zapsány u ITU-R a je evidován ČTÚ.

Na frekvencích 10 003 kHz, 14 993 kHz a 19 993 kHz je nutné se přizpůsobit vůči službám pro pátrací a záchranné operace týkající se kosmických plavidel s posádkou a využití stanic námořní pohyblivé služby zúčastněné na koordinovaných operacích pátrání a záchrany.

Tabulka Tab. 4 zobrazuje nejčastěji služby a jejich kmitočty využívané v pásmu krátkých vln.

Tab. 4 Nejčastěji využívané služby v pásmu krátkých vln

Provozovaná služba	Kmitočtové pásmo
Letecká pohyblivá (R) služba	4650 – 4700 kHz, 5480 – 5680 kHz 6525 – 6685 kHz, 8815 – 8965 kHz 10 005 – 10 100 kHz, 11 275 – 11 400 kHz 13 260 – 13 360 kHz, 17 900 – 17 970 kHz 21 924 – 22 000 kHz
Letecká pohyblivá (OR) služba	4700 – 4850 kHz, 5450 – 5480 kHz 5680 – 5730 kHz, 6685 – 6865 kHz 8965 – 9040 kHz, 11 175 – 11 275 kHz 13 200 – 13 260 kHz, 15 010 – 15 100 kHz 17 970 – 18 303 kHz, 23 200 – 23 350 kHz
Služby kmitočtových normálů a časových signálů	4995 – 5005 kHz, 14 990 – 15 005 kHz 19 990 – 20 010 kHz
Služba kosmického výzkumu	5003 – 5005 kHz, 10 003 – 10 005 kHz 19 990 – 19 995 kHz, 25 005 – 25 010 kHz
Rozhlasová služba	5900 – 6200 kHz, 7100 – 7450 kHz 9400 – 9900 kHz, 11 600 – 12 100 kHz 13 570 – 13 870 kHz, 15 100 – 15 800 kHz 17 480 – 17 900 kHz, 18 900 – 19 020 kHz 21 450 – 21 850 kHz, 25 670 – 26 100 kHz
Amatérská služba	7000 – 7200 kHz, 14 250 – 14 350 kHz 10 100 – 10 150 kHz
Amatérská a amatérská družicová služba	7000 – 7100 kHz, 14 000 – 14 250 kHz 18 068 – 18 168 kHz, 21 000 – 21 850 kHz 24 890 – 24 990 kHz, 28 – 29,7 MHz

Na frekvencích 5005 - 5450 kHz je provozována pevná služba pro civilní i necivilní využití. V pásmu 5060 - 5250 kHz je podružně provozována pohyblivá služba s výjimkou letecké pohyblivé pro civilní i necivilní využití. Přednost má uživatel, který má tyto kmitočty zapsány u ITU-R a je evidován ČTÚ. V pásmu 5250 - 5450 kHz je jako druhá prioritní služba provozována služba pohyblivá s výjimkou letecké pohyblivé i ta je prioritně provozována pro civilní i necivilní využití a opět má přednost uživatel, který má tyto kmitočty zapsány u ITU-R a je evidován ČTÚ.

V pásmu 5450 - 5480 kHz jsou prioritně provozovány služby pevná a pozemní pohyblivá. Obě služby jsou prioritně provozovány pro necivilní použití, pevná služba je navíc podružně provozována pro civilní využití. Ve spektru 5730 - 5950 kHz je provozována pevná služba. Na frekvencích 5730 - 5900 kHz je provozována pro necivilní využití a podružně pro civilní využití, na frekvencích 5900 - 5950 kHz potom pouze pro civilní využití s omezením na to, že vysílání nesmí přesáhnout hranice státu. Dále je na frekvencích 5730-5900 kHz provozována pozemní pohyblivá služba pro necivilní využití a podružně pro civilní využití s tím, že přednost má uživatel, který má tyto kmitočty zapsány u ITU-R a je evidován ČTÚ. [10]

Na frekvencích 6200 - 6525 kHz je provozována námořní pohyblivá služba pro civilní využití. Podle řádu zde jsou omezení na kmitočty 6312 kHz, který je používán jako mezinárodní tísňový kmitočty pro digitální selektivní volání, kmitočty 6268 kHz, který je použit jako tísňový kmitočty pro úzkopásmovou telegrafii s přímým tiskem, kmitočty 6314 kHz, který je využíván pro vysílání námořních bezpečnostních zpráv. Podružně je na frekvencích 6200 - 6525 kHz provozována pevná služba pro civilní použití s tím, že se mohou výjimečně využívat stanice pro spojení pouze uvnitř hranic státu se středním výkonem nepřekračujícím 50 W s podmínkou, že nebudou nepříznivě rušit námořní pohyblivé služby.

V pásmu 6765 - 7000 kHz jsou provozovány služby pevná a pohyblivá s výjimkou letecké pohyblivé (R). Tyto služby jsou provozovány jak pro civilní, tak i pro necivilní využití. Dodatkem je uvedeno, že frekvence 6765 - 6795 kHz jsou využívány pro průmyslové, vědecké a lékařské účely.

Na frekvencích 13 360 - 13 410 kHz je provozována radioastronomická služba pro civilní využití. U této služby je požadováno provedení opatření ochrany služby před škodlivým rušením, kdy za největší zdroje rušení jsou považovány kosmické a letadlové stanice.

Na frekvencích 18 052 - 18 068 kHz je podružně provozována služba kosmického výzkumu pro civilní využití.

Dále od frekvence 7300 kHz až po frekvenci 28 MHz jsou provozovány pevné, pohyblivé a námořní pohyblivé služby. Tyto služby jsou mezi sebou různě kombinovány a to včetně určení pro civilní nebo necivilní využití. Samozřejmě i na tyto služby jsou dány různé omezení a upřesňující informace, které jsou dále rozebrány ve Vyhlášce 105/2010 Sb. [10]

2.5 Velmi krátké vlny

Pro sféru velmi krátkých vln, která je vymezená od 30 MHz do 300 MHz, jsou v přidělové tabulce zaznačeny následující služby.

V kmitočtové pásmu 29,7 - 30,005 MHz, které z části zasahuje do pásma krátkých vln, se provozují služby pevné a pohyblivé. Pevná služba je zde provozována pro civilní i necivilní použití. Pohyblivá služba je provozována pouze pro necivilní použití. Jako podružná služba je zde zavedena služba radiolokační. Tato služba je provozována pro civilní použití.

Ve spektru 30,005 - 30,01 MHz jsou prioritně provozovány služby kosmického provozu, pevná, pohyblivá a kosmického výzkumu. Služba kosmického je zaměřena na identifikaci družic a je provozována pro civilní využití. Taktéž služba kosmického průzkumu slouží pro civilní použití. Služby pevná a pohyblivá na těchto frekvencích slouží jak pro civilní, tak pro necivilní používání.

Ve spektru 30,01 - 47 MHz jsou provozovány služby pevná a pohyblivá. Služby jsou provozovány v kombinacích civilního a necivilního použití, to samé platí pro prioritní a podřadné používání. Na kmitočtech 32,875 - 35 MHz pohyblivá služba nezahrnuje leteckou pohyblivou službu. Na frekvenci 37,5 - 38,25 MHz je podružně provozována radioastronomická služba pro civilní použití. Zde je opět vyžadováno opatření proti škodlivému rušení služby od kosmických nebo letadlových stanic. Na frekvencích 39,986 - 40,02 MHz a 40,98 - 41 MHz je pro civilní použití provozována služba kosmického výzkumu. V pásmu 46 - 47 MHz Radiokomunikační rád přiděluje ČR jako podřadnou službu radiolokační službu. Tuto možnost ovšem ČR nevyužívá.

V pásmu 47 - 48,5 MHz Řád České republiky určuje prioritní provozování rozhlasové služby. Podružně potom určuje služby pevné, radiolokační a pozemní pohyblivé. ČTÚ po-

tom toto pásmo přidělilo pevné službě a pozemní pohyblivé službě. Obě služby jsou prioritně provozovány v necivilní a podružně je možné služby využívat v civilní sféře. [10]

V pásmu 48,5 - 56,5 MHz a 58 - 66 MHz je prioritně provozována rozhlasová služba. K té službě je podružně provozována pozemní pohyblivá služba. Rozhlasová služba je provozována pro civilní použití a pozemní pohyblivá služba prioritně pro civilní a podružně pro necivilní použití. K tomu je na frekvencích 50 - 52 MHz podružně provozována služba amatérská a to pro civilní využití. Na frekvencích 58 - 66 MHz jsou navíc podružně provozovány služby pevná a radiolokační. Pevná služba je provozována prioritně pro civilní využití a podružně pro necivilní využití a radiolokační pouze pro civilní využití.

Na frekvencích 56,5 - 58 MHz je provozována služba pevná, pozemní pohyblivá a jako podružná služba radiolokační. Pevná služba a pozemní pohyblivá služba je provozována jak pro civilní, tak pro necivilní použití. Radiolokační služba je potom provozována pro civilní použití.

V pásmu 66 - 67,5 MHz je provozována pozemní pohyblivá služba pro necivilní použití a podružně je zde využívána radiolokační služba pro civilní použití. Podmínkou provozu je, že stanice výše zmíněných služeb nesmějí rušit existující nebo plánované rozhlasové stanice. Na frekvencích 67,5 - 68 MHz jsou potom prioritně provozovány služby pevná a pohyblivá. Jako podružná služba je zde provozována radionavigační služba. Všechny jmenované služby jsou poskytovány pro civilní využití a nesmějí rušit existující nebo plánované rozhlasové stanice.

V pásmu 68 - 74,8 MHz jsou provozovány služby pevná a pohyblivá kromě letecké pohyblivé. Na frekvencích 68 - 70 MHz, 70,5 - 73 MHz a 74,6 - 74,8 MHz jsou tyto služby provozovány pro civilní využití, 70 - 70,5 MHz jsou provozovány pro necivilní využití. Kmitočtové pásmo 73 - 74,6 jsou služby provozovány pro využití v civilní i necivilní sféře.

Na frekvencích 74,8 - 75,2 MHz je provozována služba letecká radionavigační. Ta je provozována pro civilní i necivilní využití. Na kmitočtu 75 MHz je přidělen rádiovým návěstidlům. Do budoucna je snaha o zlepšení charakteristik letadlových přijímačů a o omezení výkonu vysílacích stanic v blízkosti 74,8 MHz a 75,2 MHz. V pásmu 108 - 117,975 MHz je taktéž provozována služba letecká radionavigační jak pro civilní, tak necivilní použití. Doplnkově je pásmo přiděleno letecké pohyblivé (R) službě, s omezením na systémy provozované v souladu s uznávanými mezinárodními leteckými normami. Použití

pásma musí být omezeno na systémy složené z vysílačů na zemi a přidružených přijímačů, přenášejících navigační informace podporující letecké navigační funkce. [10]

V pásmu 75,2 - 87,5 MHz jsou provozovány služby pevná a pohyblivá kromě letecké pohyblivé. Na kmitočtech 75,2 - 75,4 MHz jsou obě služby provozovány pouze pro civilní použití, v pásmu 75,4 - 76,975 MHz jsou služby provozovány jak pro civilní, tak pro necivilní použití a v pásmu 76,975 - 87,5 MHz jsou služby prioritně určeny pro civilní sféru a podružně pro necivilní využití.

Na frekvencích 87,5 - 108 MHz je provozována služba rozhlasová. Tato služba je určena pro civilní využití. V pásmu 117,975 - 137 MHz je možné podle řádu provozovat leteckou pohyblivou (OR) i (R) službu. V rámci ČR je provozována pouze letecká pohyblivá služba. Tato služba je využívána jak civilní tak necivilní sférou. Na kmitočtu 121,5 MHz je možné využívat pro pátrací a záchranné operace týkající se kosmických plavidel s posádkou. Tento kmitočet je označen jako letecký tísňový kmitočet a v případě potřeby má přidružen letecký kmitočet 123,1 MHz jako pomocný.

