

# Bezdrátové mikrofonní systémy a jejich využití v dokumentární a hrané tvorbě

BcA. David Schwarz

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací  
Ateliér Audiovize  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: BcA. David Schwarz  
Osobní číslo: K15314  
Studijní program: N8209 Teorie a praxe audiovizuální tvorby  
Studijní obor: Audiovizuální tvorba - Zvuková skladba  
Forma studia: prezenční

Téma práce: 1. Teoretická část:  
Bezdrátové mikrofonní systémy a jejich využití v dokumentární  
a hrané tvorbě.

2. Praktická část: Audiovizuální dílo nebo tematický soubor  
audiovizuálních děl, délka minimálně 20 min., zvuková skladba.

### Zásady pro vypracování:

#### 1. Teoretická část:

Rozsah práce: minimálně 30 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh.

Formální podoba: 1 ks v pevné vazbě s popisem na hřbetu i horní desce spolu s CD-R. Dále 2 ks práce, které mohou být v kroužkové vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín v elektronické podobě ve formátu pdf. a nahrát do příslušné složky na NAS-FMK.

Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.

#### 2. Praktická část: Výstupní dílo:

a) 2 ks DVD ve formátu DVD-video (PAL) s graficky upraveným bookletem.

b) Pisemná explikace z pohledu dané specializace. Minimální rozsah: 2x normostrany.

c) V případě, že je dílo autorským počinem nebo není součástí praktické části SZZ

studenta produkce, je nutné dodržet dále zásady: a – h (dle zadání praktické části práce na oboru Produkce). Tyto data odevzdává za projekt vždy jeden člověk nutná konzultace s vedením AAV.

Všechny odevzdávané materiály musí splňovat vnitřní technické normy AAV pro odevzdávání prací a musí být řádně popsány (jméno, název, logo fakulty, formát, rozlišení). Součástí závěrečné práce je vytištěný a podepsaný formulář "Údaje o diplomové práci studenta".

V samotné složce na AAV-NAS, označené "Podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně" odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK. Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách. V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní e-mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

WRITTEN FOR YAMAHA BY GARY DAVIS & RALPH JONES, INSIDE DESIGN & ILLUSTRATION BY GARY DAVIS & ASSOCIATES a COVER DESIGN BY LEE SAVOIT. The sound reinforcement handbook. 2nd ed. Milwaukee, WI: Hal Leonard, 1987. ISBN 0881889008.

EARGLE, John. The microphone book. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 0-240-51961-2.

BAXTER, Dennis. A practical guide to television sound engineering. Boston: Elsevier Focal Press, c2007. ISBN 9780240807232.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Ján Grečnár, ArtD.**  
Ateliér Audiovize


Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2017**

Ve Zlíně dne 1. prosince 2016

  
doc. MgrA. Jana Janíková, ArtD.  
děkanka



  
Mgr. Jana Běbarová  
vedoucí ateliéru

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové 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 <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou 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 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 1.5. 2017

DAVID SCHWABZ   
Jméno, příjmení, podpis

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělěčně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, jíž se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu

<sup>2)</sup> 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## ABSTRAKT

Hlavním cílem diplomové práce je seznámení s bezdrátovými mikrofonními systémy, způsobu přenosu signálu a současně jejich aplikací v hrané a dokumentární tvorbě. Jedna z kapitol je věnována historii, vzniku a způsobu používání bezdrátových mikrofonních systémů. V této práci jsou vysvětleny pojmy jako modulace, frekvenční přenosové spektrum, diverzitní příjem signálu a další. V praktické části se pozornost ubírá k aplikaci bezdrátových mikrofonních systémů v praxi, především v dokumentární a hrané tvorbě. Práce slouží jako komplexní náhled do problematiky bezdrátového přenosu, ale zároveň se zaměřením na konkrétní způsoby používání.

Klíčová slova: bezdrátový přenos, přijímač, vysílač, modulace

## ABSTRACT

The main goal of this diploma thesis is to apprise with wireless microphone systems, transfer method and it's usage in the documentary and feature films. One of the chapters is dedicated to history, origin and the usage of wireless microphone systems. There are terms such as modulation, frequency band, diversity reception and others. In the practical part there is attention on wireless microphone systems in practice, especially in documentary and feature films. The work serves as a comprehensive insight into wireless transmission but also focusing on the particular use.

Keywords: wireless transmission, receiver, transmitter, modulation

Chtěl bych poděkovat prof. Ing. Jánů Grečnárovi, ArtD. za vedení mé práce a věcné připomínky.

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

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 HISTORIE BEZDRÁTOVÝCH MIKROFONNÍCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>12</b>
1.1 VYNÁLEZCI A VÝVOJÁŘI .....	12
1.2 PŘENOSOVÉ PÁSMO .....	14
1.3 DŮVODY ZAVEDENÍ A POUŽÍVÁNÍ.....	15
<b>2 BEZDRÁTOVÝ MIKROFONNÍ SYSTÉM</b> .....	<b>16</b>
2.1 PŘENOS SIGNÁLU.....	17
2.1.1 Povolená frekvenční spektra pro přenos signálu.....	18
2.2 VYSÍLAČ.....	20
2.2.1 Handheld .....	20
2.2.2 Bodypack.....	21
2.2.3 Plug-on .....	22
2.2.4 Kompander .....	23
2.3 PŘIJÍMAČ .....	25
2.3.1 Nediverzitní.....	25
2.3.2 Diverzitní.....	26
2.3.3 Plně diverzitní .....	28
2.3.4 Síťové .....	30
2.3.5 Bateriové .....	31
2.3.5.1 Multicoupler.....	32
2.3.6 Digitální systémy .....	34
2.3.6.1 Digital Hybrid.....	35
2.3.6.2 Pure Digital .....	36
2.3.7 Antény .....	37
2.3.7.1 Všesměrové.....	38
2.3.7.2 Směrové .....	40
2.3.7.3 Aktivní .....	42
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>44</b>
<b>3 VYUŽITÍ V DOKUMENTÁRNÍ TVORBĚ</b> .....	<b>45</b>
3.1 ZPŮSOB SNÍMÁNÍ.....	46
3.2 PRÁCE S BEZDRÁTOVÝMI MIKROFONY .....	48
3.2.1 Aplikace na danou osobu .....	48
3.2.2 Funkce odposlechu.....	49
3.2.3 Dokumentární zvukový set .....	50
<b>4 VYUŽITÍ V HRANÉ TVORBĚ</b> .....	<b>51</b>
4.1 PREPRODUKCE.....	51
4.2 NATÁČENÍ .....	52
4.2.1 Mikrofony .....	52
4.2.2 Vysílače.....	55
4.2.3 Přijímače .....	57
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>59</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>60</b>



<b>INTERNETOVÉ ZDROJE.....</b>	<b>61</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>62</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>65</b>

## ÚVOD

V diplomové práci se snažím vysvětlit jednotlivé specifika a způsoby přenosu **bezdrátového mikrofonního signálu**. Zabývám se zde také jednotlivými částmi přenosového řetězce, které jsou důležité pro samotný přenos. Bezdrátová technologie je v současné době velice oblíbeným a stále se rozvíjejícím průmyslem. Využívá se v mnoha různých aplikacích od divadel po televizní a sportovní přenosy až k filmové tvorbě. V mnoha případech usnadní vzdálený přenos signálu, který by pomocí kabelu byl velice obtížný. Teoretická část je zaměřena na technologii přenosu signálu od vysílače k přijímači. Zabývám se zde vysvětlením diverzitého a nediverzitého příjmu signálu, který je rozhodující pro kvalitní a spolehlivý přenos. Dále jsou zde rozebrány různé typy antén a příslušenství.

V dané cestě figuruje několik hlavních činitelů, které udávají samotnou kvalitu přeneseného signálu, a bezdrátový přenos funguje za určitých podmínek, které musejí být dodrženy a respektovány. Praktická část obsahuje především zkušenosti a postřehy z praxe, které jsou cenné pro budoucí povolání jak mistra zvuku, tak asistenta zvuku. Je důležité znát jednotlivá zařízení a jejich možnosti před samotným používáním a aplikací v praxi.

Snažil jsem se dané téma pojmout tak, aby bylo srozumitelné a pochopitelné. Pokusil jsem se samotné principy nejdříve pochopit a zároveň je popsat, aby bylo jasné, jakým způsobem dané věci fungují. V některých případech bylo obtížné najít potřebné informace k danému problému, jelikož většina zdrojů je cizojazyčných a neobsahují dostatečný počet informací. S rostoucí oblibou bezdrátové technologie je dobré znát principy, na kterých bezdrátový přenos pracuje.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE BEZDRÁTOVÝCH MIKROFONNÍCH SYSTÉMŮ

V současné době způsob, bez kterého se stěží obejde ne jeden hraný film, televizní seriál, dokumentární snímek či živé hudební vystoupení. Řeč je o **bezdrátovém přenosu signálu**, konkrétně tedy o mikrofonním. Doba, kdy se filmové scény snímaly pouze jedním mikrofonem na šibenici či otočném rameni pohybujícím se přímo nad horním rámem obrazu, je dnes pryč. Čím dál tím více se využívají způsoby bezdrátového přenosu. Ten s sebou nese několik výhod, ostatně jako každá technologická vymoženost, i nevýhod. Je několik faktorů, které ovlivňují samotný přenos. Ovšem do současné podoby přijímačů, vysílačů a celkové kvality přenosu vedla dlouhá cesta.

### 1.1 Vynálezci a vývojáři

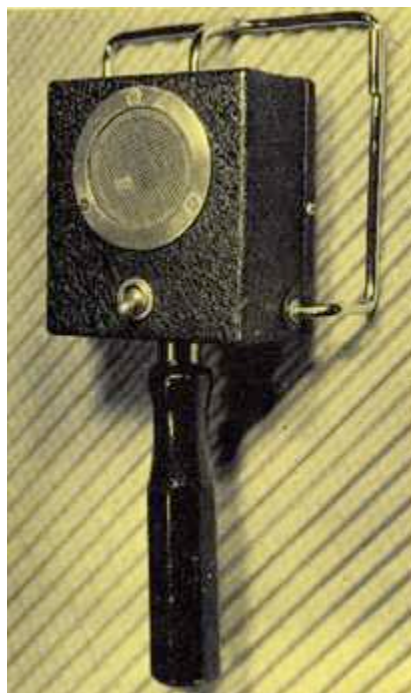
K vynálezu bezdrátového mikrofonu se hlásí hned několik jedinců a společností, které jsou přesvědčeny, že jejich vynález byl mezi prvními. Přibližně roku 1945 vyšel v časopisech *Popular Science* a *Popular Mechanics* článek, ve kterém se nacházelo schéma pro vytvoření bezdrátového mikrofonu, který byl schopen přenášet hlas do rádia v jeho blízkosti. Přibližně kolem tohoto roku se začala psát historie bezdrátového mikrofonu.<sup>1</sup>

Jako průkopníkem a vynálezcem je označován **Reg Moores**, který svůj prototyp bezdrátového mikrofonu sestrojil roku 1947. Jelikož byl Reg krasobruslařem, rozhodl se jeho vynález vyzkoušet na ledě, a to při vystoupení **Aladdin on Ice** roku **1949** na Brihtonském sportovním stadionu. Připevnil vysílač bruslaři na oblečení, který se mohl volně pohybovat a u toho zpívat. Vynález jako takový fungoval, ale producenti lední show se rozhodli, že bude lepší, když najmou zpěváky, kteří budou zpívat ze zákulisí a bruslaři se budou moci soustředit na samotné bruslení. Reg Moores si svůj vynález nikdy nepatentoval, a to z důvodu ilegálního využívání rádiové frekvence, konkrétně 76 MHz. Roku 1972 Reg věnoval svůj vynález do Muzea vědy v Londýně.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> The History of Microphone. *BolyMic* [online]. 2010 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://bolymic.com/supportshow.asp?ID=111>

<sup>2</sup> The History of Microphone. *BolyMic* [online]. 2010 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://bolymic.com/supportshow.asp?ID=111>



Obrázek 1 – Pravděpodobně první bezdrátový mikrofon vyrobený Reg Mooresem roku 1947

Další, kdo se pokoušel o aplikování bezdrátového mikrofonu do praxe byl Herbert Mac McClelland (McClelland Sound in Wichita), který svůj vynález vyzkoušel při basebalovém zápase vysílaném NBC, kdy svůj vynález nechal nosit rozhodčího zápasu. **Shure Brothers** také vynalezli svůj vlastní bezdrátový mikrofon roku 1953, který se jmenoval **Vagabond**. Tento systém umožňoval vzdálení se od přijímače pouhých 4.6m. Dnes už velice známá firma **Sennheiser** (v té době **Lab W**) vynalezla svůj systém roku 1957. Distribuován byl přes značku Telefunken a jeho název byl **Mikroport**. Mikroport byl kapesní vysílač, a jeho součástí byl dynamický mikrofon s ledvinovou charakteristikou. Pracoval na frekvenci 37 MHz s dosahem až 91m.<sup>3</sup>

S vynálezem **Raymonda A. Litke** se objevil pojem klopový mikrofon, který je označován jako první bezdrátový mikrofon, který byl i zároveň zaznamenán. Litkeho vynález byl pře-