V pásmu 137 - 138 MHz se provozuje prioritně letecká pohyblivá (OR) služba pro necivilní využití. Radiokomunikační řád pro ČR přiděluje dále služby družicová meteorologická, kosmického provozu, kosmického výzkumu, všechny pro sestupný směr. Tyto služby jsou provozovány ovšem jako podružné a jsou určeny pro civilní sféru. Jako další je zde podružně přiřazena služba pevná, ovšem ta je provozována pro necivilní sféru. Družicové pohyblivé služby jsou v tomto pásmu omezeny negeostacionární družicové služby. Od 137,025 MHz do 138 MHz je přidána dále pohyblivá služba kromě letecké pohyblivé (R). Ta je provozována pro necivilní využití.

Na frekvencích 138 - 144 MHz jsou prioritně provozovány služby letecká pohyblivá (OR) a pozemní pohyblivá. Obě služby jsou provozovány pro necivilní využití. Jako podružnou službou je v tomto rozsahu služba kosmického výzkumu (sestupný směr). Ta je provozována pro civilní využití. Následně je v pásmu 144 - 146 MHz provozována služba amatérská a služba družicová amatérská. Obě jmenované jsou opět pro civilní využití.

V pásmu 149,9 - 150,05 MHz jsou opět služby provozované pro civilní využití. Jsou to služby družicová pohyblivá (vzestupný směr) a družicová radionavigační. Družicová pohyblivá služba je omezena na negeostacionární družicové soustavy a od 1. ledna 2015 je tato služba omezena také na družicovou pozemní pohyblivou službu ve vzestupném směru. Družicové radionavigační služby mohou v tomto pásmu využívat i pozemské stanice ve

službě kosmického výzkumu. Pásmo bylo přiděleno družicové radionavigační službě 1. ledna 2015.

V pásmu 148 - 149,9 MHz jsou provozovány prioritně služby pohyblivá kromě letecké pohyblivé (R), pevná a družicová pohyblivá pro vzestupný směr. Všechny tři služby jsou určeny pro civilní využití. Doplnkově je pásmo přiděleno službě kosmického provozu (vzestupný směr) s podmínkou, že šířka pásma nesmí přesáhnout ± 25 kHz. Na frekvencích 150,05-153 MHz jsou provozovány prioritně služby pohyblivá kromě letecké pohyblivé, pevná a radioastronomická. Všechny služby jsou provozovány pro civilní využití. Je zde žádáno, aby se podnikly veškerá opatření proti rušení radioastronomické služby. Na kmitočtech 153 - 322 MHz jsou provozovány služby podle tabulky Tab. 5. [10]

Tab. 5 Služby provozované v pásmu 153 – 322 MHz

Provozovaná služba	Kmitočtové pásmo
Pevná služba	153 – 153,55 MHz, 155,5 – 156,7625 MHz
Pohyblivá služba	156,8375 – 174 MHz, 230 – 312 MHz
Meteorologická služba	153 – 154 MHz
Družicová pohyblivá služba	235 - 322 MHz 267 - 272 MHz (družicová telemetrie)

V pásmu 156,4875 - 156,5625 MHz je provozována námořní pohyblivá služba pro tiseň a volání. Tato služba je provozována pro použití v civilní sféře. Pásmo je navíc přednostně přiděleno pevné a pozemní pohyblivé službě. Tyto služby nesmí působit škodlivým rušením námořní pohyblivé VKV radiokomunikační službě. Navíc je kmitočet 165,525 možné využívat pro pátrací a záchranné operace týkající se kosmických plavidel s posádkou.

Na frekvencích 156,7625 - 156,8375 MHz jsou provozovány služby pohyblivá, kromě letecké pohyblivé, a námořní pohyblivá pro tiseň a volání. Obě služby jsou provozovány pro využití v civilní sféře. Kmitočet 156,8 MHz se navíc využívá pro pátrací a záchranné operace týkající se kosmických plavidel s posádkou.

Na frekvencích 174 - 230 MHz je prioritně provozována služba rozhlasová. Tato služba je provozována pro civilní využití. Podružně je zde provozována ještě služba pozemní pohyblivá. Tato služba je taktéž provozována pouze pro civilní použití. Radiokomunikační

řád povoluje v tomto pásmu i podružný provoz pevné služby. ČR ovšem tuto možnost nevyužívá.

Dílčí závěr

V druhé kapitole byla rozebrána správa radiového spektra v ČR. Hlavními dokumenty pro řešení této problematiky jsou normativní dokumenty z členských organizací ITU. V rámci ČR se vychází z normativních dokumentů CEPTu. Tyto informace jsou následně zpracovány do plánu o přidělení kmitočtových pásem. Tento dokument se skládá z informativní části a následného výpisu jednotlivých přidělení. Ty jsou sestaveny do tabulky, kdy v prvním sloupci jsou dána kmitočtová pásma. Dále je k těmto pásmům dáno určení služeb podle Telekomunikačního řádu. Ve třetím sloupci je následně uvedeno přidělení služeb podle ČTÚ a v posledním sloupci je následně určeno, zda je služba pro civilní nebo necivilní provozování. U služeb jsou dodatečně uvedeny upřesňující informace pro provoz. Plán přidělení kmitočtových pásem využívají především telekomunikační operátoři a výrobci zařízení. Dále je využíván Ministerstvem vnitra a Ministerstvem obrany. Všechny tyto subjekty využívají plán při návrzích služeb a jejich umístění do volných tzv. bílých míst. Na obrázku Obr. 4 je vyobrazen výsek kmitočtové národní tabulky.

MHz			
Kmitočtové pásmo	ČR podle Řádu	Přidělení v ČR	Využití přidělení
410–415	PEVNÁ POHYBLIVÁ kromě letecké pohyblivé KOSMICKÉHO VÝZKUMU (družice- družice) 5.268	PEVNÁ [1] POHYBLIVÁ kromě letecké pohyblivé [1] [2] Kosmického výzkumu (družice- družice) 5.268 [1]	[1] C [2] nc
415–420		PEVNÁ [1] POHYBLIVÁ kromě letecké pohyblivé [1] [2] Kosmického výzkumu (družice- družice) 5.268 [1]	[1] C [2] nc
420–430	PEVNÁ POHYBLIVÁ kromě letecké pohyblivé Radiolokační	PEVNÁ [1] POHYBLIVÁ kromě letecké pohyblivé [1] [2] Radiolokační [1]	[1] C [2] nc
430–432	AMATÉRSKÁ RADIOLOKAČNÍ	AMATÉRSKÁ [1] RADIOLOKAČNÍ [1] Pozemní pohyblivá [1] [2]	[1] C [2] nc
432–438	AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ AMATÉRSKÁ 5.282 RADIOLOKAČNÍ Družicového průzkumu Země (aktivní) 5.279A 5.138	AMATÉRSKÁ [1] DRUŽICOVÁ AMATÉRSKÁ 5.282 [1] RADIOLOKAČNÍ [1] Družicového průzkumu Země (aktivní) 5.279A [1] Pozemní pohyblivá [1] [2] 5.138	[1] C [2] nc

Obr. 4 Struktura Národní kmitočtové tabulky [10]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 PŘEHLED VYUŽITÍ KMITOČTOVÝCH PÁSEM U KOMPONENT POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ

Jednou z možností propojení komponent bezpečnostních prvků je bezdrátová komunikace. Tato komunikace může probíhat mezi prvky poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů (PZTS), prvky kontroly vstupu (ACS), bezpečnostních kamer (CCTV) nebo systémů přivolání pomoci (SAS). Další možností je bezdrátová komunikace PZTS s poplachovým přijímacím centrem. V neposlední řadě i určité druhy detektorů pohybu využívají ke své funkci radiové vlny.

3.1 Kmitočtová pásma pro přenos dat na poplachová přijímací centra

Pro přenos poplachových a poruchových zpráv ze střeženého objektu na dohledové poplachové a přijímací centrum se (DPPC) je možné využít různé druhy přenosových tras. Jednou z možností napojení je využití jednotné telefonní sítě. Tato možnost se nabízí pro objekty, které mají zavedenou telefonní přípojku. Zde je následně komunikace vedena v hovorovém nebo nadhovorovém pásmu. Další možností založené na metalickém nebo optickém vedení je využití připojení k internetu. V současnosti je tato možnost často využívána. Díky vysokým přenosovým rychlostem je možné přenášet i obrazové a zvukové zprávy. Další výhodou je i stále se snižující ceny za internetové připojení. [45]

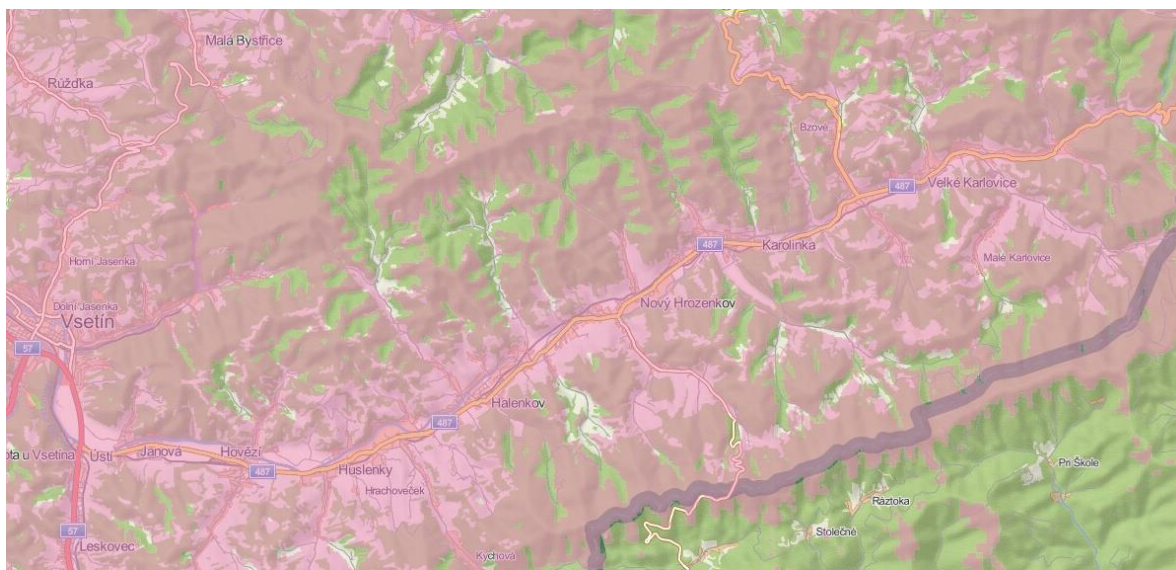
Ne vždy je možné využít telefonní přípojku nebo připojení k internetu. Jedním z důvodů může být velká pořizovací cena telefonní přípojky (až desítky tisíc Kč) nebo poloha zabezpečeného objektu. Proto se i zde využívá bezdrátový přenos. Bezdrátový přenos po radiových vlnách je jednou z možností přenosu poplachových zpráv na DPPC. Poplachové nebo poruchové zprávy se přenáší ze střeženého objektu na DPPC v rámci radiového spektra pomocí GSM signálu, včetně využití datové mobilní služby GPRS, a dále na velmi vysokých frekvencích (30 – 300 MHz).

Při používání komunikace na bázi GSM se využívají frekvence 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz a 1900 MHz. Pro předání zprávy se využívá jak hovorové pásmo, tak služba GPRS nebo SMS. Mobilní pásma 850 MHz a 1900 MHz se využívají pro komunikaci v celé Severní Americe a v části Jižní Ameriky. Na území Evropy, Asie, Oceánie a zbytku Jižní Ameriky se používají pásma 900 MHz a 1800 MHz. [12]

Pro frekvenci 900 MHz je využito pásmo 890 - 915 MHz pro uplink, což je přenos z mobilní stanice na základnovou stanici a 935 – 960 MHz pro downlink, tj. opačný směr.