---

<sup>3</sup> The History of Microphone. *BolyMic* [online]. 2010 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://bolymic.com/supportshow.asp?ID=111>

devším určen pro televize, rádia a pro výuku v posluchárnách. Byl dostupný jak ve verzi *handheld*, tak ve verzi *lavalier*. Vysílač byl velikosti cigaretové krabičky a vážil kolem 200g. Roku 1964 byl jeho vynález patentován. FCC (Federal Communications Commission) přidělila Litkemu 12 frekvencí z tehdejšího televizního pásma.<sup>4</sup>

Jako první vynález použitý při hraném filmu byl od společnosti Beyerdynamic. Vynalezl ho Hung C. Lin a jmenoval se **Transistophone**. Byl použit při natáčení filmu *My Fair Lady* z roku 1964 a herec Rex Harrison byl první, kdo byl přes tento vynález zaznamenán.<sup>5</sup>

Největším problémem byla především zvuková kvalita zařízení, která nedosahovala potřebných výsledků (další z problémů byla přenosová vzdálenost). Velký krok vpřed nastal roku 1976, a to s vynálezem společnosti Nady Systems. Konkrétně se jednalo o způsob zvaný *companding*, který pomocí komprese snížil dynamický rozsah signálu ještě předtím, než byl vyslán a následně přijímán přijímačem.<sup>6</sup>

## 1.2 Přenosové pásmo

Vše se odvíjí od faktu, že na dané frekvenci pracuje pouze jeden přístroj (TV, bezdrátový vysílač, rádio apod.). Pokud tomu tak není, dostávají se přístroje do kolize, která se nazývá interference. Elektromagnetická komunikace funguje přibližně od začátku 20. století (AM Radio) a sloužila z počátku především pro komunikaci lodí na moři mezi sebou a nebo s pevninou. S příchodem tzv. radioamatérů ale nastal problém s interferencí mezi jednotlivými frekvencemi. Americká vláda proto vydala několik opatření, které vymezovaly volně použitelná a zakázaná pásma. Vznikla proto organizace s názvem Federal Radio Commission, kterou známe pod dnešním názvem FCC<sup>7</sup>. Když se roku 1930 spustilo televizní vysílání, FCC vymezila pásmo okolo 700 MHz právě pro televizní stanice. V okolí tohoto

---

<sup>4</sup> The History of Microphone. *BolyMic* [online]. 2010 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://bolymic.com/supportshow.asp?ID=111>

<sup>5</sup> The History of Microphone. *BolyMic* [online]. 2010 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: <http://bolymic.com/supportshow.asp?ID=111>

<sup>6</sup> The Evolution of the Wireless Microphone. *Full Sail University* [online]. 2013 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.fullsailblog.com/the-evolution-of-the-wireless-microphone>

<sup>7</sup> FCC neboli Federal Communications Commission je organizace, která se stará o veškeré televizní, radiové a satelitní komunikace ve všech 50 státech Spojených států Amerických.

pásma se nacházeli tzv. *white spaces*<sup>8</sup>, které pro svůj přenos využívaly bezdrátové mikrofony. Jelikož se televize a bezdrátové mikrofony v té době stále vyvíjely, nebyl zde problém s interferencí a především bezdrátové mikrofony operovali na velmi malém rozsahu. S příchodem digitálního televizního vysílání ale nastalo hned několik problémů. Televizní vysílání nadále nepotřebovalo tyto *white spaces* a proto se americká vláda rozhodla, že dá tyto pásma do dražby, která následně koupila firma Verizon a AT&T a bezdrátovým mikrofonům, operujícím v tomto pásmu, bylo jejich používání zakázáno. To způsobilo, že instituce ale i soukromníci, používající tyto bezdrátové mikrofony, museli své přístroje vyměnit za nové, operující v legálním frekvenčním pásmu.<sup>9</sup>

### 1.3 Důvody zavedení a používání

Bezdrátové mikrofony se s postupem času stávaly oblíbenějšími, a to především z několika hlavních důvodů:

- volnost pohybu snímané osoby
- esteticky přívětivé (především kapesní vysílač a klopový nebo náhlavní mikrofon)
- možnost zvukového přenosu i v těžko dostupných místech (nereálné nebo obtížné kabelové vedení signálu)

Své uplatnění našly především při sportovních přenosech, v divadelní, televizní a filmové tvorbě. Například při televizních show měl moderátor volné ruce, mohl se volně pohybovat a zároveň pročitat mezi svými poznámkami. Tudíž se mohl plně soustředit na svou práci.

---

<sup>8</sup> Prázdná místa ve frekvenčním pásmu, která byla vymezena pro určitou jistotu, že televizní stanice nepřijde do interference s jinou stanicí.

<sup>9</sup> A (Somewhat) Brief History of Spectrum and Wireless Microphones. *Future of Music Coalition*[online]. 2010 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <https://futureofmusic.org/blog/2010/04/14/mic-check-somewhat-brief-history-spectrum-and-wireless-microphones>

## 2 BEZDRÁTOVÝ MIKROFONNÍ SYSTÉM

„Bezdrátový mikrofonní systém se skládá z mikrofonu připojeného k miniaturnímu radiovému vysílači a přijímači, který je schopen přijímat tento signál.“<sup>10</sup> Součástí přenosové cesty je ale několik faktorů, které mají vliv na výslednou kvalitu a přenos signálu. Bezdrátové mikrofonní systémy se v dnešní době využívají ve většině situací a svoji současnou kvalitou a zpracováním plně nahrazují přenos pomocí signálových kabelů. V některých situacích je samozřejmě kvalita a hlavně spolehlivost kabelového zapojení nepřekonatelná. Aby celý tento proces bezdrátového přenosu mohl fungovat, je zapotřebí několika hlavních částí přenosové soustavy.



Obrázek 2 – Bezdrátový mikrofonní systém Lectrosonics s kapesním vysílačem SMV, přijímačem UCR411 a klopovým mikrofonem.

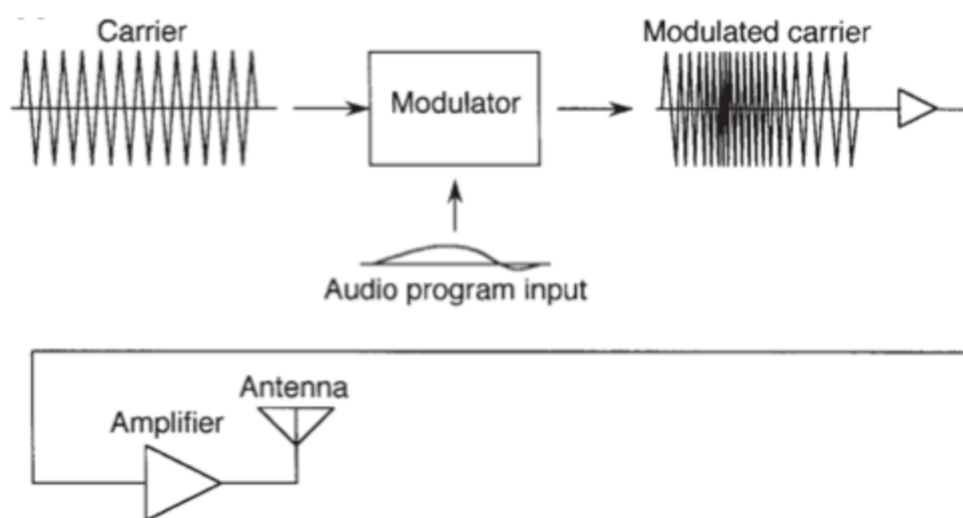
---

<sup>10</sup> BROWN, Jim. *WIRELESS MICROPHONES AND THE AUDIO PROFESSIONAL* [online]. 2005 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://audiosystemsgroup.com/wireless.pdf>



## 2.1 Přenos signálu

Přenos bezdrátového mikrofonního signálu funguje na principu frekvenční modulace (FM<sup>11</sup>). Nosná frekvence<sup>12</sup> je modulována audio signálem, který dále putuje do radio-frekvenčního (RF) zesilovače. RF zesilovač převede nízko-napěťový signál na vysoko-napěťový a pomocí antény je signál vysílán elektromagnetickými vlnami k přijímači.<sup>13</sup>



Obrázek 3 – FM modulace audio signálu ve vysílači

Většina starších bezdrátových mikrofonů operovala v pásmu VHF<sup>14</sup> a měla pevně danou frekvenci (řízenou krystalem), na kterou byly naladěny. Pro přeladění na jinou frekvenci bylo nutné nechat krystal ve vysílači a přijímači vyměnit u výrobce, a to za poměrně vysokou finanční částku. V dnešní době se pro bezdrátové mikrofony využívá především pásmo

<sup>11</sup> FM (frekvenční modulace) – závislost okamžité frekvence nosné vlny na změnách amplitudy modulačního signálu.

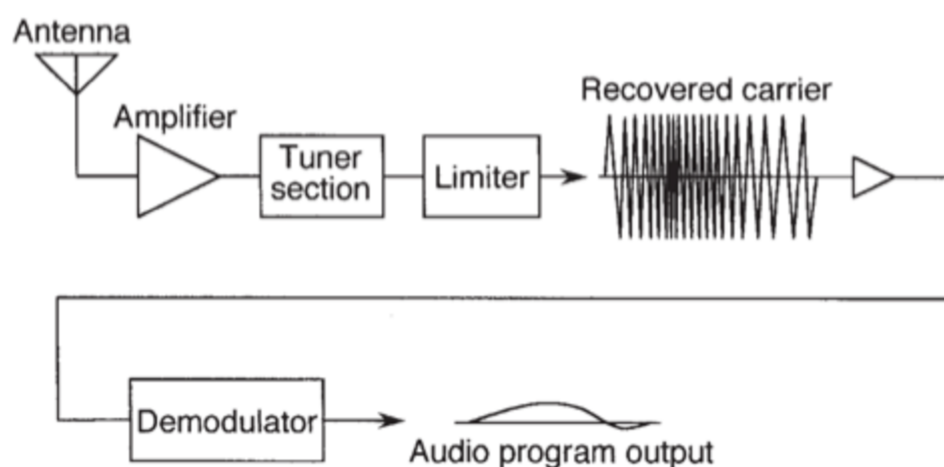
<sup>12</sup> Nosná frekvence je taková frekvence, na které se signál později přenáší (je několikanásobně vyšší než frekvence modulačního signálu).

<sup>13</sup> EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 144

<sup>14</sup> VHF (velmi krátké vlny) – přibližně 30 – 300 MHz, především rozhlasové a radiové vysílání

UHF<sup>15</sup>, které se ale postupem času zužuje. V pásmu UHF se počítá s jedním až dvěma zařízeními na 1 MHz přenosového spektra.<sup>16</sup> Pásmo UHF vyniká především možností několika desítek až stovek kanálů vysílaných zároveň. Další výhodou je lepší prostupnost vln skrze zdi a pevné překážky.

Signál vysílaný vysílačem je na druhé straně přijímačem zesílen a dále amplitudově omezen kvůli snížení statického rušení. Nosná je dále demodulována a přenesený audio signál je převeden na výstup přijímače.<sup>17</sup>



Obrázek 4 – Příjem a demodulace přenášeného signálu v přijímači

### 2.1.1 Povolená frekvenční spektra pro přenos signálu

Povolená pásma přenosu se mohou dle jednotlivých zemí a úřadů, které rozhlasové a televizní vysílání řídí, lišit. V České republice je spravujícím orgánem **Český telekomunikační úřad**, který spravuje vymezení daných kmitočtových pásem pro určité aplikace. V současné době je povoleno vysílání pro bezdrátové mikrofony na následujících frekvencích:

<sup>15</sup> UHF (ultra krátké vlny) – přibližně 470 – 800 MHz, televizní vysílání a radiokomunikační služby

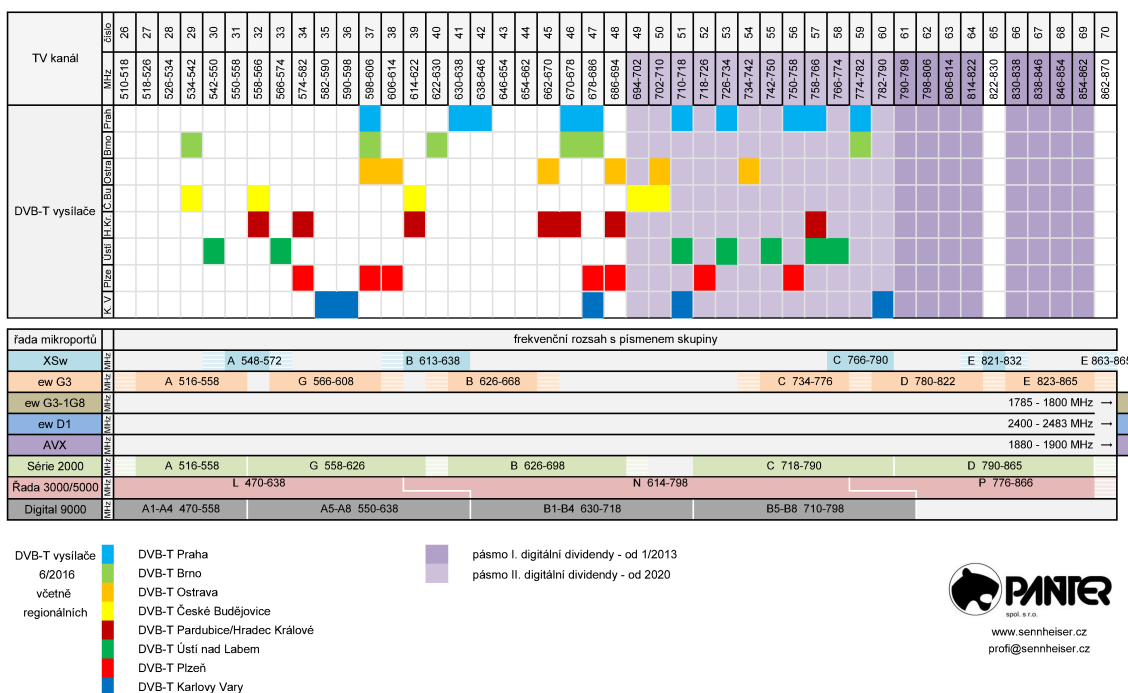
<sup>16</sup> Wireless microphone. Wiki Audio [online]. [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: [http://en.wikiaudio.org/Wireless\\_microphone](http://en.wikiaudio.org/Wireless_microphone)

<sup>17</sup> EARGLE, John. The microphone book. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 144 - 145

470-789 MHz, 823-832 MHz	Provozování bezdrátových mikrofonů je možné podle VO-R/10/05.2014-3. (V úseku 694-789 MHz možné omezení v dlouhodobém výhledu.)
789-823 MHz, 832-862 MHz	Provozování bezdrátových mikrofonů není od 1. 1. 2013 povoleno.