Při vzdálenosti kanálů 200 kHz je k dispozici 125 kanálů. Tyto kanály se následně rozdělí mezi mobilní operátory, armádu ČR a 3 kanály jsou určeny pro měření. Pro frekvenci 1800 MHz je potom možné využít 375 kanálů v pásmech 1710 – 1785 MHz pro uplink a 1805 – 1880 MHz pro downlink. Tyto kanály jsou následně opět rozděleny mezi operátory podle dohody s ČTÚ. [13]

GSM bohužel neumožňuje přenos velkých objemů dat. Z toho důvodu byla vyvinuta služba GPRS. Ta je schopna přenášet větší objemy dat na stávající mobilní síti. Toto je výhoda oproti GSM, které je zaměřeno na hlasový přenos. GPRS má šířku pásma 200 kHz a je schopné dosáhnout přenosové rychlosti až 172 kb/s. Je vysíláno společně s GSM, kdy se navíc tyto služby navzájem neblokují. Výhodou GPRS je jeho možnost využití kdekoliv, protože je touto službou pokryta více méně celá republika. Díky této skutečnosti je možné tuto službu využít i pro zabezpečení chatových oblastí a menších objektů v odlehlých místech republiky. Na obrázku Obr. 5 je vidět pokrytí GPRS v Oblasti Horní Vsacko. [14]



Obr. 5 Mapa pokrytí GPRS (T-Mobil) [15]

Při řešení přenosu poplachové zprávy pomocí radiového přenosu se používali frekvence 27 MHz, 80 MHz, 160 MHz a 300 MHz. Z důvodu zabezpečeného přenosu zpráv jsou frekvence registrovány na uživatele, který si o danou frekvenci zažádá u ČTÚ, a tyto frekvence nejsou zveřejňovány z obav o případné zarušení. S ohledem na okolnosti vstupu ČR do NATO je v současné době frekvence 300 MHz určena pro obranný systém. [16]

3.2 Kmitočtová pásma pro komunikaci komponent poplachových systémů

Jednou z možností propojení zařízení v poplachových instalacích je možnost bezdrátového zapojení, kdy se využije montáž bez nutnosti kabelového vedení, tudíž je pro uživatele jednoduchá. Tato možnost se provádí hlavně při rozšiřování současného stavu zabezpečovací instalace, kdy stačí do ústředny systému doplnit pouze radiový modul a následně dokoupit radiové komponenty. Díky připojeným radiovým modulům lze poté k ústřednám PZTS připojit bezdrátové moduly pro automatizaci nebo detektory pohybu. Tato technologie se využívá i v dalších prvcích poplachových systémů. Jako jedna z možností je doplnění speciálního radiového modulu do GSM komunikátoru DAViD GD-04 od Jablotronu. Tento modul se zapojí do základní komunikační jednotky GSM ovladače. Díky němu je poté aktivovat vstupy pomocí bezdrátových tlačítek a detektorů komunikujících na kmitočtu 868 MHz. Kromě toho je možné ovládat připojená zařízení dálkově jak mobilem, tak i bezdrátovým ovladačem. Sama společnost Jablotron uvádí možnost kombinace komunikátoru DAViD s bezdrátovými termostaty a multifunkčně ovládat topení.[46] Podobný systém využívá i bezpečnostní kamera EYE od stejné firmy. Tato kamera má zabudovaný vysílač a přijímač pro komunikaci s bezdrátovými prvky na kmitočtu 868 MHz. Díky tomu, že kamera má zabudovaný GSM modul je možné přes ni ovládat mobilním telefonem např. vytápění přes připojený bezdrátový modul relé. Druhou možností je využití bezdrátového tísňového tlačítka, kdy to stisknutí se přes kameru odešle tísňová SMS na určené číslo. [47]

Frekvence pro komunikaci komponent PZTS s ústřednou jsou určeny ČTÚ nebo jiným správním orgánem pověřeným v této problematice. Frekvence pro komunikaci jsou u těchto aplikací nastaveny kolem kmitočtů 433 MHz, 800 – 900 MHz, 2,4 GHz. [17] Pro zabezpečovací systémy použitelné v domácnosti se nejčastěji využívá pásmo 433 MHz. Přesněji je využíváno spektrum 433,05 – 434,79 MHz. Toto pásmo je označeno písmenem g podle všeobecného oprávnění č. VO-R/10/05.2014-3 k využívání radiových kmitočtů a k provozu zařízení krátkého dosahu. Podle článku 3 musí mít takové zařízení vyzařovaný výkon 10 mW. Na těchto frekvencích je zakázáno vysílání analogových audio signálů s výjimkou přenosu hlasu. Ten lze přenášet pouze za využití pokročilých technik, které zmírňují rušení. Dále je zde zakázán přenos obrazových informací. [18]

Výše uvedené všeobecné oprávnění dále uvádí v článku 6 konkrétní podmínky pro poplachová zařízení a to včetně systémů přivolání pomoci. Frekvence pro komunikaci jsou 169, 48125 MHz, 169,59375 MHz a dále pásmo 868,6 – 869,7 MHz. Více informací je uvedeno v tabulce Tab. 6.

Tab. 6 Technické parametry stanic [19]

Označení	Kmitočtové pásmo	Vyzářený výkon	Kanálová rozteč	Klíčovací poměr
a1	169,48125 MHz	500 mW	12,5 kHz	$\leq 1 \%$
a2	169,59375 MHz	500 mW	12,5 kHz	$\leq 1 \%$
b	868,6 – 868,7 MHz	10 mW	25 kHz	$\leq 1 \%$
c	869,2 – 869,25 MHz	10 mW	25 kHz	$\leq 0,1 \%$
d	869,25 – 869,3 MHz	10 mW	25 kHz	$\leq 0,1 \%$
e	869,3 - 869,4 MHz	10 mW	25 kHz	$\leq 1 \%$
f	869,65 – 869,7 MHz	25 mW	25 kHz	$\leq 10 \%$

Klíčovací poměr je definován jako podíl času aktivního vysílání zařízení vůči jedné hodině provozu zařízení. [20] Ve kmitočtovém pásmu a1 je klíčovací poměr netýká systémů přivolání pomoci. V rámci pásma b je možné mít více kanálů s roztečí 25 kHz, nebo se může celé kmitočtové pásmo využít jako jeden kanál pro přenos dat s vysokou rychlostí. Pásmo s označením c je vyhrazeno pro systémy přivolání pomoci. [18]

3.2.1 Komunikace kamer

Dalším z prvků bezpečnostních technologií, které využívají pro komunikaci bezdrátový přenos, jsou bezpečnostní kamery. Tyto kamery komunikují na kmitočtech 1,2 GHz a 2,4 GHz. Komunikace probíhá mezi kamerou a přijímacím zařízením, na kterém je následně napojeno záznamové zařízení nebo počítač určený pro záznam. Pro přenos se nejčastěji využívají standardy IEEE 802.11g. Pásmo 1,2 GHz je však v Evropě zakázané pro využívání zařízení krátkého dosahu. [21] V pásmu 2400 – 2483,5 MHz je možné využívat bezdrátové kamery s připojením přes standard Wi-Fi. Vyzářený výkon musí být nejvíce 100 mW. Vzhledem k tomu, že kamery vysílají na sdílených kmitočtech, není zde zajištěna ochrana proti rušení od jiného zařízení, které vysílá v témže spektru. Případné rušení se

řeší vzájemnou dohodou fyzické a právnické osoby. Pokud by k dohodě nedošlo, uživatel, který uvedl službu později do provozu je nucen u této služby zastavit provoz. [22]

Z důvodu současného vytížení pásma 2,4 GHz se začínají výrobci bezpečnostních kamer více zaměřovat na pásmo 5 GHz. V tomto pásmu je provoz opět regulován všeobecným oprávněním VO-R/10/05.2014-3. Podle tohoto dokumentu je povoleno provozovat kamery v pásmu 5,15 – 5,35 GHz s tím, že komunikace na těchto frekvencích je povolena pouze uvnitř budovy. Dále je možná komunikace kamer v pásmech 5,470 – 5,725 GHz, což je standard IEEE 802.11a, a 5,725 – 5,875 GHz. Na posledních jmenovaných frekvencích se musí dodržet výkon 25 mW. [21]

Další technologií využívající radiový přenos dat jsou RFID karty a čipy, souhrnně označované jako tagy, sloužící pro identifikaci uživatele v rámci systémů EKV. Frekvence využívané u technologie FRID se dělí na několik skupin. Volba skupin rozhoduje o parametrech, jako jsou dosah čtečky, použitelnost v různém prostředí, rychlost čtení aj.

Tab. 7 Frekvence RFID tagů [48]

Označení	LF tag	HF tag	UHF tag
Frekvence	125 – 134 kHz	13,56 MHz	860 – 930 MHz
Dosah	do 0,5 m	do 1 m	do 3 m

Tabulka Tab. 7 zobrazuje frekvence a dosah u jednotlivých druhů RFID tagů. První skupina LF tagů je možné snímat přes kovy a kapalinu. Nevýhodou je malá rychlost čtení a vysoké výrobní náklady. U druhé skupiny HF tagů je opět jako nevýhoda vysoká cena za výrobu a z důvodu vyšší pracovní frekvence zhoršené čtení přes kapalinu. Oproti předešlé skupině se zvýšila rychlost čtení. U třetí skupiny je již velmi vysoká rychlost čtení, ale oproti tomu již není možné tyto tagy přečíst, pokud jsou zakryté kovem nebo kapalinou. Kromě těchto tří skupin existují ještě tagy pracující na mikrovlnných frekvencích tzv. MW tagy. Tyto tagy pracují v pásmu 2,45 GHz a 5,8 GHz. Tagy mají činný dosah do 10 m. Čtecí rychlost je ze všech uvedených tagů nejvyšší. Bohužel velkou nevýhodou je velká cena těchto karet a čipů. [48]

Poplachové systémy nejčastěji pracují s tagy na frekvencích 125 kHz a 13,56 MHz. Frekvenci 13,56 MHz využívají i bezkontaktní platební karty a v poslední době i platební nálepky. Tyto karty pracují ale na technologii NFC. Technologie NFC je jakýmsi poddru-

hem technologie RFID. Čtečka komunikuje s kartou s technologií NFC pouze do vzdálenosti 4 cm. Tak jako RFID je jsou i NFC taky pasivní. To znamená, že nevyžadují vlastní napájení. Aktivní jsou pouze díky elektromagnetické indukci při přiblížení se ke čtečce. [49]

3.3 Kmitočtová pásma jednotlivých detektorů pohybu

I některé detektory pohybu pracují na určitých kmitočtech radiového spektra. Jedná se o aktivní detektory pohybu, přesněji o detektory ultrazvukové a mikrovlnné. V rámci problematiky je možné vzít v úvahu i pasivní a aktivní infračervené detektory. V perimetrické ochraně se využívají tzv. VKV detektory.