Obrázek 5 – vymezená frekvenční pásma pro bezdrátové mikrofony

Při používání bezdrátových mikrofonů je třeba dbát na vysílání v povoleném pásmu, jinak hrozí interference s jiným zařízením, v horším případě finanční pokuta. To, že je vysílání v daném pásmu povoleno, nemusí jednoznačně znamenat, že není možné setkat se s rušením. V městech či rušnějších oblastech je pravděpodobnost mnohem vyšší. Interference hrozí především s vysíláním DVB-T<sup>18</sup>. Pravidla vysílání se nevztahují pouze na dané frekvenční spektrum, ale také na vyzařující výkon vysílače, který je v České republice omezený na **50mW**.



Obrázek 6 – Seznam vysílání DVB-T v daných pásmech a lokalitách

<sup>18</sup> DVB-T – Digitální televizní vysílání

## 2.2 Vysílač

Vysílač je jednou ze součástí bezdrátového přenosu. Jeho hlavní úloha je zpracovat elektro-akustický signál přicházející z mikrofonu, pomocí frekvenční modulace dále upravit a následně skrze anténu vysílat. Všechny současné vysílače disponují funkcí ladění daných přenosových frekvencí, nastavením vstupní citlivosti, u většiny také možností regulace vysílacího výkonu. Tyto základní funkce jsou nezbytné pro kvalitní přenos. Vysílače by se dali rozdělit na 3 hlavní typy, dle jejich konstrukce a zpracování:

- Handheld<sup>19</sup>
- Bodypack<sup>20</sup>
- Plug-on<sup>21</sup>

### 2.2.1 Handheld



Obrázek 7 – Sennheiser SL Handheld DW

Klasický handheld mikrofon se skládá ze dvou částí, a to mikrofonu a vysílače. Ve většině případů je mikrofonní kapsle šroubovací (zároveň výměnná) na část, ve které se nachází vysílač. Tento typ mikrofonů se používá především při live aplikacích, konferencích a také při televizních reportážích (ve filmové praxi nemá uplatnění). Hlavní výhodou je kompaktní velikost. Jako napájecí prvek se ve většině případů využívá 2 baterie typu AA. Jako an-

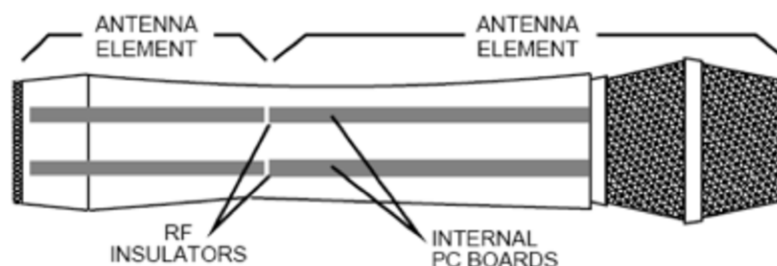
---

<sup>19</sup> Handheld mikrofon je tzv. mikrofon do ruky

<sup>20</sup> Vysílač určený pro připnutí za opasek či do kapsy

<sup>21</sup> Vysílač, který se připojuje pomocí zabudovanému XLR konektoru k mikrofonu

téna v tomto případě slouží spodní část mikrofonu, ale i část, kde se nachází mikrofonní kapsle.



Obrázek 8 – Schéma vysílače handheld mikrofonu

### 2.2.2 Bodypack



Obrázek 9 – Bodypack vysílač Sennheiser SK 5212

Bodypack vysílač je především využíván ve filmové a divadelní tvorbě. Jeho kompaktní rozměry umožňují snadné umístění na tělo snímané osoby. K bodypack vysílači je možné připojit různé druhy mikrofonů, ve většině případů se využívají elektretové miniaturní mikrofony. Existují také bodypack vysílače umožňující připojení hudebních nástrojů (využívají především kytaristé), které jsou svoji konstrukcí přizpůsobeny pro příjem takového signálu. Nejpoužívanějšími konektory pro připojení mikrofonů jsou Lemo, Jack 3,5mm nebo také TA5F.

Vysílače tohoto typu jsou převážně napájeny jednou, nebo dvěma bateriemi typu AA. Na zadní straně se nachází ve většině případů kovová klipsna, která umožňuje uchycení za opasek či oděv. Oproti handheld systému je anténa výměnná (u některých typů tato mož-

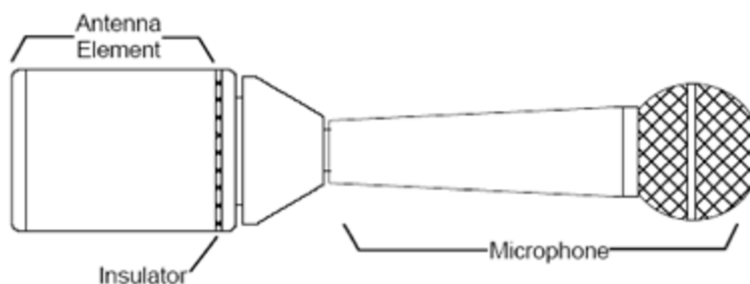
nost není), vizuálně viditelná a její délka závisí na šířce přenosového pásma (pro přenos pomocí UHF je délka antény okolo 8cm<sup>22</sup>)

### 2.2.3 Plug-on



Obrázek 10 – Plug-on vysílač Sennheiser SKP 3000

Posledním typem vysílačů je plug-on, který se pomocí konektoru XLR připojuje přímo k mikrofonu. Vysílač je možné použít jak s dynamickými, tak s kondenzátorovými (nutnost napájení 48V) mikrofony. Hlavní výhodou je možnost využití s většinou dostupných mikrofonů. Vysílač se používá v místech a situacích, při kterých je nutné využít např. úzce-směrový mikrofon, ale není zde možnost vedení kabelu.



Obrázek 11 – Plug-on vysílač s mikrofonem

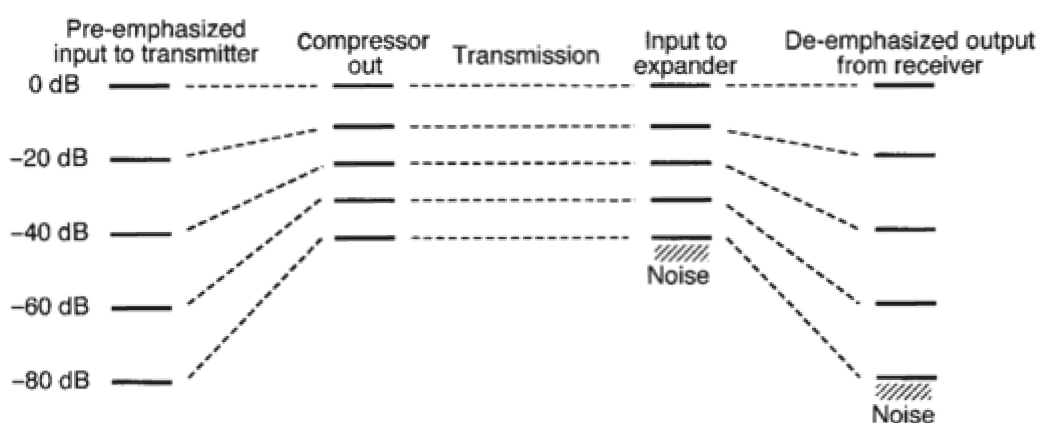
---

<sup>22</sup> EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 147

Jako u obou předchozích typů vysílačů je i plug-on napájen bateriemi typu AA. U tohoto typu je větší pravděpodobnost rychlejšího úbytku napětí baterií, a to z důvodu vyššího napájecího výstupu pro mikrofony, které vyžadují silnější napájení oproti malým elektretovým mikrofonům.

#### 2.2.4 Kompander

Kompander je součástí všech analogový bezdrátových mikrofonních systémů. Kompander je kombinace kompresoru<sup>23</sup> a expanderu<sup>24</sup>. Využívá se především pro potlačení šumu vzniklého při FM přenosu od vysílače k přijímači.<sup>25</sup>



Obrázek 12 – Jak funguje kompander

Signál je přes mikrofon zpracován ve vysílači a následně kompresorem dynamicky upraven tak, aby jeho dynamický rozsah byl přibližně o polovinu menší (liší se u daných systémů). Takto dynamicky upravený signál je přenášen elektromagnetickým vlněním

<sup>23</sup> Kompresor je procesor, který snižuje (omezuje) dynamický rozsah audio signálu v závislosti na zvoleném kompresním poměru.

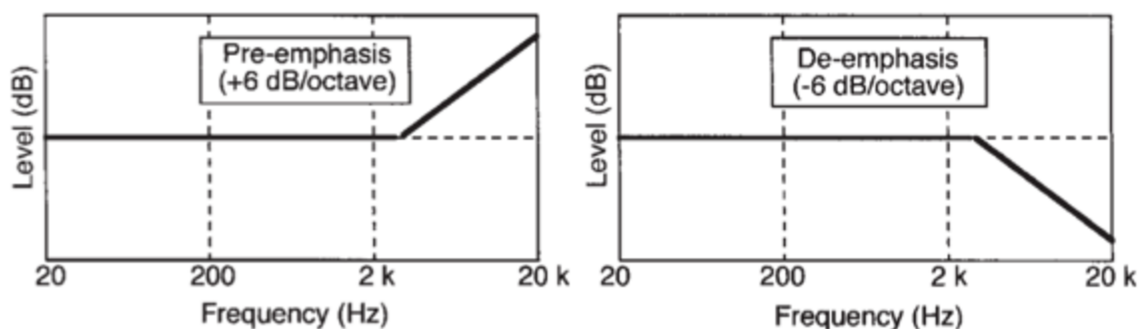
<sup>24</sup> Expander má opačnou funkci kompresoru, kdy nastavením daného poměru zvyšuje dynamický rozsah.

<sup>25</sup> An Overview of Digital Wireless Microphone Systems. *Shure* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://blog.shure.com/an-overview-of-digital-wireless-microphone-systems/>

k přijímači. Zde nastává opačný proces, a to opětovné zvětšení dynamického rozsahu pomocí expanderu na původní hodnotu.<sup>26</sup>

Jednou z nevýhod tohoto systému je tzv. plovoucí pozadí, které je u levnějších systému při nízkých hlasitostech slyšitelné (není možné tuto funkci vypnout). Při tichých scénách je možné slyšet náhlé výkyvy zvukového pozadí. Jedná se o jeden z nežádoucích artefaktů, který ovlivňuje výslednou kvalitu zvuku. U dražších systému je tento nežádoucí jev minimální a téměř nepostřehnutelný.<sup>27</sup>

Součástí kompanderu je také způsob tzv. zdvihu vyšších frekvencí (někde kolem 2kHz, při strmosti 6dB/oktávu) před přenosem signálu (ve vysílači) a následného potlačení (v přijímači) již předtím zdvihnutého frekvenčního pásma. Tento způsob se používá k zamezení a potlačení nežádoucích šumů, které mohou vzniknout při přenosu signálu. Spojení kompanderu a způsobu zdvihu a následného potlačení vyšších frekvencí je možné dosáhnout co nejlepších výsledků v přenosu signálu bez rušivých elementů.<sup>28</sup>



Obrázek 13 – Zdvih a následné potlačení vyšších frekvencí

<sup>26</sup> EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 145

<sup>27</sup> An Overview of Digital Wireless Microphone Systems. *Shure* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://blog.shure.com/an-overview-of-digital-wireless-microphone-systems/>

<sup>28</sup> EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 147



## 2.3 Příjímač

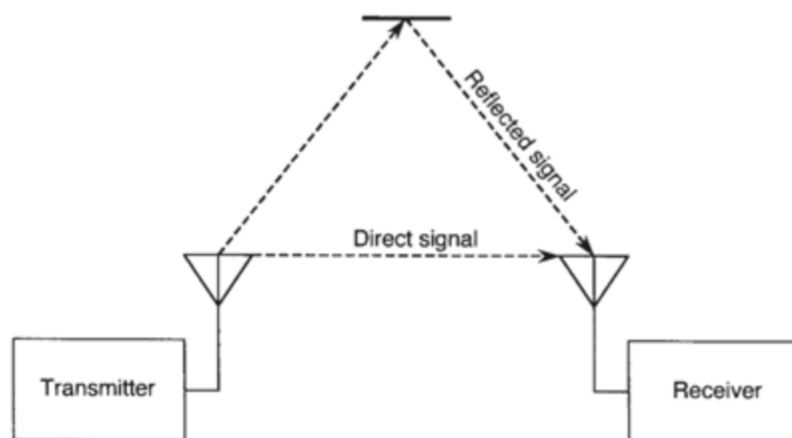
Je důležitou částí celého bezdrátového přenosového řetězce. Hlavní funkcí je příjem vysílaného signálu a jeho zpětná demodulace na původní audio signál určený pro následné zpracování. Je důležité, aby měl přijímač přeladitelné frekvence přenosu a pracoval v povoleném frekvenčním spektru. Při používání přijímačů v zakázaném spektru hrozí, že přijímač bude chytat mnohem více interferenčního rušení než užitečného signálu. Některé přijímače disponují také funkcí analýzy daného spektra a výběru nejvhodnějších frekvencí pro přenos v dané lokalitě. Je také velice důležité, aby na dané frekvenci operoval pouze jeden vysílač. Používání několika vysílačů ve velmi úzkém frekvenčním rozpětí může způsobovat kolize mezi nimi a následné nežádoucí artefakty, jako jsou např. výpadky signálu. Přijímače by se daly rozdělit do několika skupin, a to podle jejich konstrukce a způsobu příjmu signálu.

### 2.3.1 Nediverzitní



Obrázek 14 – Nediverzitní přijímač MIPRO MR-515

Nediverzitní přijímače jsou takové, které pro příjem signálu využívají pouze jednu anténu a jeden příjmový modul. Tyto přijímače jsou velmi náchylné na výpadky a ztrátu signálu. Hlavním důvodem výpadků signálu je především to, že ve stejnou dobu dopadne na anténu přijímače signál přímý a signál odražený (od zdi apod.) v opačné fázi. Tento fakt je velmi častý při použití v uzavřených prostorech. Tato pravděpodobnost se zvyšuje při použití ve velkých prostorech. Proto je tento typ přijímačů spíše pro nenáročné aplikace a nehodí se pro profesionální použití.



Obrázek 15 – Vizualizace dopadu přímého a odraženého signálu na anténu přijímače

### 2.3.2 Diverzitivní

Při použití nediverzitivního příjmu může být v některých případech velice obtížné umístění přijímače tak, aby nedocházelo k výpadkům nebo úbytku signálu. Proto se pro profesionální použití využívají systémy diverzitivní, které eliminují nedostatky nediverzitivního provedení. Diverzitivní přijímače využívají typicky dvou antén (může jich být až několik), které minimalizují riziko dopadu přímého a odraženého signálu na danou anténu v opačné fázi. Pokud se tak stane, je velice pravděpodobné, že tento případ nenastane na anténě druhé. Tento způsob je velice efektivní, avšak nezaručuje absolutní spolehlivost. Pro plné využití a správnou funkci diverzitivního systému je důležité, aby byly dodrženy následující zásady:<sup>29</sup>

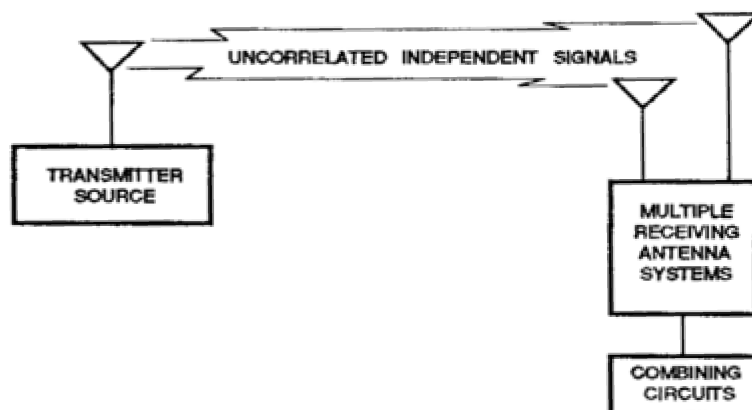
- pouze jeden zdroj signálu na dané frekvenci
- nekorelované<sup>30</sup>, na sobě nezávislé signály
- systém s několika (dvou a více) přijímacími anténami<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> DAVIS, Gary a Ralph JONES. *The Sound Reinforcement Handbook*. 2nd. ed. U.S.A.: Hal Leonard Publishing Corporation, 1990. ISBN 0-88188-900-8., str. 142

<sup>30</sup> korelace je vzájemný vztah mezi dvěma veličinami nebo signály, při změně jednoho se korelativně mění hodnota druhého

<sup>31</sup> DAVIS, Gary a Ralph JONES. *The Sound Reinforcement Handbook*. 2nd. ed. U.S.A.: Hal Leonard Publishing Corporation, 1990. ISBN 0-88188-900-8., str. 142



Obrázek 16 – Schéma přenosu signálu u diverzitivního systému

Dalším způsobem, jak využít maximální potenciál diverzitivního systému je tzv. **prostorová diverzita**. Jedná se o umístění dvou a více antén do prostoru, které jsou od sebe vzdálené minimálně  $\frac{1}{2}$  délky nosné frekvence (přibližně něco kolem 90 cm). Daná vzdálenost určuje míru nekorelovaného signálu. U toho způsobu musí také platit předchozí body, určující diverzitivní příjem signálu. Jako další možnost může být metoda založená na vzájemném úhlu umístění a natočení jednotlivých antén. Tento způsob se nazývá **polarizační diverzita**.<sup>32</sup>



Obrázek 17 – Diverzitivní přijímač AKG SR450

---

<sup>32</sup> DAVIS, Gary a Ralph JONES. *The Sound Reinforcement Handbook*. 2nd. ed. U.S.A.: Hal Leonard Publishing Corporation, 1990. ISBN 0-88188-900-8., str. 143

### 2.3.3 Plně diverzitní

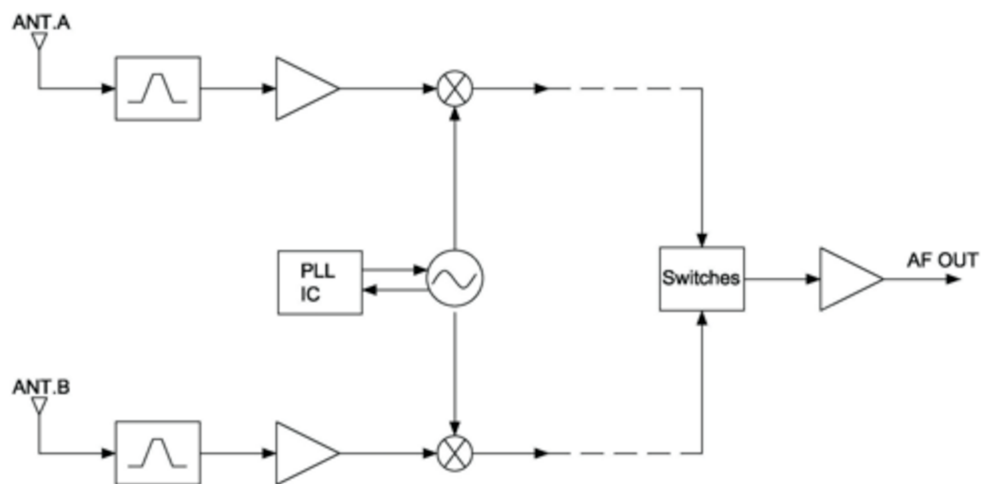


Obrázek 18 – Dvoukanálový True Diversity přijímač WisyCom MCR42S

Tento způsob příjmu signálu využívají profesionální přijímače a hodí se pro ty nejnáročnější aplikace. Princip je podobný jako u diverzitního příjmu signálu, s tou změnou, že plně diverzitní systémy využívají dva přijímací moduly, které pracují nezávisle na sobě. Každý přijímač demoduluje příchozí signál, kdy následně přepínací modul analyzuje kvalitu a sílu signálu a v závislosti na tom, využívá signál přicházející z jedné či druhé antény. Hlavní výhodou tohoto systému je vyhodnocování a přepínání z jednoho na druhý přijímací modul bez jakýchkoliv slyšitelných artefaktů a to v reálném čase, kdežto diverzitní systém pracující s jedním přijímacím modulem tzv. slepě přepne z jedné antény (pokud je zde slabý signál) na druhou, bez ohledu na to, zda je signál na druhé anténě silnější. To může mít za následek větší pravděpodobnost výpadků signálu.<sup>33</sup>

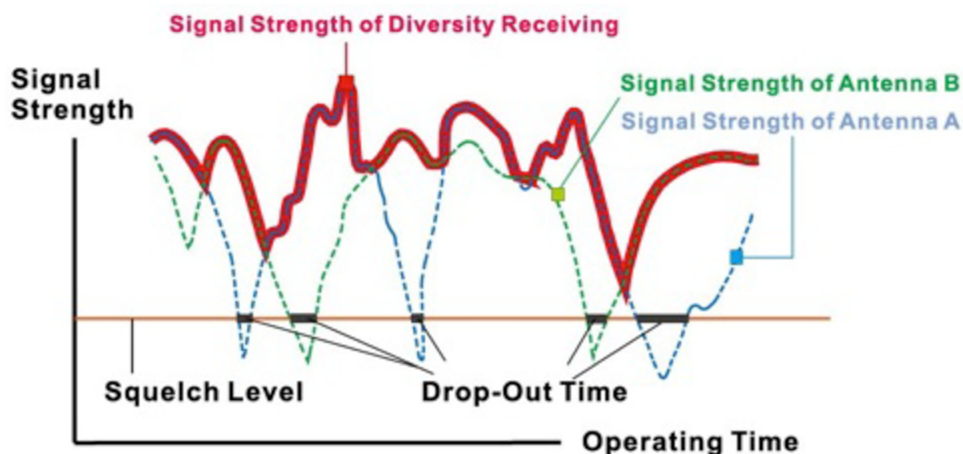
---

<sup>33</sup> What is the concept of "true diversity reception" in wireless microphones? *Sweetwater* [online]. 2012 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <https://www.sweetwater.com/forums/showthread.php?30440-What-is-the-concept-of-quot-true-diversity-reception-quot-in-wireless-microphones>



Obrázek 19 – Schéma zapojení plně diverzitivního přijímače

Na následujícím grafu je znázorněno, jak pracuje plně diverzitivní systém se silou signálu a následným vyhodnocováním a přepínáním mezi jednotlivými anténami. V reálném čase jsou síly signálu na obou anténách vyhodnocovány a přijímač pracuje se silnějším z nich. Jsou zde znázorněny také místa, kde by došlo k výpadku při použití nediverzitivního přijímání signálu, tzv. drop-out<sup>34</sup>. Nastavením hodnoty squelch<sup>35</sup> se určuje práh, pod který když se dostane signál, je jeho příjem přerušen.



Obrázek 20 – Vizuální znázornění diverzitivního vyhodnocování signálu

<sup>34</sup> Náhlý výpadek signálu

<sup>35</sup> Funguje na principu šumové brány (gate). Je nastavena hodnota a pokud se síla signálu dostane pod tuto hodnotu, je signálová cesta vypnuta. Slouží především jako ochrana před nepříjemným radiofrekvenčním rušením, ale nesprávným nastavením (vysoká hodnota) může způsobovat výpadky signálu i při malém úbytku síly signálu

### 2.3.4 Síťové



Obrázek 21 – Přední panel přijímače Sennheiser EW 100 G3

Síťové přijímače se používají ve většině případů tam, kde není nutné být flexibilní a je přístup k napájení ze sítě. Proto se tyto přijímače využívají především při live aplikacích, nebo při stálějších instalacích, jako jsou například televizní pořady. Ve většině případů jsou tyto přijímače plně diverzifikační a pro příjem signálů se u těchto systémů využívají aktivní anténní rozbočovače, které distribuují signál z obou antén až do několika přijímačů. Výhodou tohoto typu přijímače je snadná orientace v daných pořadích přijímačů a jejich označení. Nevýhodou je nutnost napájení ze sítě, která dělá tento systém pro filmové účely ve většině případů nepoužitelným.

Konstrukce síťového přijímače je ve většině případů podobná. Důležitým aspektem je přítomnost displeje, dle kterého je operující osoba schopna určit několik základních funkcí. Mezi nejdůležitější se řadí nastavení přenosové frekvence, které se dá přeladit velice jemně pomocí manuálního nastavení a nebo se dají využít přednastavené jednotlivé banky. Samozřejmostí je vytvoření si vlastní banky, kdy je možné velice rychle přepínat mezi uživatelsky nastavenými frekvencemi. Další důležitou funkcí (né všechny přijímače mají tuto funkci) je kontrola stavu baterie ve vysílači, která zajistí hladký průběh dané akce či pořadu. Operující osoba je schopna velice dobře odhadnout, zda je nutné baterie ve vysílači vyměnit. Jedna z dalších funkcí je úroveň RF signálu, která je většinou značena stupnicí čísel, které udávají sílu přijímaného signálu. Tímto způsobem je možné zjistit, zda vzdálenost vysílače od přijímače je v dostatečném dosahu a nedochází zde úbytku signálu. Jako

jedna z posledních informací je hodnota AF<sup>36</sup>, dle které je možné kontrolovat správnou intenzitu přijímaného audio signálu.