3.3.1 Mikrovlnné detektory

Mikrovlnné detektory jsou z hlediska vysílání signálu ošetřeny normou ETSI EN 300 440-2. Podle této normy jsou frekvence určené pro provoz těchto detektorů v rozpětí 9200 MHz až 24,25 GHz. [23] V praxi se využívají detektory na frekvencích kolem 10 GHz. V tomto ohledu např. firma BOSH nabízí detektory pohybu pracující na frekvenci 10,525 GHz pro všechny země s výjimkou Francie a Velké Británie. V těchto zemích tyto detektory pracují s pracovní frekvencí 10,588 GHz. Firma zároveň garantuje funkčnost zařízení v prostředí s frekvenčním znečištěním do 150 kHz až 2 GHz bez vyvolání poplachu. [24] Firma Conrad electronic má svůj mikrovlnný detektor pohybu nastavený na pracovní frekvenci 9,35 GHz. Zařízení není přímo určeno pro zabezpečení objektu, ale spíše jako automatizační prvek. Využití k zabezpečení objektu je podle datasheetu taky možné, ovšem není garantována přesnost. [25]

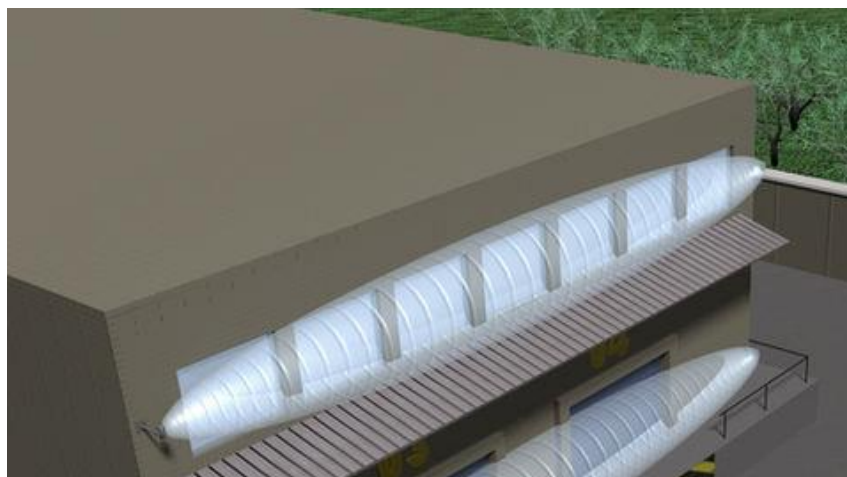
Jedním z detektorů pracujících taktéž na mikrovlnném záření jsou mikrovlnné bariéry. Mikrovlnné bariéry se nejčastěji využívají jako jeden z druhů perimetrické ochrany. Tyto bariéry pracují nejčastěji na principu Dopplerova jevu. Hlavním důvodem jejich použití v exteriérech je jejich citlivost na již malou změnu kmitočtu. V tomto případě se nachází vysílač i přijímač v jednom pouzdře. Druhou možností je, že vysílač s přijímačem jsou odděleny a instalovány proti sobě. Mezi nimi se vytvoří chráněná zóna. Přijímač poté vyhodnocuje rozdíl mezi přednastavenou velikostí amplitudy a přijatou velikostí amplitudy. Pokud se tyto velikosti liší, je vyhlášen poplach. [16] Mikrovlnná bariéra TAKEX MW-50 je schopná pokrýt oblast o délce 1 – 50 m. Využívá přitom pracovní frekvenci 24,11 GHz u verze MW-50L, nebo 24,19 GHz u verze MW-50H. Tento detektor pracuje na principu

Dopplerova jevu. [50] U většiny výrobků jsou pracovní frekvence označeny K-band nebo X-band. Toto označení je rozdělení spektra podle skupiny IEEE. Skupina přístrojů spadající do skupiny K-band pracuje na kmitočtech 18 – 26,5 GHz a kromě zabezpečovacích systémů se využívá např. i u automobilových radarů. X-band je označení pro pásmo 8 – 12 GHz. Výhodnější pro využití ve venkovním prostředí jsou výrobky využívající pásmo 18 – 26,5 GHz. [51]

3.3.2 Ultrazvukové a VKV detektory

Ultrazvukové detektory pracují na frekvencích v rozmezí 20 – 60 kHz. Nejčastěji se využívá frekvence 40 kHz. Využití těchto detektorů je v ochraně automobilů, především v karoseriové verzi kabriolet. Takový detektor nabízí firma Jablotron. Ten pracuje na frekvenci 40 kHz. Tato frekvence nabízí kompromis mezi rozlišovací schopností a eliminací zvukového projevu detektoru. [26]

Dříve se hlavně k ochraně perimetru využívaly tzv. VKV detektory. Tyto detektory se nazývají také rádiové. Jako takové se skládaly ze dvou antén, vysílací a přijímací. Tyto antény hlídaly homogenitu rádiového pole mezi nimi. Tyto detektory pracují s pracovní frekvencí 420 MHz. [27] Detektory jsou vyráběny ve dvou verzích. První verzi je tzv. monolitní provedení. U tohoto provedení jsou vysílač i přijímač v jednom těle. Dosah tohoto detektoru je do 15 metrů. Detektor pracuje na principu Dopplerova jevu, tedy vyhodnocuje změnu kmitočtu odraženého od pohybujícího se objektu. Druhou verzí jsou dělené detektory. Ty jsou citlivější oproti jejich monolitnímu provedení. Jsou schopné pokrýt prostor o délce 50 m a šířce 10 m. Vyzářené pole je podobné vyzářenému poli mikrovlnných detektorů a je znázorněno na obrázku Obr. 6.



Obr. 6 Vyzářené pole VKV detektoru [52]

Z důvodu prostupnosti vln zdmi chráněných objektů a vyvolávání planých poplachů z důvodu reakce na pohyb i v nestřežených zónách se od využívání těchto detektorů upustilo a detektory se postupně nahradily mikrovlnnými.

3.3.3 Pasivní a aktivní infračervené detektory

Pasivní infračervený detektor jako takový žádné záření nevysílá. Ovšem na druhé straně snímá změny vlnové délky ve střeženém prostoru. Tato vlnová délka se pohybuje v rozmezí 8 – 14 μm . Lidské tělo vyzařuje vlnovou délku 9,4 μm . [28] Pokud se vlnová délka převede na kmitočet, bude se jeho hodnota pohybovat kolem 31,894 THz.

Dalším druhem infračervených detektorů je aktivní infračervený detektor. Tento druh detektoru je schopen detekovat pohyb tělesa, které nic nevyzařuje, ale i těleso velmi pomalu pohybující. Pro svou činnost využívají pracovní frekvence o velikosti 1013 GHz. Další detektory pracující na podobném principu jsou např. infračervené bariéry. Tyto bariéry pracují na principu vysílání infračerveného paprsku, který je následně přijímán fotocitlivým článkem. Při přerušení tohoto paprsku je automaticky vyvolán poplach. Bariéry pracují s vlnovými délkami 850 nm, 1300 nm a 1550 nm v závislosti na použité laserové diodě. Tyto hodnoty se rovnají 352,706 THz, 230,615 THz popřípadě 193,419 THz. [29] Dosah bariéry může být až 25 metrů. Infračervená bariéra firmy Alarmsecurity model ABT-100WL (Obr. 7) je jednou z možností zajištění perimetru. Vyrábí se ve dvou paprskovém provedení. Poplach je vyvolán až ve chvíli přerušení všech paprsků, čímž je předcházeno vyvolávání planých poplachů. Paprsky se vysílají pulzně, to znamená, že diody nesvíí neustále. To je také jedno z opatření proti vyvolávání planých poplachů. Detektory mohou být vybaveny radiovým modulem pro komunikaci s ústřednou, čímž odpadá starost o do-datečné výkopové práce a vedení kabeláže.



Obr. 7 Infračervená bariéra [53]

3.4 Pracovní kmitočty řídicích jednotek

Jednou z možností určitého radiového rušení mohou způsobovat řídicí jednotky ústředěn poplachových systémů. Tyto jednotky obdobně jako např. procesory počítače pracují na určitých frekvencích a mohou tedy způsobovat jakési, i když nepatrné, rušení.

Jako hlavní výpočetní prvky se v ústřednách využívají procesory architektury ARM. Tento typ procesorů je znám svou nízkou spotřebou elektrické energie, ale zároveň poskytují vysoký výpočetní výkon. Jedním z využívaných procesorů ARM je Cortex-M0, tento 32-bitový procesor je schopný pracovat na frekvenci až 50 MHz. [30] Tento čip je využit např. u ústředěn Siemens.

Ústředny PZTS jsou řízeny pomocí mikrokontrolérů, které zpracovávají přijaté signály. Příkladem je mikrokontrolér LPC1768. Tento mikrokontrolér využívá procesor architektury ARM přesněji model ARM7TDMI. Jedná se o 32-bitový procesor a efektivním kmitočtem 72 MHz. Na tyto procesory vývojově navazují jádra Cortex-M3. Tyto jádra se využívají například u PDA a jsou schopné dosáhnout frekvence až 100 MHz. Veškerý výpočetní výkon je však závislý na výrobní architektuře. [54] Pokud by se dále řešila problematika amatérsky vyrobených ústředěn, je možné využít mikrokontrolér PIC16F877. Jeho operační frekvence je 20 MHz. Ovšem v tomto případě se jedná o 8-bitový CMOS FLASH kontrolér. Ovšem je schopen obsluhovat GSM komunikátor a komunikovat s počítačem skrz RS-323. [55]

Dílčí závěr

Ve třetí kapitole byly vypsány frekvence, které jsou použity při řešení zabezpečovacích systémů. Tyto frekvence jsou důležité zejména při řešení instalace bezdrátových systémů bezpečnostních instalací. Jako jedna z možností komunikace PZTS s DPPC je taktéž bezdrátová komunikace, řešená nejčastěji přes GSM a mobilního operátora. Kmitočtové pásma využitá pro komunikaci jednotlivých prvků PZTS mezi sebou jsou ošetřeny všeobecným oprávněním VO-R/10/05.2014-3 pro poplachové aplikace pracující na kmitočtech 434 MHz. Poplachové aplikace komunikující na 868 MHz jsou ošetřeny normou ČSN ETSI EN 300 220-2 jakožto zařízení krátkého dosahu. Tyto pásma jsou navržena v závislosti na možnostech zarušení komunikace. Jako další možnost určitého druhu rušení kmitočtového pásma tvoří samotné aktivní detektory pro zabezpečení chráněného prostoru. Frekvence, které tyto detektory vyzářují, závisí na technologii, se kterou daný detektor pracuje. V neposlední řadě je důležité si uvědomit, že i samotné ústředny se mohou stávat

jakýmsi zdrojem rušení spektra. Jedním z takovýchto zdrojů mohou být samotné procesory ústředěn, popřípadě jejich zdroje. Přehled využívaných kmitočtů je zobrazen v tabulce Tab. 8.

Tab. 8 Přehled využívaných kmitočtů

Používané zařízení	Kmitočty
Přenos na DPPC	
GSM	850, 900, 1800, 1900 MHz
Radiový přenos	27 MHz, 80 MHz, 160 MHz
Komunikace komponent poplachových systémů	
Detektory s ústřednou	433 MHz, 800 – 900 MHz, 2,4 GHz
Komunikace kamer	1,2 GHz, 2400 – 2483,5 MHz, 5,15 – 5,35 GHz
Komunikace RFID	125 – 134 kHz, 13,56 MHz, 860 – 930 MHz 2,45 GHz, 5,8 GHz
Jednotlivé detektory	
Mikrovlnné detektory	9200 MHz až 24,25 GHz (v praxi 10,525 GHz, 9,35 GHz)
Mikrovlnné bariéry	24,11 GHz, 24,19 GHz
Ultrazvukové detektory	20 – 60 kHz (v praxi 40 kHz)
VKV detektory	420 MHz
PIR detektory	31,894 THz (snímaná vlnová délka převedená na kmitočet)
AIR detektory	1013 GHz
Infračervené bariéry	352,706 THz, 230,615 THz, 193,419 THz
Pracovní kmitočty řídicích jednotek	
Procesory řady ARM	20 MHz, 50 MHz, 72 MHz

4 ZÁSADY APLIKACE RADIOVÝCH KOMPONENT POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ

Při aplikaci radiových komponent je nutné vzít v potaz některé podmínky. Hlavní podmínkou je posouzení objektu z hlediska EMC, dále musí projektant zvážit požadavky na výrobky a ověřit si prohlášení o shodě. Jako další možnost řešení je použít zařízení s funkcí vlastní kontroly dostupnosti detektoru a ústředny. Při tom všem se musí zohlednit podmínky dané normami a nakonec i ekonomické hledisko aplikace.