Obrázek 22 – Zadní panel přijímače Sennheiser EW 100 G3

Na zadní straně přijímače najdeme několik konektorů, které jsou důležité pro samotný chod přijímače. Jedním z nejdůležitějších, bez kterých se žádný přijímač neobejde, je konektor typu BNC, který slouží pro zapojení antény. U diverzitních systémů jsou zde konektory 2, pro připojení antén pod označením A a B. Pro výstup audio signálu z přijímače se v profesionální praxi využívají konektory se symetrickým výstupem typu XLR/M<sup>37</sup> nebo nesymetrickým, ve většině případů, konektorem JACK 6,3mm. Jako poslední konektor je napájecí, který napájí přijímač a zajišťuje jeho funkčnost.

### 2.3.5 Bateriové

Bateriové, nebo také přenosné přijímače jsou takové, které ke svému chodu využívají napájení z baterií. Tyto bateriové přijímače se využívají především ve filmové a dokumentární tvorbě. Bateriové napájení umožňuje volné pohybování se bez nutnosti přívodu elektrické energie ze sítě. Jejich výhodou je také nízká hmotnost a kompaktní rozměry. Pohodlně se tyto přijímače vejdou do zvukařské brašny. Přijímače většinou využívají plně diverzitního příjmu signálu, ale je možné setkat se i s levnějšími diverzitními systémy. Většina profesionálních přijímačů se vyrábí jako dvoukanálový systém, který zajišťuje úsporu místa a hmotnosti.

---

<sup>36</sup> Audio Frequency – hodnota, která udává intenzitu vstupního audio signálu

<sup>37</sup> Konektoru XLR typu M(male/samec)



Obrázek 23 – Plně diverzitní přijímač Lectrosonics LR

U bateriových přijímačů se nachází totožné funkce jako u síťových, mohou se lišit například jednotlivými výrobci. Pro výstup audio signálu se ve většině případů využívá konektor typu TA3<sup>38</sup>. Novější systémy umožňují analýzu přenosového pásma v dané lokalitě, čímž mohou pomoci při vyhledávání vhodné přenosové frekvence. Nevýhodou některých bateriových přijímačů je fakt, že není možné jejich napojení na externí antény.

### 2.3.5.1 *Multicoupler*

Multicoupler je zařízení, které umožňuje připojení externích antén k určitým typům přenosných přijímačů a zároveň distribuci audio signálu a napájení. Funguje na způsobu aktivního rozbočení anténního signálu, kdy je možné zapojit až několik přijímačů na společný anténní signál. Další výhodou tohoto systému je společné napájení pro všechny přijímačové jednotky, které je možné napájet z externího zdroje nebo baterie. Přijímač musí být na tento typ zapojení uzpůsoben a každý výrobce má svůj systém, který používá.

---

<sup>38</sup> Konektor typu XLR v menším provedení





Obrázek 24 – Multicoupler Lectrosonics Octopack

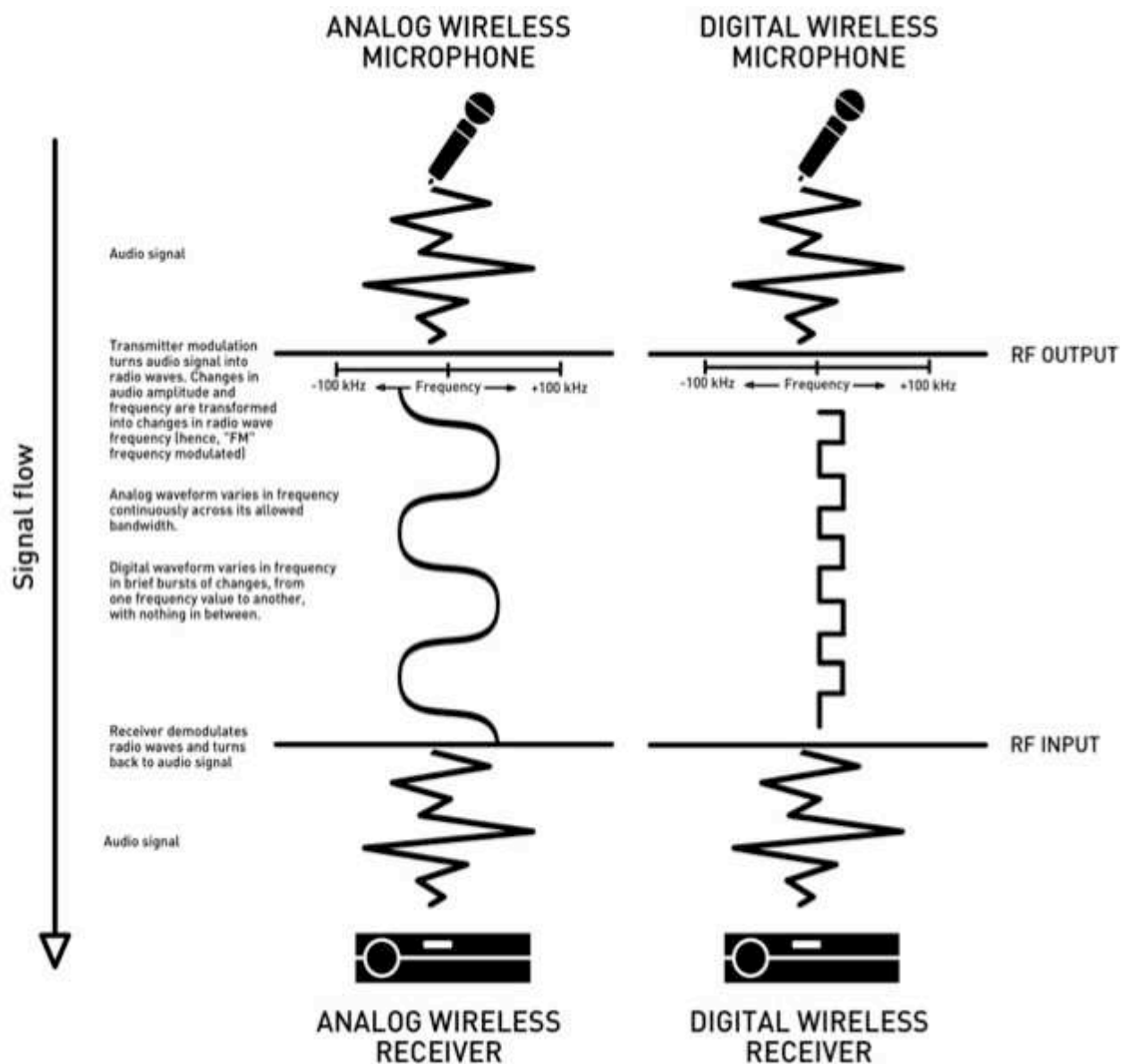
Octopack od americké firmy Lectrosonics je možné rozšířit až na 8 kanálů. Octopack je možné využít s přijímači série SRa (i jinými typy různých značek), které se připojují pomocí 25pinového konektoru (SRDB25) na spodní straně přijímače, který se do jednotlivého slotu zasune. Přes tento konektor je přijímač napájen a zároveň vede audio signál na daný výstup. Anténní signál je distribuován pomocí jednotlivých koaxiálních kabelů. Na přední straně je vstup pro externí antény, které je také možné i napájet (aktivní antény).



Obrázek 25 – 25pinový konektor SRDB 25 pro přijímače Lectrosonics řady SR

### 2.3.6 Digitální systémy

S technologickým vývojem a digitalizováním se vyvinul nový způsob bezdrátového přenosu, který využívá digitálních prvků. Digitální systémy se snaží využívat výhod digitalizace a tím zvyšovat efektivitu práce a kvalitu přenášeného signálu. Mezi hlavní výrobce digitálních systému patří Sennheiser, Shure, Lectrosonics, Mipro a Zaxcom.



Obrázek 26 – Analogový vs. digitální přenos signálu

Digitální systémy se od analogových odlišují způsobem přenosu signálu. Analogový přenos je zajištěn pomocí přenosových vln skrze spektrum v daném pásmu. Oproti tomu digi-

tální přenos je prováděn pouze pomocí dvou pevně daných frekvencí (1 a 0). Hlavní výhodou digitálních systémů je větší dynamický a frekvenční rozsah přenášeného signálů. Ve srovnání s analogovými systémy střední třídy je rozdíl markantní. Oproti tomu jednou z nevýhod digitálních systémů je latence<sup>39</sup>. Její hodnota se odvíjí od použití různých typů zpracování signálu a jeho následného přenosu.

### 2.3.6.1 Digital Hybrid

Digital Hybrid je patentovaný způsob analogového přenosu digitální informace společností Lectrosonics. Tento způsob využívá výhod digitálního zpracování zvuku a zároveň výhod analogového RF přenosu. Jednou z výhod je větší odolnost proti radiofrekvenčnímu šumu, které je docíleno přenosem digitální informace. Není tedy přenášen audio signál, ale digitálně zakódovaný signál, který je odolný proti tomuto typu rušení. Naopak je využita výhoda analogového RF přenosu, který při ztrátě nebo úbytku signálu funguje jako klasický analogový systém, tudíž jeho kvalita klesá postupně, bez náhlých výpadků. Digitálně Hybridní systémy operují ve stejném frekvenčním spektru jako ostatní analogové systémy.<sup>40</sup>



Obrázek 27 – Digital Hybrid přijímač Lectrosonics SRb

Analogový audio signál přicházející do vysílače je vzorkován frekvencí 88.2 kHz a následně převeden do 24-bitového digitálního audio streamu. Tento digitální signál je analyzován DSP<sup>41</sup> procesorem s daným algoritmem, který se snaží předvídat následující signál na základě kontinuity. Následně je porovnáván s aktuálním digitálním audio streamem,

---

<sup>39</sup> Spoždění signálu od zdroje k přijímači, je způsobeno digitalizací signálu a udává se v řádech ms

<sup>40</sup> Digital Hybrid Wireless. *Lectrosonics* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.lectrosonics.com/Support/Wireless/digital-hybrid-wireless.html>

<sup>41</sup> Digital Signal Processor funguje na principu převodu analogové informace na digitální

kdy následně vzniká rozdílový signál. Rozdílový signál je dále vyveden na výstup vysílače a dále přenášen pomocí FM modulace. Pro docílení většího odstupů signálu od šumu je před vysláním použit compander, který ale není aplikován přímo na zvukovou informaci, tudíž neovlivňuje kvalitu přenášeného signálu. DSP přijímače fungují na stejném algoritmu jako vysílač, kdy je rozdílový signál přiveden do procesoru, který následně obnoví zpět digitální audio stream. Poté je tento 24-bitový digitální audio stream převeden zpět na analogový signál a vyveden na výstup přijímače. Celková latence tohoto systému je přibližně 3,2ms.<sup>42</sup>

### 2.3.6.2 *Pure Digital*

Pure digital je označení pro plně digitální způsob přenosu. Existují systémy, které operují v klasickém televizním pásmu (470-860MHz) a nebo vysokofrekvenční systémy v pásmu 2.4 GHz. Digitální přenos sebou nese několik výhod, ale i úskalí, se kterými je třeba počítat. Mezi hlavní výhody systémů, které operují v klasickém televizním pásmu je fakt, že zabírají mnohem menší spektrum oproti analogovým systémům. Což znamená, že šířka pásma, kterou zabírají při přenosu je mnohem užší, tím pádem je možné využít až několik systémů v úzkém frekvenčním pásmu. Nevýhodou digitálních systémů operujících v pásmu 2.4GHz je rušení, které způsobují především WiFi sítě, Bluetooth přenos a další. Proto je velice složité využívat více jak 10 separátních kanálů naráz. Pure digital systémy využívají pro přenos informace digitální modulaci, která vytváří radiofrekvenční vlnu, která má omezené hodnoty. Zjednodušeně by se dalo mluvit o 1 a 0.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Digital Hybrid Wireless. *Lectrosonics* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.lectrosonics.com/Support/Wireless/digital-hybrid-wireless.html>

<sup>43</sup> The Case for Digital Wireless Microphones. *Sonicscoop* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.sonicscoop.com/2015/04/01/the-case-for-digital-wireless-microphones/?singlepage=1>

### 2.3.7 Antény

Anténa je stěžejní částí bezdrátového přenosového řetězce, bez níž není možné signál přenášet. Je součástí každého vysílače a přijímače. U některých typů vysílačů není anténa na první pohled viditelná, avšak je vždy součástí. Antény se dají rozdělit do 2 skupin, a to podle jejich způsobu přijímání RF signálu:

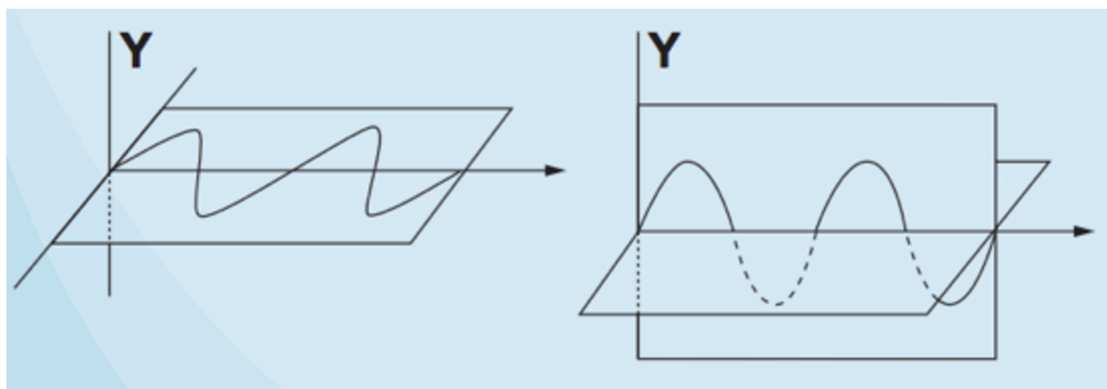
- Všesměrové
- Směrové

*„Velikost antény je přímo spjata s délkou přenosové frekvenční vlny. Při bezdrátových aplikacích jsou nejčastěji využívány všesměrové a směrové antény s velikostí  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  vlny.“<sup>44</sup>*

Antény je také možné rozdělit podle jejich typu **polarizace**, který je pro výsledný příjem signálu dalším výrazným činitelem:

- Lineární
- Kruhová

**Lineární polarizace** je nejčastěji využívaným typem. Podle natočení antény daného přístroje může být polarizace **vertikální** či **horizontální**.