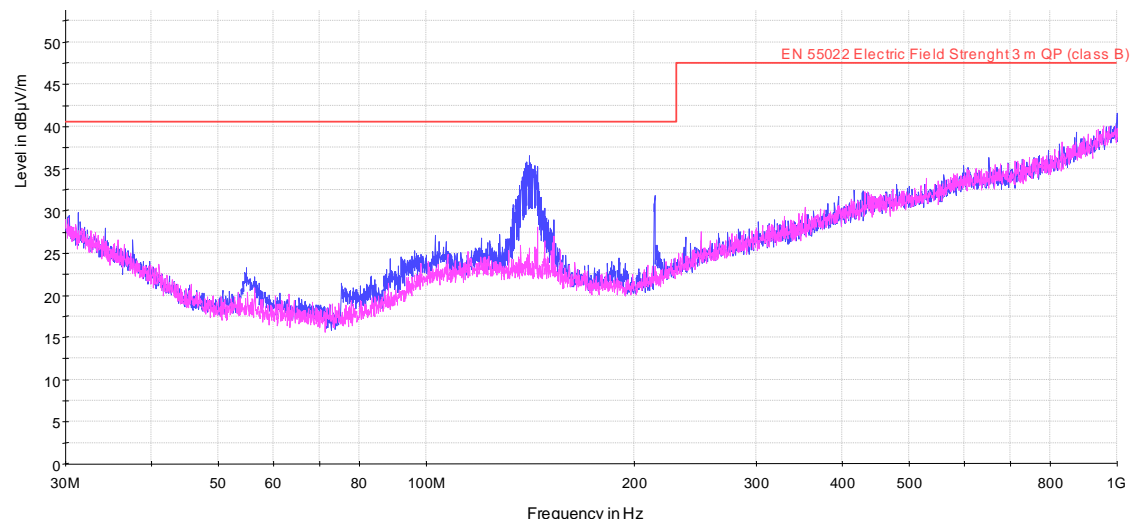
4.1 Bezpečnostní posouzení

Prvním krokem při řešení zástavby bezpečnostního systému je bezpečnostní posouzení objektu, do kterého má být systém instalován a jeho okolí. V tomto případě se bude tato kapitola zabývat pouze problematikou EMC ve vztahu k bezdrátovým prvkům bezpečnostního systému.

Při návrhu poplachových systémů s radiovými prvky se musí vycházet z okolí objektu, v kterém budeme tuto instalaci provádět. Jiné radiové rušení bude v oblasti s malým osídlením a jiné ve městských aglomeracích. Pokud by se bralo hledisko instalace např. na vesnici, je velká šance, že rušení poplachové instalace bude možné například od zářivek, které jsou schopny rušit v pásmu 100 Hz – 3 MHz. Z komunikačních služeb se v takovýchto oblastech budou využívat pouze frekvence pro provoz GSM, televizního a rozhlasové vysílání. Ve městech se potom k tomu všemu přidávají veřejné přístupové body na internet, Wi-Fi sítě domů v sousedství, atd. Pokud by se musela řešit instalace např. v průmyslových objektech, je třeba vzít v úvahu možnost rušení od výkonových spínačů (od 0,1 Hz do 20 MHz), spínaných síťových zdrojů (0,1 Hz – 30 MHz), zapalovacími obvody zážehových motorů, měničů v dopravních prostředcích jako jsou tramvaje nebo trolejbusy.

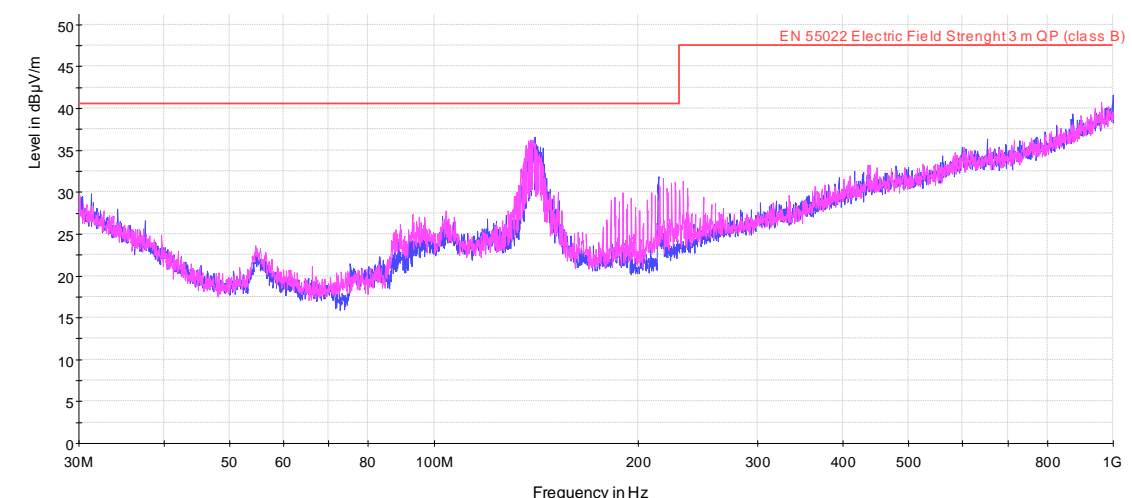
Následně je nutné zohlednit prvky elektrotechniky v zabezpečovaném objektu. Jejich skladbu a možnosti jak rušit své okolí. Rušení lze rozdělit na nízkofrekvenční a vysokofrekvenční rušení. Nízkofrekvenční rušení působí v pásmu do 10 kHz. Negativně ovlivňuje funkci komunikačních systémů. Rušení je generováno skoro všemi energetickými zdroji. Vysokofrekvenční rušení se nachází v pásmu 10 kHz až 400 GHz. Vysokofrekvenční rušení generují prakticky všechna zařízení, která produkují své pracovní signály. Tyto rušivé kmitočty mohou zasahovat až do pásma vysokofrekvenčního rušení. [31]

V neposlední řadě je nutné počítat i s tím, že samotné prvky PZTS mohou být zdrojem rušení. Když pomíneme aktivní detektory, které ke svému provozu potřebují vyzařovat signály o určité frekvenci, tak např. ústředny mají jako největší zdroj rušení své napájecí zdroje. Díky stavbě těchto zdrojů je největší pásmo rušení mezi 140 až 160 MHz dále potom v pásmech 55 – 60 MHz a v pásmu okolo 220 MHz (modrá křivka Obr. 8).



Obr. 8 Rušení způsobené napájecím zdrojem [32]

Další možností zvýšeného rušení od ústředny je v důsledku vyvolání poplachu v režimu zastřeženo. Zde se rušení projevuje díky spínání smyček a signalizace bzučákem přístroje a činností výstražného zařízení, zde sirény. Rušení se projeví v pásmu 180 – 250 MHz, viz Obr. 9. [32]



Obr. 9 Rušení způsobené vyvoláním poplachu [32]

Při bezpečnostním posouzení se v okolí objektu určí možné zdroje EMI pro poplachové aplikace. Po určení potenciálních zdrojů EMI se provede měření spektrálním analyzáto-

rem se zaměřením na frekvence, které se budou využívat pro komunikaci komponent poplachových systémů. Výhodou použití spektrálního analyzátoru je rychlé vizuální zobrazení rušivého spektra na displeji přístroje. Analyzátor je pro měření doplněn o vhodnou anténu. Jedním z takových zařízení může být např. spektrální analyzátor Spectan od firmy Aaronia (Obr. 10).



Obr. 10 Spektrální analyzátor EMC [56]

4.2 Požadavky na výrobky

Všechny komponenty poplachových systémů musí pro uvedení na trh splňovat určité požadavky na konstrukci z hlediska EMC, které je dáno Nařízením vlády č. 616/2006 Sb. Dále se poté v případě radiových a telekomunikačních zařízení komponent musí řídit Nařízením vlády č. 426/2000 Sb.

Podle NV č. 616/2006 Sb. jsou prvky PZTS považovány za zařízení. Toto nařízení udává požadavky na výrobky. Stanovuje základní požadavky na ochranu. Zařízení by mělo být navrženo tak, aby bylo zajištěno že:

- EMI nepřesáhnu úroveň, za níž by radiové a telekomunikační zařízení nebyly schopny správně fungovat,
- úroveň EMS dovolí zařízení fungovat při předpokládaném rušení bez nepříjemného zhoršení určitých funkcí.

Dále je stanoven postup posuzování shody při výrobě. Výrobce je nucen posoudit elektromagnetickou kompatibilitu přístroje s cílem splnit požadavky na ochranu. Při tom je nutné vycházet z hodnot uvedených v harmonizačních normách. Při posuzování elektromagnetické kompatibility se vezmou v úvahu všechny běžné provozní podmínky a přístroj se na ně přezkouší ve všech režimech nastavení. Následně se vypracuje ES prohlášení o shodě. [33]

Podle nařízení vlády č. 426/2000 Sb. se musí ke každému zařízení, které přijde na trh doložit ES prohlášení o shodě se základními požadavky. Dále se uvedou identifikační značky zařízení jako je číslo typu, číslo výrobní série nebo výrobní číslo a jméno výrobce nebo osoby zodpovědné za uvedení na trh. Dále se u radiových prvků uvede identifikační znak CE s číslem notifikované osoby, která posouzení shody provedla. K dokladům o posouzení shody se přiloží technická dokumentace. [34]

Mezi základní požadavky na radiová zařízení se řadí:

- ochrana zdraví a bezpečnosti uživatel,
- ochrana týkající se EMC,
- efektivní využívání přiřazeného kmitočtového spektra,
- zabránění nežádoucím interferencím.

Pokud by nebyly splněny podmínky udávané NV 426/2000 Sb. nesmí se takové zařízení uvádět na trh. [35]

Projektant se při návrhu zaměří prvořadě na kmitočet, na kterém komponenty komunikují. Toto je důležité z hlediska kompatibility výrobků od různých výrobců. Na výrobku si následně zkontroluje označení CE, jestli nedošlo k záměně s označením pro China Export. Následně zkontroluje ES prohlášení o shodě u každého výrobku, který bude chtít do systému využít. Z něj si zjistí, které harmonizační normy byly využity pro testování při řízení ES prohlášení o shodě. Následně se zaměří na výsledky měření při testování zařízení, v tomto případě měření EMI přístroje a EMS přístroje. K tomu si vyžádá od výrobce nebo dovozce zkušební protokoly s naměřenými hodnotami.

4.3 Ověření dostupnosti

Systemy, které pracují s radiovým přenosem zpráv na ústřednu, mívají zabudovaný systém ověření dostupnosti komponent ve svém okolí. Tento systém bývá doplněn i ukazatelem síly signálu pro danou komponentu.

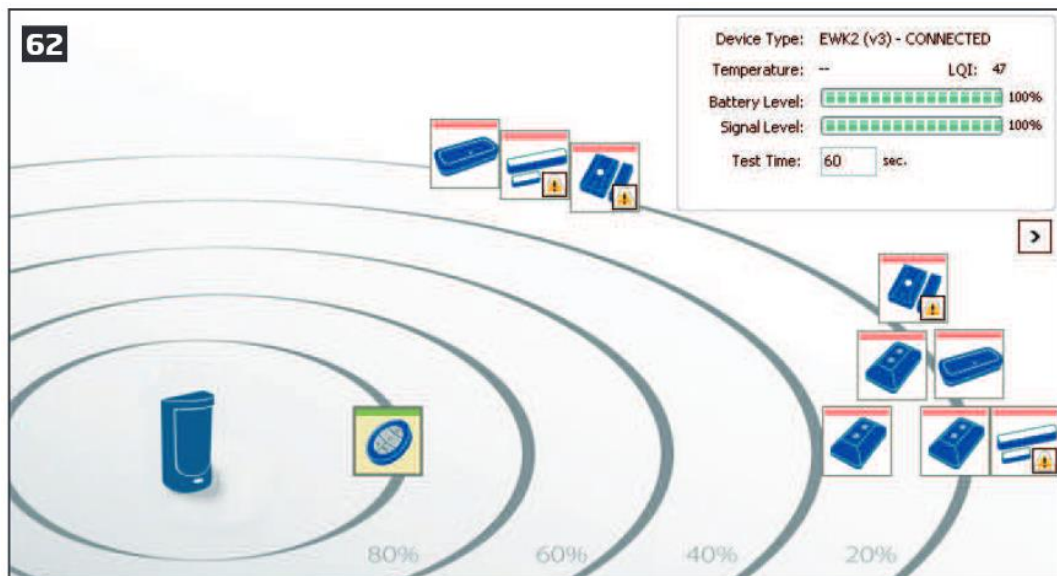
Jako příklad bude uvedena ústředna Jablotron JA – 83K. Tato ústředna má možnost kontrolovat dostupnost bezdrátových detektorů po určité časové periodě. V případě této ústředny to je 9 minut. Pokud by se v těchto cyklech některá z periférií nehlásila 2 hodiny, systém ji automaticky nahlásí jako ztracenou. V tomto případě je síla signálu značena na klávesnici v rozsahu 1/4 až 4/4. Minimální síla signálu doporučovaná výrobcem je potom 2/4. V případě nižší síly signálu je nutné detektor přesunout na lepší místo. [36]

Kontrola dostupnosti se nedoporučuje u detektorů, které jsou instalovány do vozidel, které se nachází v blízkosti domu se zabezpečovací instalací. V případě odjezdu vozidla z dosahu ústředny by tato hlásila automaticky ztrátu detektoru. Detektory pro zabezpečení perimetru se o kontrolu dostupnosti starají samy. Podobně jako ústředna každých 9 minut vysílají kontrolní signály pro ověření dostupnosti ústředny. Zároveň se tak kontroluje připravenost všech prvků instalovaného systému.

Na následujících obrázcích je možné vidět software pro kontrolu bezdrátových komponent poplachového systému EPIR3 od firmy ELDES. Tento systém je určen pro malé objekty, jako jsou chaty, zahradní domky, garáže atd. Systém se skládá z miniaturní ústředny zabudované v PIR detektorem. Obsahuje GSM modul pro komunikaci s uživatelem a radiový modul pro možné rozšíření systému. Na obrázku Obr. 11 je možné vidět soupisku komponent v dosahu ústředny, na dalším obrázku Obr. 12 jsou komponenty zobrazeny v tzv. radarovém zobrazení.

Device ID	Status	Zone	Tamper	Signal Strength	Battery	Temperature	Action
not connected	OK	OK	OK	Low	46%	20°C	Add
EWS1 (v17) ID:06280F12	not connected	OK	OK	Low	51%	0°C	Add
EWS3 (v2) ID:0D7C8BD4	not connected	OK	OK	Low	67%	23°C	Add
EWD2 (v2) ID:0E356143	not connected	ALARM	ALARM	Medium	100%	N/A	Add
EWD1 (v18) ID:07CB45FC	not connected	ALARM	OK	Low	87%	26°C	Add
EWD2 (v1) ID:0ED6EDCC	not connected	ALARM	OK	Low	0%	N/A	Add
EWK2 (v3) ID:0C21D4FD	not connected	OK	OK	High	0%	20°C	Add
EWS3 (v1) ID:0DC3C150	not connected	OK	OK	Low	0%	20°C	Add

Obr. 11 Seznam komponent v systému ELDES Configuration Tool [57]



Obr. 12 Zobrazení komponent v grafickém rozhraní [57]

4.4 Požadavky norem

Samotné kmenové normy zohledňují aplikaci radiových prvků PZTS a udávají určitá doporučení nebo omezení pro jejich použití. V této podkapitole bude pojednáno o požadavcích norem ČSN EN 50 131-1, ČSN EN 50 131-7 a ČSN EN 50 136.

Norma ČSN EN 50 131-1 udává v kapitole 8 podmínky pro propojení prvků PZTS. To by mělo být navrženo vhodně, aby byl poskytnut spolehlivý prostředek pro komunikaci komponent. Mezi komponenty musí být možnost ověření pro uskutečnění komunikace nezbytné pro provoz PZTS. Propojení je proto monitorováno pro spolehlivost přenosu signálů a zpráv. Dále jsou stanoveny maximální časy nedostupnosti prvků. Po uplynutí tohoto času se bude generovat signál pro sabotáž nebo poruchu. Časy jsou uvedeny v tabulce Tab. 9. [37]

Tab. 9 Čas nedostupnosti prvků [37]

Stupeň zabezpečení	1	2	3	4
Maximální doba nedostupnosti (s)	100	100	100	10

Další požadavky na aplikaci radiových komponent určuje i norma ČSN EN 50 131-7 popisující pokyny pro aplikace.

Příloha E informuje o vnějších vlivech působících na PZTS. Na tyto vlivy by mělo být myšleno při návrhu montáže radiových prvků. Zajímavými částmi jsou části E.4 a E.5. Část E.4 popisuje vysokofrekvenční rušení. Zvláštní pozornost by měla být věnována odolnosti zařízení proti elektromagnetickému rušení, hlavně pokud budou tyto zařízení instalována v prostorech:

- sousedících se stožárů vysílačů rozhlasu nebo televize,
- v blízkosti antén radarů,
- základnových stanic systémů mobilní komunikace,
- antén amatérských vysílačů.

Část E.5 se potom zaměřuje na sousední prostory. Hlavně se má věnovat pozornost prostorům a činnostem v nich provozovaných. To platí zvláště pro provozy s těžkými stoji, nebo zařízeními, které mohou generovat vysoké hladiny elektromagnetického rušení.

Příloha H udává specifikace pro technické posouzení. Je zde nutné zvážit všechny faktory ovlivňující provoz PZTS. V části H.1.3 je popisováno bezdrátové spojení. Při použití takovéto možnosti spojení je nutné vzít v úvahu:

- umístění antén, pro spolehlivou komunikaci s komponentami,
- možnost interference mezi prvky PZTS a dalšími vysokofrekvenčními zařízeními,
- přítomnost kovových předmětů v blízkosti antény zařízení. [38]

Norma ČSN EN 50136-1-1 určuje všeobecné požadavky na poplachové přenosové zařízení. Požadavky jsou zde kladeny na zkoušku přenosu poplachové zprávy. Tato zkouška se provádí manuálním posláním zprávy na DPPC a to minimálně na úrovni zařízení 3. Zajištění přenosu zprávy je poté signalizováno potvrzovacím signálem. Z hlediska bezpečnosti přenosu se zavádí preventivní měření proti úmyslným pokusům o ovlivnění přenosu poplachové zprávy. [39]

Při aplikaci poplachových systémů je vhodné dbát na návrh redundantních přenosových tras, pokud je nutné použít vyšší stupeň zabezpečení. Pokud není možné zajistit nejvyšší možnou úroveň dostupnosti, musí být systém doplněn o prvky lokálního varování. Pokud budou využity systémy přivolání pomoci, je nutné brát v úvahu i přenos hlasu. Musí být proto zohledněna i kvalita přenosu hlasu po přenosové síti. U CCTV to platí obdobně, akorát zde je nutné se zaměřit na kvalitu obrazu při přenosu. Lze vzít v úvahu i to zda se má pouze ověřit poplach nebo i identifikovat pachatel. Pokud by se dělala kombinace více poplachových systémů, vychází se z nejpřísnějších kritérií. [40]

4.5 Ekonomické hledisko

V neposlední řadě je u značné části instalací rozhodujícím faktorem cena za instalaci a další poplatky za případné doplňkové práce.

Z ekonomického hlediska lze rozdělit montáže podle velikostí střeženého objektu. V tomto případě budou objekty rozděleny na typové instalace byt, dům, komerční prostory a firemní komplexy.

Typová instalace byt je brána jako instalace, kdy je byt již obydlen, tudíž není možné dělat příliš velké zásahy do stěn a sekát drážky pro kabelové vedení. V tomto případě je vhodné využít možnosti bezdrátové komunikace. Z počátku bude větší finanční investice při pořízování detektorů, které jsou cenově o cca 300 Kč dražší než jejich drátová varianta. Protiváhou k ceně by mohly být nižší poplatky za energie, protože trvale je napájena pouze ústředna. Veškeré další periferie jsou napájeny bateriemi s výdrží 2 – 3 roky. Co se týče montáže, u bezdrátových zařízení se bude vztahovat pouze na nákup montážních prvků, jako jsou hmoždinky do zdi a vruty pro montáž na stěnu. V případě využití drátového řešení se cena za instalaci navýší o zednické práce.

Při montáži PZTS do domu musíme vycházet hlavně z toho, jestli se jedná o novostavbu nebo již postavený dům. Pokud by se jednalo o novostavbu, u které se počítá s instalací zabezpečovacího systému, budou již ve stěnách připraveny kabelové svazky pro smyčky, popřípadě bude po domě rozvedena sběrnice systému. V tomto případě se náklady na montáž započítává většinou do prací v rámci elektro zástavby. Při instalaci zabezpečovacího systému do již obydleného domu se vyplatí opět spíše instalace popisovaná v předešlém odstavci o instalaci v bytě. V případě špatného pokrytí objektu signálem z radiových prvků je možné využít hybridního systému, kdy se na sběrnici napojí na vhodné místo radiový modul a přes ten následně napojujeme radiové prvky.

Při instalacích PZTS do komerčních prostor jsou hlavním prvkem co nejnižší prostoje ve výkonu práce. Proto je tu možnost důkladnější instalace drátových prvků v období firemních prázdnin, kdy se mohou udělat i větší zednické práce. V tomto případě je již nutné využívat hybridní systém, tedy kombinaci např. sběrnice ústředny s montáží radiových modulů do míst, odkud budeme dále instalovat bezdrátové detektory. Určitou výhodou je pokud se využije spíše radiových prvků a to z důvodu snazší instalace a levnějšího provozu.

Při instalaci bezpečnostních systémů do velkých firemních komplexů se opakuje stejný postup jako u výše zmiňovaných firemních prostor. Velkou výhodou při instalacích radiových modulů je snadná rozšiřitelnost PZTS do budoucnosti při nízkých nákladech na realizaci.

Dílčí závěr

Ve čtvrté části byly rozebrány možnosti řešení poplachových systémů na bázi radiových prvků. Pro návrh těchto systémů je možno navrhnout následující zásady:

1. Provést rozbor možných zdrojů rušení v okolí budoucí instalace poplachového systému.
2. Provést měření intenzity elektromagnetického rušení v místě instalace poplachového systému
3. Provést kalkulaci bezdrátového systému. Připravit si drátové varianty instalace v případě velkého rušení.
4. Využít výrobky s doloženým ES prohlášením o shodě.
5. Vyžádat od výrobce nebo dodavatele protokoly o měření EMI a testování EMS komponent.
6. Zkontrolovat splnění podmínek EMC daných harmonizačními normami.
7. Prozkoumat plány budovy a zjistit sílu a materiál stěn z důvodu útlumu signálu nebo stínění.
8. Při instalaci dbát na dosah radiových komponent, útlum, stínění jednotlivých překážek. Využít ke kontrole SW ústředěn nebo signalizační prvky.
9. V případě nízké síly signálu doplnit komponenty o externí antény.
10. Využít stávající radiovou komunikační infrastrukturu např. 2,4 GHz, popřípadě navrhnout jeho rozšíření pro možnosti provozu kamerových systémů.
11. Při návrhu přenosové trasy na DPPC zohlednit možnost redundantního spoje, doplnění o zařízení lokálního varování.
12. Vybrat přenosový kanál vhodný pro kvalitní přenos hlasu (systémy přivolání pomoci) nebo obrazu (CCTV).

5 VÝVOJOVÉ TRENDY V OBLASTI VYUŽITÍ RADIOVÉHO SPEKTRA

Využívání radiového spektra je velmi variabilní. Je konzultováno na konferencích WRC, kde se řeší budoucí možnosti a změny v užívání jednotlivých kmitočtů a služeb. ČTÚ vydává svou strategii správy radiového spektra, ve které uvádí opatření pro kmitočtová pásma, opatření k efektivnímu využívání spektra a v neposlední řadě vývojové trendy užívání spektra.

Jedním z hlavních cílů do budoucna je zlepšení prevence proti rušení meteorologických služeb a odstraňování tohoto rušení. Mezi nástroje pro dosažení tohoto stavu patří plánování, koordinace, zavádění novějších a pokročilejších technik vzájemné existence stanic a využívání spektra těchto stanic. Problematika je velmi ožehavá hlavně z pohledu rušení televizního signálu a bezdrátového připojení k internetu. U výše zmíněného televizního vysílání se řeší v současné době rušení provozem sítí LTE v pásmu 800 MHz. Provoz je sice již v tuto dobu upraven příslušnou metodikou, ale do budoucna se počítá s úpravou metodiky podle aktuálních poznatků provozovatelů LTE a využití zkušeností ze zahraničí. Dalším problémem s rušením trpí pásmo bezdrátového připojení k internetu. Zde je problém hlavně v pásmu 5,60 – 5,65 GHz, kdy provoz Wi-Fi škodlivě ruší služby meteorologických radarů. Hlavní vysílací výkon je zde omezen na 1 W, který musí být vhodně rozložen. [41]



Obr. 13 Rušení meteorologického radaru Wi-Fi 5,5 GHz [42, 43]

Jak se projevuje rušení meteorologických radarů je vidět na obrázku Obr. 13. V pravé části obrázku jsou zobrazeny data meteorologického radaru bez filtru. Zde je možné vidět paprsky, které značí zarušení. Na levé straně je poté ten samý snímek s odfiltrovanými paprsky.