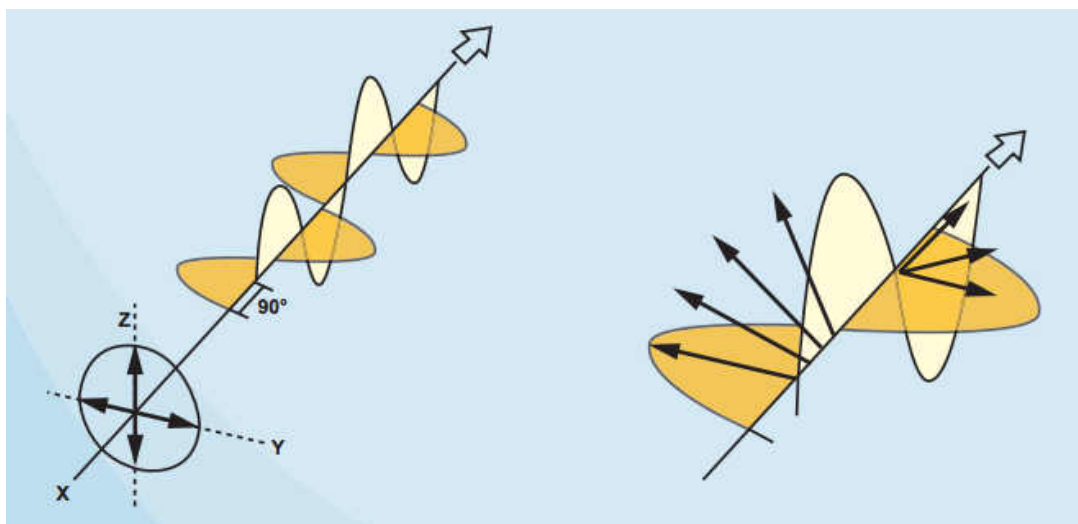
Obrázek 28 – Na levé straně horizontální a na pravé vertikální lineární polarizace

---

<sup>44</sup> SIGISMONDI, Gino a Crispin TAPIA. *Wireless systems guide - Antenna setup* [online]. 2016 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://cdn.shure.com/publication/upload/396/wireless-systems-guide-for-antenna-setup-english.pdf>

Obecně ale platí, že pro nejlepší a bezproblémový příjem signálu je zapotřebí, aby anténa vysílače a přijímače byla ve stejné poloze, tedy vertikální nebo horizontální. Při změně polohy jedné z nich hrozí úbytek signálu a následné drop-outy. To může nastat v situacích, kdy daná osoba nosí bodypack vysílač a v určité herecké akci si např. lehne. Nastane situace, kdy se anténa vysílače dostane z vertikální polohy ve stoje do horizontální polohy v leže. Pokud je tedy anténa přijímače v opačné poloze, může dojít k již zmíněným úbytkům na signálu. Tomuto jevu se dá předejít natočením jedné antény do vertikální a druhé do horizontální polohy. V tomto případě je ale nevýhodou omezení diverzitního příjmu signálu z důvodu vzájemně rozdílné polohy antén.

Aby se těmto situacím předešlo, je možné využít **kruhově** polarizované antény. Kruhově polarizovaná anténa přijímá vlny polarizované ve všech směrech a tím zvyšuje jistotu příjmu signálu.



Obrázek 29 – Kruhová polarizace

### 2.3.7.1 Všesměrové

Všesměrové antény jsou specifické příjmem signálu ze všech směrů, a jsou většinou součástí přijímače. Využívají velikosti  $\frac{1}{4}$  nebo  $\frac{1}{2}$  délky vlny. Antény s velikostí  $\frac{1}{4}$  jsou především součástí přijímačů a nehodí se pro jiné umístění než přímo na přijímači.  $\frac{1}{2}$  antény je

možné použít jako přenosné antény na větší vzdálenost. Nevýhodou všesměrových antén je větší pravděpodobnost přítomnosti rušení interferenčním signálem.<sup>45</sup>



1/4 wave and 1/2 wave antennas: UHF range

Obrázek 30 – velikosti všesměrových antén

Jedním z typů všesměrových antén je tzv. nearfield<sup>46</sup> anténa, která slouží k potlačení okolního radiofrekvenčního šumu (DVB-T apod.), který by mohl interferovat se signálem z vysílače. Hlavní využití tohoto typu antény je především v centru měst, v rozlehlých prostorách různých veletrhů a akcí či na divadelních prknech. Anténa funguje na principu příjmu signálu do určité vzdálenosti a tím zvyšuje odstup užitečného signálu od šumu.

Konkrétním typem nearfield antény je RF Venue Spotlight. Anténa je při výkonu vysílače 10mW schopná pracovat až v dosahu 30m. Při výkonu 30mW je možné dosáhnout až vzdálenosti několika desítek metrů. Jednou z výhod je úspora baterií, jelikož vysílače nevyžadují práci na vysokém vysílacím výkonu, jak je to například u směrových antén, které jsou od vysílače většinou vzdálenější. Je možné anténu umístit např. pod dřevěnou podlahu jeviště nebo pod koberec a zaručit tak co možná nejkratší vzdálenost od zdroje signálu, tedy vysílače.<sup>47</sup>

---

<sup>45</sup> SIGISMONDI, Gino a Crispin TAPIA. *Wireless systems guide - Antenna setup* [online]. 2016 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://cdn.shure.com/publication/upload/396/wireless-systems-guide-for-antenna-setup-english.pdf>

<sup>46</sup> Pracující na blízkou vzdálenost

<sup>47</sup> RF Spotlight. *RF Venue* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.rfvenue.com/rf-venue-rf-spotlight-antenna>



Obrázek 31 – RF Venue Spotlight anténa

### 2.3.7.2 Směrové

Směrové antény jsou především určeny jako přenosné, k umístění do prostoru a na větší vzdálenosti. Jejich hlavní výhodou je způsob příjmu signálu z daného směru, který je přibližně o 10dB silnější než u všesměrových antén. Zároveň vynikají potlačením interferencí přicházejících mimo směr a to až o 30dB. Antény by měly být umístěny mezi sebou v optimální vzdálenosti 1 celou délku vlny. Tímto rozmístěním se dá nejvíce využít potenciálu diverzitního příjmu. Směrové antény se dají rozdělit do několika skupin podle jejich typu konstrukce, z nich nejpoužívanější jsou tyto 2:<sup>48</sup>

- LPDA (Log Periodic Dipole Array)
- Yagi

**LPDA** antény operují ve velmi širokém frekvenčním pásmu, tudíž je možné pracovat s nimi např. v celém UHF spektru bez nutnosti jejich výměny. Jejich hlavní nevýhodou je ale slabší zisk signálu a tím možné radiofrekvenční rušení. Jejich konstrukcí je zaručen

---

<sup>48</sup> SIGISMONDI, Gino a Crispin TAPIA. *Wireless systems guide - Antenna setup* [online]. 2016 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://cdn.shure.com/publication/upload/396/wireless-systems-guide-for-antenna-setup-english.pdf>



příjem signálu na vysoké škále různých frekvencí, a to z důvodu různé délky jednotlivých elementů antény. Nejkratší část na přední straně antény je přímo úměrná nejvyšší možné frekvenci, kterou je schopna anténa přijmout, a naopak.<sup>49</sup>



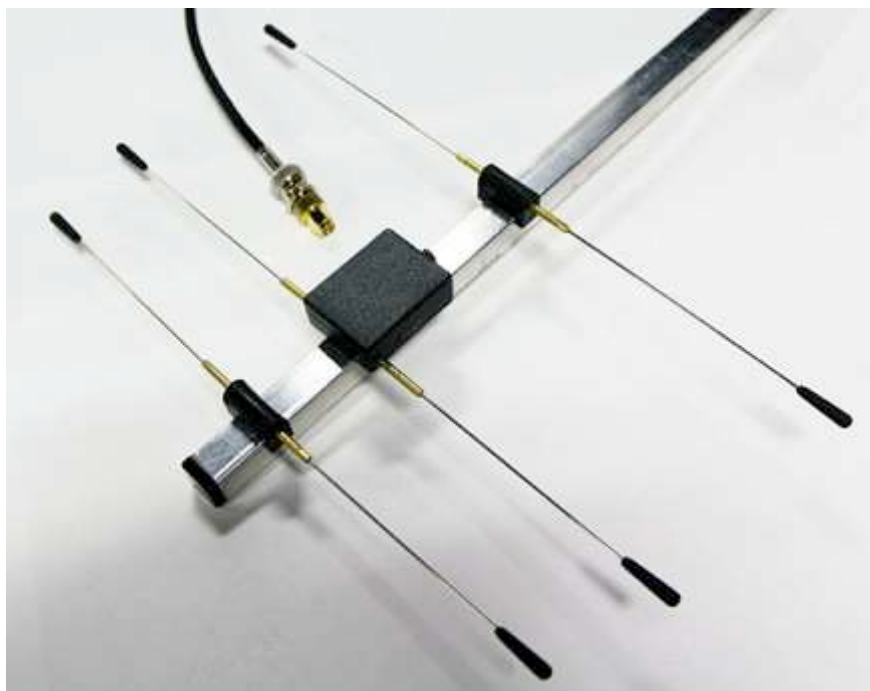
Obrázek 32 – Anténa typu LPDA

Oproti tomu yagi anténa pracuje ve velmi úzkém frekvenčním pásmu a disponuje vysokým ziskem. Jako výhodou práce v úzkém frekvenčním spektru je odolnost proti interferenčnímu rušení. Naopak nevýhodou je fakt, že je zapotřebí několik různých antén pro obsáhnutí širšího spektra a tím tak ztrácí na kompaktnosti. Proti LPDA anténám je její výroba jednodušší a finančně méně náročnější.<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> The Pros and Cons of Log Periodic Antennas. *TurboFuture* [online]. [cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <https://turbofuture.com/misc/The-Pros-and-Cons-of-Log-Periodic-Antennas>

<sup>50</sup> The Pros and Cons of Log Periodic Antennas. *TurboFuture* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://turbofuture.com/misc/The-Pros-and-Cons-of-Log-Periodic-Antennas>



Obrázek 33 – Anténa typu yagi

### 2.3.7.3 Aktivní

Aktivní anténa je taková, která má integrovaný signálový zesilovač. Funkcí zesilovače je zesílení přijímaného signálu při ztrátě vedené dlouhými koaxiálními kabely. Při používání kabelů kratších než 15m není potřeba využívat aktivních antén, jelikož ztráta na tak krátké vzdálenosti je zanedbatelná. Naopak, pokud je přidán zisk příliš vysoký, může dojít k přetížení signálové cesty už při vstupu na anténě. Aktivní antény jsou svojí konstrukcí stejné jako pasivní a to s výhodou integrovaného zesilovače. Aktivní antény nemají vliv na zvýšení vzdálenosti dosahu mezi přijímačem a vysílačem. Délka anténního kabelu kolem 30m může snížit zisk na výstupu antény až o -11dB, což může kompenzovat právě integrovaný RF zesilovač.<sup>51</sup>

---

<sup>51</sup> Understanding the Difference, and Debunking the Myths, Between Active and Passive Antennas. *RF Venue* [online]. [cit. 2017-02-23]. Dostupné z: <http://blog.rfvenue.com/active-v-passive-antennas/>



Obrázek 34 – Aktivní LPDA anténa BETSO Sharkie

Kombinací všech elementů a správného rozvržení daného systému se dá předejít potížím při přenosu bezdrátového signálu a eliminovat tak výpadky signálu. Různé druhy systémů se hodí pro odlišné aplikace a neplatí vždy pravidlo, že jeden a ten stejný způsob bude fungovat vždy a za každých podmínek. Pokud člověk pracuje v místech, kde je větší pravděpodobnost interferencí z důvodu zahlcení přenosového pásma, je dobré využít směrové antény, které rušení omezují mimo směr příjmu signálu antény. Naopak při práci v interiéru není nutné zvyšovat výkon vysílačů na maximum, jinak dojde k přehlcení prostoru a tím zvýšeného počtu odraženého signálu, který může způsobovat drop-outy.