Velký trend ve vývoji panuje ve využívání bez licenčního pásma, ve které se provozují služby Wi-Fi, zařízení krátkého dosahu a systémy M2M (Machine to Machine), což je komunikace mezi zařízeními. Do komunikace M2M lze zařadit i komunikaci v rámci bezpečnostních služeb, řídicích a zabezpečovacích systémů. U řídicích systémů se toto využívá u GSM ovladačů. Pokud je nutné, jsou zařízení vytvořena tak, aby sama potlačovala vzájemné rušení. Toto je jeden z velkých směrů vývoje komunikací v bez licenčním pásmu. Zařízení s krátkým dosahem využívají při svém provozu kmitočty od desítek kHz po desítky GHz. Jejich hlavní kmitočtové pásma jsou 433 MHz, 863 – 870 MHz, 2,4 GHz a 5 GHz. Podle analýzy, kterou si dělaly evropské organizace, vzrostl trh s protipožárními alarmy o 3,3 % za rok a trh se zabezpečovací technikou dokonce o 10 %. U dalších zařízení krátkého dosahu, jako jsou například zařízení pro domácí automatizaci, se zvedl prodej v posledních letech o 15 – 50 %. Aby v domácnostech nedocházelo ke vzájemnému rušení těchto zařízení, využívají se k zajištění algoritmy, které zamezí tomuto jevu. Jako jedno z opatření se využívají velmi krátké provozní intervaly tzv. duty cycle, dále se využívají systémy vysílání s rozprostřeným spektrem a další.

Základem systému M2M je přenos informace relativně malou přenosovou rychlostí mezi zařízeními a databází nebo komunikace mezi zařízením a člověkem. Tyto systémy se využívají u výše zmíněných systémů automatizace, kamerových systémů, zabezpečovacích systémů. Jedna z možností využití jsou systémy na účtování dodávek v energetických sítích a ovládání decentralizované výroby energií. Jako další možnosti využití technologií mimo bezpečnostní sféru jsou radiové odečty tepla, které jsou nyní podle zákona č. 318/2012 Sb. montovány na otopné soustavy panelových domů. Systémy M2M jsou někdy označovány jako internet věcí. Je zde očekáván velký rozvoj vzhledem k technologické vyspělosti. Tento vývoj je koordinován evropskou legislativou. Podle směrnice 2009/72/ES o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou chtějí některé státy do konce roku 2020 vybavit až 80 % domácností technologiemi M2M. Tento systém se bude ještě s jistotou rozšiřovat a to i z důvodu možností přenosu provozu prostřednictvím buňkových sítí, tedy systémy GSM, přesněji pomocí služby SMS. Provoz těchto systémů směřuje pomalu do pásem bílých míst, tj. míst, které se nachází mimo provozní oblasti pokrytí, nebo oddělují vysílače. Zde je snaha zavést nový komunikační standard, odvozený od služby Wi-Fi, kdy by komunikovaly zařízení M2M, které by využívaly identifikaci přes IP adresy. [41]

Co se týče bílých míst ve spektru, tak se v současnosti testují první přístroje založené na naučných technologiích, které budou schopny vyhodnotit optimální provozní podmínky a to ještě před zahájením svého vysílání. Základem bude vyloučení rušení služby, která pásmo prioritně využívá. K tomu bude zařízení využívat databáze s údaji o kmitočtech vhodných pro provoz nebo o maximálním povoleném výkonu. Zařízení bude následně měnit své provozní parametry podle této databáze do doby, než vznikne rušení. Do budoucna se počítá s rozšířením takovýchto zařízení hlavně v pásmu ultra vysoké frekvence. Tzv. kognitivní zařízení vyřeší problematiku rušení hlavně v těchto odvětvích:

- komunikace v nouzových situacích se zajištěním priorit pro vybrané skupiny uživatelů,
- širokopásmové radiové služby,
- komunikace ve vojenských a bezpečnostních a jiných speciálních složkách. [44]

Vývoj panuje i ve sféře komunikace bezpečnostních a záchranných složek. Hlavním cílem je v současnosti harmonizace spektra. Tuto harmonizaci řeší na celosvětové úrovni ITU a na evropské CEPT. Záměrem harmonizace je zaručit komunikaci mezi jednotlivými státy společenství a zajistit tak nasazení jednotek těchto států kdekoliv, kde vznikne potřeba. Dalším důvodem je sjednocení komunikačních zařízení a jejich rozšíření pro další trhy. Do budoucna se plánují změny v operačních požadavcích těchto zařízení. Hlavní provozní požadavky budou kladeny na širokopásmové aplikace, hlavně na rychlý přístup k databázím, bude požadována robustnost spojů, a hlavně možnost utajení kanálů. Tento trend má za následek změnu technologické základny. Díky rozvoji mobilních technologií a zavádění technologie LTE bude možné rozšířit i možnosti systémů ochrany veřejnosti a pomoci při katastrofách. V současnosti jsou dvě možnosti provozu těchto služeb. Jedním trendem je využití komerčních sítí. Nevýhodou je, že poté budou mít tyto systémy sdílený kanál s dalšími komerčními službami. Druhou, nákladnější, možností je vytvoření vlastního kanálu pro tyto systémy, čímž se docílí jejich potřebné stability. Nyní jsou definovány provozní požadavky vypočtené pro technologii LTE o hodnotě 2×10 MHz s tím, že pokud by nastala rozsáhlá katastrofa, bude dodatečně využito ke komunikaci u radiových prostředků AČR pracujících na jiných kmitočtech. [41]

Dílčí závěr

V páté kapitole jsou rozebrány vývojové trendy v oblasti využívání radiového spektra. Tyto trendy se kromě jiného určují na konferencích WRC, kde se probírá problematika využívání spektra do budoucna. ČTÚ vydává každoročně strategii využití radiového spektra, kde popisuje stavy za uplynulý rok a uvádí trendy, kterými se bude ubírat v budoucnu. Jedním z velkých trendů do budoucna bude omezení rušení meteorologických služeb. Hlavním zdrojem rušení v současnosti je bezdrátový internet na 5,5 GHz. Zde je rušení způsobováno nedodržením výkonu vysílače. Dalším trendem do budoucna je rozvoj systémů M2M. Ročně se zvýší využívání těchto systémů o cca 10% na poli bezpečnostních technologií. Podle prognóz by se mohly tyto systémy do roku 2020 podílet 80 % na vybavení domácností. V neposlední řadě se v budoucnu počítá s využitím tzv. bílých míst. Tyto místa by měla být v budoucnu využívána kognitivními přístroji. Tyto přístroje budou mít přístup do databáze využitých kmitočtů a budou schopny měnit své kmitočty právě do těchto bílých míst.

ZÁVĚR

Problematika radiového spektra je dosti rozsáhlá. Vzhledem ke každodennímu využívání radiových prvků je nutné provoz těchto prvků legislativně řídit. Na celosvětové úrovni se legislativní stránce věnuje ITU, které pořádá Světové radiokomunikační konference, na kterých se probírá problematika využívání radiových zařízení. Jednotlivé organizace na těchto konferencích jednájí o normalizačních dokumentech a harmonizaci kmitočtů pro provoz radiových technologií. Výstupy se poté zanesou do harmonizačních dokumentů a členské státy je zohlední v návrhu svých kmitočtových tabulek.

Správa radiového spektra v ČR je řešena Národní kmitočtovou tabulkou. Tato tabulka je součástí dokumentu Vyhláška č. 105/2010 Sb., Vyhláška o plánu přidělení kmitočtových pásem (národní kmitočtová tabulka), která určuje, jaké služby se smí provozovat v určitém kmitočtovém spektru. To je důležité hlavně z hlediska vývoje nových výrobků nebo rozšiřování nových služeb, např. mobilních operátorů. Tabulka vychází z normativních dokumentů Evropského společenství CEPT.

Cílem diplomové práce bylo navrhnout zásady pro aplikaci radiových poplachových systémů. V praktické části práce byly uvedeny údaje o frekvencích, se kterými pracují poplachové systémy. Frekvence jsou rozděleny podle toho, zda se jedná o přenos poplachových nebo poruchových zpráv na DPPC, zda se jedná o frekvence, na kterých mezi sebou komunikují komponenty poplachového systému. Tyto frekvence jsou důležité pro analýzu a měření rušení v místě instalace. Následně jsou rozebrána kmitočtová pásma, na kterých fungují samotné detektory a to z důvodu jejich ovlivňování se při nesprávné instalaci. V neposlední řadě mohou rušení způsobovat napájecí soustavy samotných ústředních poplachových systémů.

Výstupem práce je návrh zásad, které představují doporučení na návrh poplachových systémů s radiovými prvky. Zásady jsou členěny podle různých skupin. Jednou ze skupin je bezpečnostní posouzení okolí instalace poplachového systému z hlediska EMC. Dále jsou určeny zásady pro výběr komponent s ohledem na ES prohlášení o shodě. Dále je kladen důraz na nutnost kontroly dostupnosti radiových komponent, případně dodatečná instalace přídatných antén. Poté jsou rozebrány požadavky norem na jednotlivé komponenty poplachových systémů a v neposlední řadě i zásady návrhu z ekonomického hlediska.

V závěru praktické části je uvedeno, jaké jsou současné trendy ve využívání radiového spektra. ČTÚ plánuje zveřejňovat bezdrátové sítě, které budou dále rušit meteorologické

služby. Pokud nebudou tyto sítě upraveny tak, aby splňovaly podmínky provozu, bude provozovatel sankcionován. S rozvojem techniky se v domácnostech využívají více zařízení M2M, které budou do roku 2020 dosahovat 80 % vybavení v domácnosti. Velký podíl na tom budou mít systémy domácí automatizace. Vzhledem ke stále složitějšímu hledání volných kmitočtových pásem, chce ČTÚ zvýšit zavádění kognitivních radií, které tuto problematiku řeší vlastním přeladěním na volné kmitočtové pásmo.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PECHAČ, Pavel a Stanislav ZVÁNOVEC. *Základy šíření vln pro plánování pozemních rádiových spojů*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2007, 199 s. ISBN 978-80-7300-223-7.
- [2] SPECTRUMWIKI. *Radio Spectrum Allocations 101*. 2009. Dostupné z: <http://www.spectrumwiki.com/wp/allocations101.pdf>
- [3] International Telecommunication Union. *Regionally harmonized bands* [online]. 2010 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=information&rlink=emergency-bands&lang=en>
- [4] *Radio regulations: edition of 2004*. Geneva: ITU, 2004. Dostupné z: http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/oth/02/02/S020200001A4501PDFE.pdf
- [5] Committed to connecting the world. *International Telecommunication Union* [online]. 2011 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/gen/S-GEN-HLPW-2011-PDF-E.pdf
- [6] CEPT Leaflet. *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations* [online]. 2013 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <http://www.cept.org/files/1047/CEPT%20Leaflet-Feb2013.pdf>
- [7] What we do. *Electronic Communications Committee* [online]. 2014 [cit. 2014-12-29]. Dostupné z: <http://www.cept.org/ecc/who-we-are/what-we-do>
- [8] Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 676/2002/ES. In: *Úřední věstník L 108*, 24/04/2002 S. 0001 - 0006. 2002. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32002D0676>
- [9] Česká republika. Zákon č. 127/2005 Sb. o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích). In *Sbírka zákonů*. 2005, 80, s. 1211-1244. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-127#cast1>
- [10] Česká republika. Předpis č. 105/2010 Sb.: Vyhláška o plánu přidělení kmitočtových pásem (národní kmitočtová tabulka). In: *Sbírka zákonů*. 2010, 120, s. 1211-1244. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-105>

- [11] *VYUŽITÍ RÁDIOVÉHO SPEKTRA Beta verze* [online]. 11.3.2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://spektrum.ctu.cz/>
- [12] *GSM Frequencies and Frequency Bands* [online]. 2004 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/gsm-frequency-frequencies-bands-allocations.php
- [13] HANUS, Stanislav. *Bezdrátové a mobilní komunikace*. Vyd. 1. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav radioelektroniky, 2001, 134 s. ISBN 80-214-1833-8.
- [14] GPRS General Packet Radio Service Tutorial. *Radio-electronics.com* [online]. 2009 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gprs/gprs_tutorial.php
- [15] Mapa pokrytí. *T-Mobile* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <https://www.t-mobile.cz/podpora/mapa-pokryti>
- [16] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management: [teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti]*. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011-. ISBN 978-80-87500-05-71.
- [17] How To Defeat a Wireless Security System. *Jackson Research* [online]. 2010 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <https://www.jrmagnetics.com/security/defeatwireless/defeatwireless.php>
- [18] VO - R/10/05.2014 - 3. *Využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení krátkého dosahu*. Praha: ČTÚ, 2014. Dostupné z: https://www.ctu.cz/cs/download/oop/rok_2014/vo-r_10-05_2014-03.pdf
- [19] ČSN ETSI EN 300 220-2. *Elektromagnetická kompatibilita a rádiové spektrum (ERM) - Zařízení krátkého dosahu (SRD) - Rádiová zařízení pro použití v kmitočtovém rozsahu 25 MHz až 1 000 MHz s výkonem do 500 mW*. Praha: Český normalizační institut, 2012.

- [20] Prováděcí rozhodnutí Komise ze dne 8. prosince 2011, kterým se mění rozhodnutí 2006/771/ES o harmonizaci rádiového spektra pro zařízení krátkého dosahu. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Bruselu, 2011. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/NOT/?uri=CELEX:32011D0829&qid=1429117250662>
- [21] Využívání vymezených rádiových kmitočtů. *Český telekomunikační úřad* [online]. 2014 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/ctu-informuje/jak-postupovat/radiove-kmitocty/vyuzivani-vymezenych-radiovych-kmitoctu.html>
- [22] ČSN ETSI EN 300 328. *Elektromagnetická kompatibilita a rádiové spektrum (ERM) - Širokopásmové přenosové systémy - Zařízení pro přenos dat pracující v pásmu ISM 2,4 GHz a používající techniky modulace s rozprostřeným spektrem*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [23] ČSN ETSI EN 300 440-2. *Elektromagnetická kompatibilita a rádiové spektrum (ERM) - Zařízení krátkého dosahu - Rádiová zařízení používaná v kmitočtovém rozsahu 1 GHz až 40 GHz - Část 2*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [24] BOSH. *Blue Line Gen2 TriTech Motion Detectors: Datasheet*. 2015. Dostupné z: http://resource.boschsecurity.com/documents/BlueLineGen2_Data_sheet_enUS_2614480139.pdf
- [25] CONRAD ELECTRONIC. *Mikrovlnný detektor pohybu: Datasheet*. 2010. Dostupné z: http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/175000-199999/183121-da-01-cs-SMX_1.pdf
- [26] JABLOTRON S.R.O. *Ultrazvukový detektor pohybu CA-530: Datasheet*. 2010. Dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.jablotron.com%2FDownloadHandler.aspx%3Fmethod%3DGetFileDownload%26fileID%3D175%26DontParse%3Dtrue&ei=M3ozVbKEPMjpaOj0gOgD&usg=AFQjCNHzCMpPIMsYgSAhJscTIv2c-t7T1A>

- [27] ŠTĚPÁNEK, Miroslav. *Edukační materiál pro prvky, zařízení a technologie využívané v elektronických zabezpečovacích systémech – čidla aktivní*. Zlín, 2006. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.
- [28] PIR detektor: skvělý sluha, ale zlý pán. *Hw.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/automatizace/pir-cidlo-skvely-sluha-ale-zly-pan.html>
- [29] HALOUZKA, Ing. Kamil. *Perimetrické zabezpečovací systémy*. Brno, 2012. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/18075/mod_resource/content/2/10_Perimetrick%C3%A9%20zabezpe%C4%8Dovac%C3%AD%20syst%C3%A9my.pdf
- [30] NXP SEMICONDUCTORS. *LPC11Cx2/Cx4: Product data sheet*. Global, 2013. Dostupné z: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC11CX2_CX4.pdf
- [31] SVAČINA, Jiří. Část 2 - Zdroje rušivých signálů a vazební mechanismy jejich přenosu. *Základy elektromagnetické kompatibility* [online]. 2000 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/00031/index.htm>
- [32] VALOUCH, Jan. *Výsledky měření EMI- PZTS*. Zlín, 2011.
- [33] Česká republika. Nařízení vlády 616/2006 Sb. o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility. In: *Sbírka zákonů*. 2006, 64, s. 1211-1244
- [34] NAŘÍZENÍ VLÁDY 426/2000 Sb. kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení. In: *Sbírka zákonů*. 2000. Dostupné z: http://www.crk.cz/FILES/426_2000C.PDF
- [35] VALOUCH, Jan. *Projektování bezpečnostních systémů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2012. ISBN 978-80-7454-230-5.
- [36] JABLOTRON ALARMS A.S. *Ústředna systému Oasis JA-83K: Instalační manuál*. 2008.
- [37] ČSN EN 50131-1 ed. 2 (334591) *Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 1: Systémové požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 39 s.

- [38] ČSN EN 50131-7 (334591) *Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 7: Pokyny pro aplikace*. Praha: Český normalizační institut, 2011, 46 s.
- [39] ČSN EN 50136-1-1 Změna A1(334596) *Poplachové systémy - Poplachové přenosové systémy a zařízení - Část 1-1: Všeobecné požadavky na poplachové přenosové systémy*. Praha: Český normalizační institut, 2002, 5 s.
- [40] ČSN CLC/TS 50 136-7. *Poplachové systémy - Poplachové přenosové systémy a zařízení - Část 7: Pokyny pro aplikace*. 2005. Praha: Český normalizační institut.
- [41] *Strategie správy rádiového spektra*. 2014. Praha. Dostupné také z: http://www.ctu.cz/cs/download/aktualni_informace/strategie_specetra_navrh_09-2014.pdf
- [42] *Vizualizace nefiltrovaných radarových dat (RLAN) sítě CZRAD* [online]. 2015. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://radar4ctu.bourky.cz/>
- [43] *Radar.bourky.cz - prohlížeč radarových dat ČHMÚ sítě CZRAD* [online]. 2015. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://radar.bourky.cz/>
- [44] ŽALUD, Václav. 2007. *Softwarové a kognitivní rádio*. Praha: ČVUT FEL.
- [45] KŘEMÉNKOVÁ, Jana. 2013. *Technické řešení dohledového a poplachového přijímacího centra*. Zlín. Dostupné také z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/25276>. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati.
- [46] *GD-04 "David" GSM komunikátor* [online]. 2008. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://david.jablotron.cz/>
- [47] *EYE-02 bezpečnostní kamera*. 2010. [cit. 2015-05-08].
- [48] RFID. 2015. *Id karta* [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://www.id-karta.cz/identifikace-3/rfid-34/>
- [49] NFC tagy: co jsou vlastně zač a jak fungují? 2012. *Near field* [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://nearfield.cz/clanky/nfc-tagy-co-jsou-vlastne-zac-a-jak-funguji-5>
- [50] *Microwave sensor MW-50*. 2005. Dostupné také z: http://takex.com/images/content/security/downloads/Cat_MW-50.pdf

- [51] Frequency Letter bands. 2015. *Microwaves101* [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://www.microwaves101.com/encyclopedias/frequency-letter-bands>
- [52] Fuzzy logika – Od pračky po perimetr. 2011. *ABBAS* [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://www.abbas.cz/clanky/aktuality/fuzzy-logika-od-pracky-po-perimetr/>
- [53] *FOTOELEKTRICKÝ PLOT SE 2 PAPRSKY S BEZDRÁTOVÝM PŘENOSEM PRO ALARM, GSM ALARM: Dataheet*. 2014. Dostupné také z: https://www.alarmsecurity.cz/fotky29870/fotov/_ps_20Bezdratovy-fotoelektricky-plot-ABT-100WL.pdf
- [54] *Praktická elektronika - Amatérské radio*. Praha: Amaro, 2011-4 . ISSN 1804-7173. 1x měsíčně.
- [55] FRIML, Lubomír. 2009. *Domovní alarm*. Brno. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17137.
Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.
- [56] Spectran HF-6060 V4. 2015. *Meolab system* [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.meolab.cz/Produkty/Spektralni-analyzatory/RF-spektralni-analyzatory/Spectran-HF-6060-V4>
- [57] *EPIR3 GSM/GPRS minialarm* [online]. 2014. [cit. 2015-05-09]. Dostupné také z: http://www.epir.alarmprodej.cz/fotky47261/fotov/_ps_1EPIR3_CZ_manual_APR_O.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ITU	International Telecommunication Union
ELF	Extremely Low Frequency (extrémně nízká frekvence)
SLF	Super Low Frequency (super nízká frekvence)
ULF	Ultra Low Frequency (ultra nízká frekvence)
VLF	Very Low Frequency (velmi nízká frekvence)
LF	Low Frequency (nízká frekvence)
MF	Medium Frequency (střední frekvence)
HF	High Frequency (vysoká frekvence)
VHF	Very High Frequency (velmi vysoká frekvence)
UHF	Ultra High Frequency (ultra vysoká frekvence)
SHF	Super High Frequency (super vysoká frekvence)
EHF	Extremely High Frequency (extrémně vysoká frekvence)
ITU-R	International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector
tzv.	takzvaný
OSN	Organizace spojených národů
ECC	The Electronic Communications Committee (Výbor pro elektronickou komunikaci)
ComITU	The Committee for ITU Policy (Výbor pro politiku ITU)
CERP	European Committee for Postal Regulation (Evropský výbor pro poštovní nařízení)
WRC	World Radiocommunication Conference (Světová radiokomunikační konference)
ČR	Česká republika
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
VKV	Velmi krátké vlny

PZTS	Poplachový a zabezpečovací tísňový systém
DPPC	Dohledové a poplachové přijímací centrum
GSM	Groupe Spécial Mobile (Globální systém pro mobilní komunikace)
GPRS	General Packet Radio Service
SMS	Short message service (Služba krátkých textových zpráv)
kb/s	kilobit per second (jednotka přenosové rychlosti)
Wi-Fi	Označení standardu pro bezdrátový přenos
RFID	Radio Frequency Identification (Radiová identifikace)
NFC	Near - field communication
EKV	Elektronická kontrola vstupu
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EMS	Elektromagnetická susceptibilita
EMI	Elektromagnetická interference
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine (komunikace stroj – stroj)
AČR	Armáda České republiky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozdělení světa na jednotlivé regiony podle ITU [3].....	14
Obr. 2 Postup tvorby normativních dokumentů.....	20
Obr. 3 Využití radiového spektra [11]	22
Obr. 4 Struktura Národní kmitočtové tabulky [10].....	35
Obr. 5 Mapa pokrytí GPRS (T-Mobil) [15].....	38
Obr. 6 Vyzářené pole VKV detektoru [52].....	43
Obr. 7 Infračervená bariéra [53]	44
Obr. 8 Rušení způsobené napájecím zdrojem [32].....	48
Obr. 9 Rušení způsobené vyvoláním poplachu [32].....	48
Obr. 10 Spektrální analyzátor EMC [56].....	49
Obr. 11 Seznam komponent v systému ELDES Configuration Tool [57]	51
Obr. 12 Zobrazení komponent v grafickém rozhraní [57].....	52
Obr. 13 Rušení meteorologického radaru Wi-Fi 5,5 GHz [42, 43]	56

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Rozdělení spektra podle ITU (International Telecommunication Union) [2]	11
Tab. 2 Služby v pásmu 1606,5 – 1800 kHz	26
Tab. 3 Služby v pásmu 2045 – 2194 kHz	27
Tab. 4 Nejčastěji využívané služby v pásmu krátkých vln.....	29
Tab. 5 Služby provozované v pásmu 153 – 322 MHz	34
Tab. 6 Technické parametry stanic [19]	40
Tab. 7 Frekvence RFID tagů [48]	41
Tab. 8 Přehled využívaných kmitočtů	46
Tab. 9 Čas nedostupnosti prvků [37]	52