Obrázek 35 – Aktivní, kruhově polarizovaná směrová anténa BETSO CPAA-18

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 VYUŽITÍ V DOKUMENTÁRNÍ TVORBĚ

Dokumentární tvorba je specifické filmové odvětví, které je založené především na zobrazení skutečnosti, zachycení neopakovatelných situací a hlavně na síle okamžiku. Zabývá se především tématy, které jsou spojeny s danými situacemi, osobnostmi a životem lidí, kteří mohou být hlavní postavou daného dokumentu. Je také možné se setkat s tzv. paradokumentem, který je inscenovaný a snaží se diváka přesvědčit, že se jedná o reálné situace a vystupující osoby (např. The Blair Witch Project).

Jak v hrané tvorbě, tak i dokumentární, je důležité zvukově kvalitní zachycení snímané osoby a situace. Je ale několik situací, ve kterých se dokumentární film oproti hranému razantně odlišuje:

- zachycení skutečnosti
- neherci
- reálné prostředí
- není možné jednotlivé scény opakovat

Tyto hlavní skutečnosti se odrážejí na způsobu snímání a zachycení výpovědi dané osoby. V dané situaci je důležité reagovat pohotově, protože většinou není znám průběh daného rozhovoru či výpovědi a je důležité se přizpůsobit situaci, která může případně nastat. Dokumentární snímky mohou být současně snímány na více kamer, které zajišťují zachycení určité situací z několika úhlů a obrazových velikostí. Při dokumentární tvorbě se ve většině případů využívají transfokační<sup>52</sup> objektivy na kamerách, které současně umožňují velice rychlou změnu velikosti záběru. To vše ovlivňuje přístup ke snímání primárního zvukového záznamu.

Pro snímání zvuku u dokumentárních snímků se většinou využívá kombinace směrového mikrofonu a bezdrátového mikrofonu (kombinace bodypack vysílač a klopový mikrofon) umístěného na dané osobě. Tato kombinace zajišťuje určitý poměr mezi velmi kontaktním zvukem z bezdrátového mikrofonu a prostorově plnějším směrovým mikrofonem. Jsou ale také situace, kdy se používají pouze bezdrátové mikrofony. U dokumentárního snímku je kladen důraz především na výpovědní hodnotu a srozumitelné předání informací, které

---

<sup>52</sup> způsob plynulé změny ohniskové vzdálenosti

jsou součástí dané situace. To ale neznamená, že není nutné dbát na kvalitu zvukového záznamu.

Dokumentární tvorba je velmi choulostivá na dané chyby, které mohou ohrozit samotný průběh natáčení. Jednou z nich může být právě problém s bezdrátovými mikrofony, které jsou choulostivé na případné interferenční rušení. Pokud je jako jediným zdrojem zvuku bezdrátový mikrofon, je velice důležité dbát na správné naladění frekvence v pásmu, které je co nejvíce vzdálené od případného rušení. Pokud dojde k jakémukoliv přerušení signálu, a tím způsobené ztráty výpovědi, je velice obtížné, ne-li nemožné, opětovného opakování.

### 3.1 Způsob snímání

Ke snímání zvuku se využívá směrový mikrofon a bezdrátové mikrofony, které jsou následně modulovány přes mixážní pult nebo rekordér s funkcí mixážního pultu. Způsob záznamu je možný dvěma způsoby:

- separátní záznam
- záznam do kamery
- separátní záznam se záznamem do kamery

Při využití **separátního záznamu** je nutné, aby rekordér a kamera spolu byly synchronizovány pomocí timecodu<sup>53</sup>. Tato funkce je nezbytná pro následné zpracování a synchronizování zvukového záznamu s obrazovým. V natáčecích podmínkách, ve kterých se dokumenty realizují, není časově možné ani výhodné používat k synchronizaci klapku. Natáčení je většinou spontánní a případné klapnutí může narušit případnou intimitu dané scény. Tento způsob je výhodný z důvodu plné kontroly zvukaře nad zaznamenávaným materiálem. Další výhodou je záznam jednotlivých stop zvlášť, které umožňují větší možnosti při zpracování ve zvukové postprodukci, což nemusí jednoznačně znamenat výhodu. Následná postprodukce poté může trvat déle a to z důvodu práce s několika stopami.

K **záznamu do kamery** není nutné použití rekordéru, jelikož samotný záznam je realizován v kameře, synchronně s obrazovým materiálem. Jednotlivé mikrofony jsou modulovány přes mixážní pult, přes který je následně vyvedený výstup do audio vstupu na kameře.

---

<sup>53</sup> časový kód, pomocí kterého se následně synchronizuje kontaktní zvuk z rekordéru s obrazovým záznamem z kamery

Způsob přenosu mezi mixážním pultem a kamerou může být drátový i bezdrátový. V případě drátového vedení je z výstupu mixážního pultu vyveden ve většině případů multipinový kabel<sup>54</sup>, který je do kamery propojen kabelem s XLR konektorem. Tento způsob nabízí ve většině případů i zpětný odposlech zaznamenávaného zvuku v kameře pomocí 3,5mm jack kabelu připojeného do sluchátkového výstupu na kameře. Na mixážním pultu přepínáním poslechu pomocí tlačítka RETURN je možné kontrolovat zaznamenávaný zvuk. Při použití kabelového vedení je nevýhoda omezenosti pohybu z důvodu neustálého propojení s kamerou. Bezdrátové vedení nabízí mnohem větší svobodu v pohybu zvukaře, který je do určité míry nezávislý na pohybu kameramana. Při bezdrátovém přenosu do kamery je využíván vysílač, který je připojen na výstupu mixážního pultu a přijímač, který je přidělán na kameru a následně připojen na vstup na kameře. Zásadní nevýhodou je možnost případného výpadku signálu a tím ztráty zvukové informace. Obecně největším problémem záznamu do kamery je fakt, že záznam je závislý na správném nastavení úrovně na vstupu předzesilovače v kameře. Při manipulaci s kamerou může dojít k případné nechtěné změně na vstupní úrovni, a záznam může být buď přemodulován nebo naopak razantně podmodulován.



Obrázek 36 – Multipinový kabel SQN

---

<sup>54</sup> několik signálových cest v jednom kabelu, které usnadňuje práci při manipulaci

Kombinace obou předchozích způsobů zajistí jak synchronní záznam s obrazem, tak záložní záznam v separátním rekordéru při případném nechtěném přenastavení na vstupu kamery při manipulaci.

### 3.2 Práce s bezdrátovými mikrofony

Bezdrátové mikrofony jsou nedílnou součástí při dokumentární tvorbě. Ve většině případů mohou pomoci s obtížně snímatelnými situacemi, ve kterých je potřeba zachovat informativní výpovědní hodnotu. U dokumentární tvorby není kladen vysoký nárok na dodržování perspektivy vůči obrazu, jelikož informace jsou většinou informativního charakteru, a je třeba aby byly srozumitelné a čitelné pro diváka. Výhodou bezdrátového systému je neustálý kontakt respondentů a hlavních aktérů s divákem. To umožňuje realistický pohled na danou situaci. Při použití bezdrátových mikrofonů je možné zaznamenat situace, aniž by o nich hlavní aktéři věděli, což není ve většině případů možné se směrovým mikrofonem.

#### 3.2.1 Aplikace na danou osobu

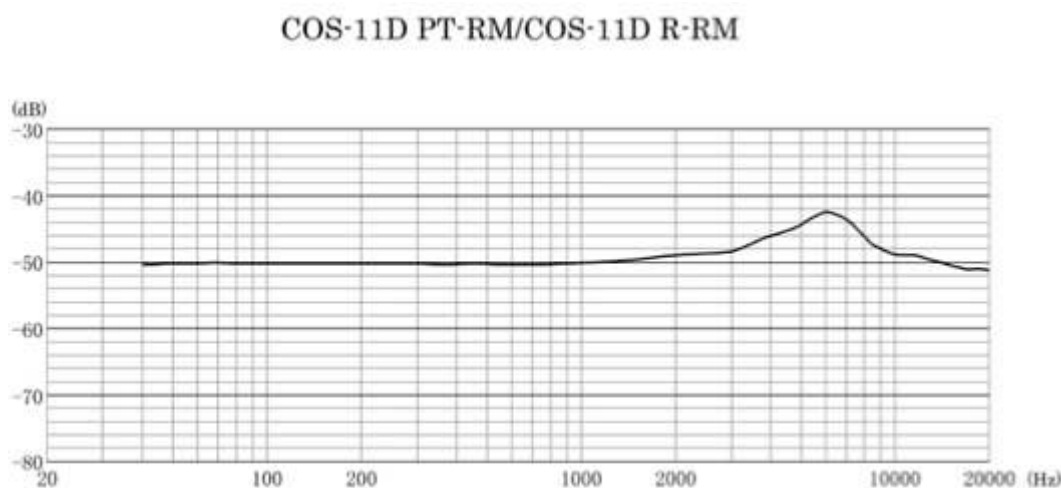
Při dokumentární tvorbě se využívá systém vysílače typu bodypack a klopového mikrofonu. V některých případech nastává situace, kdy není nutné aby byla mikrofonní kapsle klopového mikrofonu skryta pod oblečení a je přímo viditelná, neboli přiznaná v obraze. Tento způsob nese nespornou výhodu v snadnějším a rychlejším umístění mikrofonu na danou osobu. Dále je zde menší riziko případného nežádoucího mechanického šustění, které se přenáší pohybem a třením jednotlivých vrstev a typů oblečení.



Obrázek 37 – Uchycení klopového mikrofonu pomocí klipsny



V dnešní době je čím dál tím více kladen důraz na vizuální stránku a proto se hojně využívá skrývání těchto mikrofonů. Není tím tak narušena vizuální stránka a snímek poté působí přirozeněji bez rušivých elementů. To s sebou nese ale několik negativních faktorů, které ovlivňují kvalitu výsledného zvuku. Je jím frekvenční útlum na vyšších frekvencích, které jsou pohlceny vrstvou, pod kterou je mikrofon umístěn. Proto jsou některé mikrofony speciálně navrženy s mírným frekvenčním zdvihem v okolí vyšších frekvencí, které tento útlum kompenzují. Proto neplatí pravidlo, že každý mikrofon je možné skrýt, jelikož jeho konstrukce není uzpůsobena na tento typ používání. Na druhou stranu není vhodné umisťovat mikrofony s frekvenčním zdvihem jinak, než pod oblečení, a to z důvodu velice ostrého až řezavého zvuku. K těmto účelům slouží příslušenství, které je možné zakoupit k daným typům mikrofonů, které frekvenční charakteristiku upravují.



Obrázek 38 – Frekvenční charakteristika klopového mikrofonu Sanken COS-11D

### 3.2.2 Funkce odposlechu

Bezdrátové mikrofony sebou nesou další možnost využití, a to formu odposlechu. Tento způsob je pro dokumentární účely velice zajímavý a dokáže nahlédnout tam, kam kamera nevidí. Po určité době člověk už nevnímá přítomnost mikrofonu a zapomene, že je stále zaznamenáván. Tento způsob je velice dobře znázorněn v dokumentárním snímku Víta Klusáka - Matrix AB. Hlavní postavou tohoto dokumentu je Andrej Babiš, kterého máme možnost sledovat při jeho počínání v období komunálních voleb. Je možné sledovat, jakým způsobem komunikuje s ostatními lidmi, dokud si neuvědomí, že má stále bezdrátový mikrofon. Tímto způsobem se dá velice dobře nahlédnout do soukromí jednotlivých hlavních aktérů.

### 3.2.3 Dokumentární zvukový set

Dokumentárnímu natáčení je nutné přizpůsobit výbavu zvukového setu. Při dokumentárním natáčení je ve valné většině zvukař sám. A od toho se také odvíjí používání daného vybavení. Je důležité, aby měl zvukař možnost volného pohybu a mohl rychle reagovat na dané situace. Pro dokumentární účely se používají bodypack vysílače s mikrofonem a bateriové přijímače s všesměrovými anténami. U tohoto typu natáčení není možné využívání směrových antén a to z důvodu neustálého pohybu kamery a zvukaře. U dokumentárních setů platí pravidlo, že čím lehčí brašna bude, tím se bude zvukaři pracovat lépe. Dokumentární natáčení jsou někdy velice dlouhá, a brašnu je nutné nosit po celou dobu na sobě.



Obrázek 39 – Příklad dokumentárního zvukového setu se záznamem SoundDevices 633 a kombinace 4 bateriových jednokanálových přijímačů Lectrosonics UCR 411

## 4 VYUŽITÍ V HRANÉ TVORBĚ

Bezdrátové mikrofonní systémy jsou v hrané tvorbě nepostradatelnou součástí výrobního procesu. V dnešní době je určitým standardem, že natáčení hraného filmu či TV seriálu je realizováno za pomoci bezdrátové technologie. Nejedná se pouze o přenos mikrofonního signálu, ale jde také o bezdrátové odposlechy apod. Při systému výrobu sekvenční technologií je prakticky nemožné odsnímat dané scény pouze na směrový mikrofon. Proto se využívá bezdrátový systém, s pomocí kterého je možné zaznamenat i obtížně snímatelné záběry a situace.

Přístup k používání bezdrátových mikrofonů v hraném filmu je odlišný od dokumentárního. U hraného filmu není možné mikrofon přichytit klipsnou na sako či kravatu, nýbrž je nutné ho co nejlépe skrýt a tím na jeho přítomnost neupozorňovat.

V hrané tvorbě se využívá bodypack vysílač s miniaturním klopovým mikrofonem. Vysílač je umístěn na tělo nebo oděv herce a mikrofon také. Tento způsob s sebou nese několik problémů, které mohou nastat. Aby se těmto problémům předešlo, je důležitou součástí výrobního procesu i preprodukce, kdy je možné řešit případné problémy s kostýmy. Při některých projektech je tato část přípravy zanedbávána a mohou se objevit případné problémy až při samotném natáčení.

### 4.1 Preprodukce

Ve fázi preprodukce daného projektu je žádoucí schůzka s týmem kostymérů, kteří navrhnou dané oblečení, ať už vlastně vyráběné či půjčované. Pokud se kostýmy na určitý projekt vyrábějí, je několik možností, jak předejít pozdějším problémům. Obecně jedním z největších problémů, se kterými je možné se setkat při umísťování bezdrátových mikrofonů je mechanické tření kostýmu a tím následný vznik šustění. Jelikož je mikrofon umístěn ve velmi těsné vzdálenosti od oděvu, toto mechanické tření je mnohonásobně hlasitější než je tomu pouhým poslechem samotného kostýmu pomocí lidského ucha. Tento problém nastává většinou při použití synteticky vyrobených tkanin a materiálů. Jelikož se herci pohybují, pohybuje se kostým s nimi, a tím vzniká samotné tření daných látek o sebe. Tomuto problému se dá předejít za předpokladu, že je projekt dostatečně finančně zajištěn, a je možnost vyrobení kostýmů z materiálů, které nejsou akusticky hlučné.

Pokud se realizuje projekt dobového charakteru, tak jsou většinou kostýmy půjčené a tím pádem není žádná možnost, jak do úprav těchto kostýmů zasahovat. Obecně je dobové oblečení velikým nepřítelem, co se týče umístování bezdrátových mikrofonů.

## 4.2 Natáčení

Hlavním úkolem je zaznamenat co nejčistší zvukový záznam, především dialogy daných postav. Bezdrátové mikrofony se umísťují vždy, a to i pokud je scénu možné odsnímat pouze směrovým mikrofonem (z důvodu pojištění dané scény druhým zvukovým zdrojem). Použití bezdrátového mikrofonu může nastat z důvodu velmi širokého záběru, kde není možné se dostat do dostatečné vzdálenosti ke snímanému zvuku a nebo případné složité chůze či pohybu kamery.

### 4.2.1 Mikrofony

Nejčastěji používanými typy mikrofonů, které jsou uzpůsobené svoji konstrukcí pro umístění pod oblečení jsou COS-11D od firmy Sanken a 4071 od firmy DPA. Existuje samozřejmě několik jiných, ale nejvíce se člověk setká s těmito dvěma typy. Oba mikrofony jsou všesměrové, tudíž přijímají zvuk přicházející ze všech stran. To je určitou výhodou při umístění, kdy není nutné, aby kapsle mikrofonu směřovala k ústům herce. Tyto miniaturní mikrofony jsou svoji frekvenční charakteristikou uzpůsobeny pro použití pod oblečením a to frekvenčním zdvihem na vyšších frekvencích.



Obrázek 40 a 41 – Miniaturní mikrofon DPA 4071 a Sanken COS-11D

Dané mikrofony se vyrábějí v různých barevných variantách od bílé po černou, což umožňuje lepší maskovací efekt pod oblečením. Pokud je herec oblečen do bílého trika, u kterého je možnost lehké průsvitnosti na světle, je dobré zvolit mikrofon v tělové nebo bílé barvě. U použití černé barvy hrozí riziko, že bude tmavá barva pod látkou prosvítat. Mikrofony se také vyrábějí s různými typy konektorů a citlivostí pro použití s různými druhy bezdrátových systémů jednotlivých výrobců.



Obrázek 42 – Barevné kombinace s příslušenstvím pro mikrofon Sanken COS-11D

K jednotlivým mikrofonům je k dostání několik druhů příslušenství, které pomáhají při umisťování mikrofonu. Každý výrobce má své příslušenství vyráběné přímo pro daný typ mikrofonu. Při umisťování mikrofonu je důležité dbát na to, aby mikrofonní kapsle neměla přímý kontakt s oblečením nebo s látkou, o kterou by mohlo vznikat mechanické tření. Mikrofony jsou velice citlivé a sebemenší pohyb či tření je mikrofonem zachycen. Mikrofonní kapsle není jedinou částí, která může přenášet parazitní zvuky. Další částí může být kabel, který vede do vysílače. Pokud je kabel napnutý nebo je výrazně namáhán třením, může se toto mechanické tření přenášet do mikrofonní kapsle a následně do samotného vstupu na vysílači. V některých případech může pomoci u mikrofonní kapsle vytvořit z kabelu smyčku, která tento jev potlačí, nikoliv eliminuje.

Existuje několik různých způsobů, jak mikrofonní kapsli rafinovaně skrýt před objektivem kamery. Neexistuje jednotný způsob umístění, a to, co fungovalo den před, nemusí fungovat den následující. Každý asistent zvuku má své vlastní techniky a způsoby umístování. Obecně platí, že čím více volného prostoru kolem kapsle je, tím je menší pravděpodobnost vzniku tření. Mikrofon je také možné umístit na tělo, ale zde je několik faktorů, na které je třeba dbát. Jedním z nich je umístění na hrudi, kdy je možné riziko vzniku rezonance. Druhým faktorem může být způsob umístění. Mikrofony se ve většině případů fixují pomocí oboustranně lepící pásky (TopStick, 3M produkty, Rycote Stickies). U tohoto způsobu je třeba dbát na zvýšenou opatrnost z důvodu alergické reakce na směs lepidla obsaženého v jednotlivých lepících páskách. Pro tento způsob je nelepší využít aplikaci pomocí lékařských pásek, nebo lepení, která jsou označena jako hypoalergenní. Příkladem může být 3M Transpore medical tape.



Obrázek 43 – 3M Transpore medical tape

Dalším příslušenstvím je třeba zmínit výrobky, které eliminují nárazy větru na kapsli mikrofonu. Při natáčení v exteriérech a při větrných podmínkách je toto příslušenství nezbytné. Jako ochrana proti větru může v některých případech také zafungovat samotné oblečení dané postavy, pokud je vrstva oblečení silná a mikrofonní kapsle je pod ní skryta. Tento typ příslušenství může v některých případech pomoci s odstupem mikrofonu od protilehlé látky a tím zabránit tření.



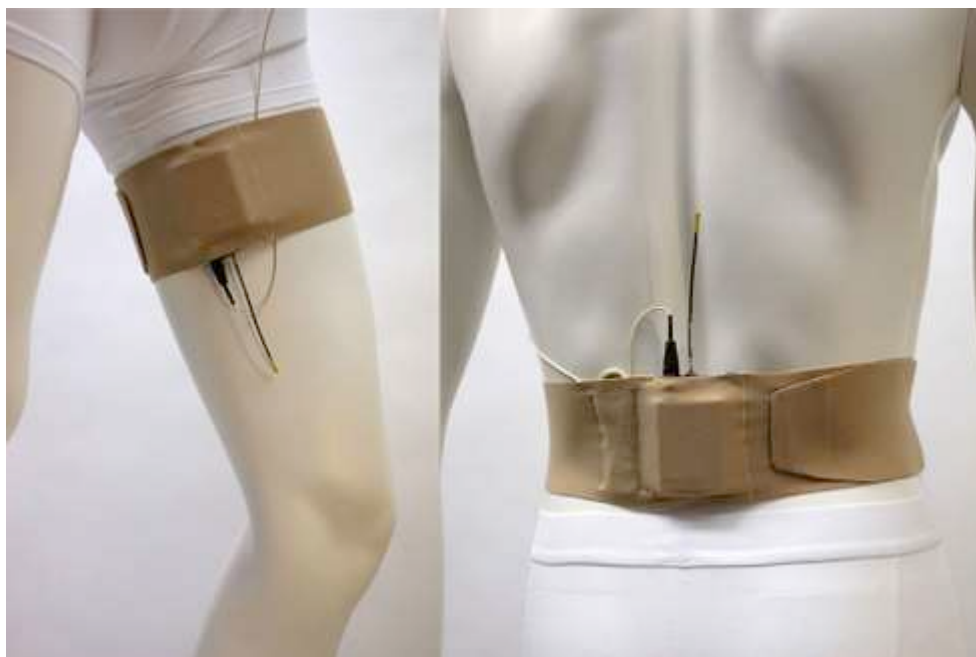
Obrázek 44 – Rycote Overcovers

#### 4.2.2 Vysílače



Obrázek 45 – Vysílače WisyCom v dvou bateriové a jedno bateriové verzi

Pro filmové účely je z hlediska kompaktnosti a snažšího skrytí výhodnější vysílač menších rozměrů. Vysílače se většinou dělají dvou bateriové nebo jedno bateriové. Jedno bateriové mají výhodu menších rozměrů, ale výdrž na jednu baterii je mnohem kratší než u vysílačů větších. Většina výrobců nabízí vysílače ve větších a menších rozměrech. Je dobré vědět, zda na daný projekt bude potřeba menšího vysílače z důvodu obtížného umístění pod kostým. Dobrým kompromisem je kombinace obou těchto velikostí a použití dle dané situace.



Obrázek 46 – Příklad umístění vysílače na stehno a záda pomocí pásu firmy URSA

Je několik způsobů jak vysílač umístit na danou osobu. Vždy je třeba dbát na skutečnost, aby vysílač nebyl pod kostýmem vidět a nezpůsoboval různé viditelné výstupky z vnitřní strany kostýmu. V některých situacích je ale velice obtížné najít místo, kde by mohl být vysílač umístěn. Nejpoužívanějším místem je spodní část zad. Dá se využít zachycením klipsny za kalhoty dané osoby a nebo využít speciální pás, který je pro tyto účely. Při tomto způsobu ale hrozí, že při předklonění herce může způsobit viditelný hrbol na zádech. U žen je jedním možným řešením zachycení vysílače za podprsenku pod paží, anténou směrem dolů. Při tomto způsobu je dobré využít menšího vysílače. Další možný způsob je zachycení za stehno pomocí speciálního pásu, opět anténou dolů. Jedno z možných řešení, které se dá aplikovat jak na mužích tak ženách, je umístění na kotník. U tohoto způsobu je velmi malá pravděpodobnost, že bude vysílač viditelný.

Dalším hojně využívaným typem vysílače je tzv. plug-on vysílač. Používá se v obtížně dostupných místech, kdy je potřeba flexibilita pohybu mikrofonisty. Může se také použít



v situacích, kdy je potřeba mikrofon skryt do dekorace a není možné k mikrofonu vést kabel. Nevýhodou při používání je samotná váha. Při umístění na konci mikrofonní tyče je hmotnost velmi znatelná. Dnes se plug-on vysílače využívají pravidelně a jejich kvalitou dosahují kvality kabelového vedení. Ve své podstatě se z jakéhokoliv bodypack vysílače dá vytvořit tento typ vysílače, ale je zapotřebí zajistit napájení mikrofonu (48V). Plug on vysílače už tuto funkci mají a není potřeba dalšího zařízení.



Obrázek 47 – Plug-on vysílač

### 4.2.3 Přijímače

Při většině filmových projektů má zvukový mistr k dispozici zvukařský vozík, ve kterém má vše potřebné od mixážního pultu a záznamového zařízení po bezdrátové přijímače. Od toho se také odvíjí používané typy bezdrátových přijímačů. Oproti dokumentárnímu setu není nutné být tak flexibilní v pohybu, jelikož se většinou zůstává v průběhu celého dne na jedné či dvou lokacích. Využívají se přijímače napojené na externí směrové antény pro vzdálený dosah. To vše většinou pomocí daného multicoupleru, který umožní napojení všech přijímačů na 2 antény (může být i více) a distribuci signálu do všech přijímačů. Je

vhodné při příjezdu na danou lokaci zkontrolovat, zda jsou dané přijímače a vysílače nalaďené ve frekvencích, kterým nehrozí interference se zařízeními v okolí (DVB-T apod.). K tomuto účelu se dají využít funkce některých přijímačů, které nabízí sken RF pásma. Případně je možné použít externí zařízení (RF Explorer apod.).



Obrázek 48 – RF Explorer pro sken RF pásma

## ZÁVĚR

Bezdrátové mikrofonní systémy se od svého počátku v 50. letech 20. století technologicky vyvinuly. Jejich záměr ale zůstal nadále stejný. Přenést hlas či jakýkoliv akustický signál na delší vzdálenost bez použití drátového propojení. Tento způsob ulehčí práci v mnoha situacích, a to svým sofistikovaným řešením. Na druhou stranu, jako každá technologická vymoženost, má i své mouchy. Myslím si, že do budoucna bude obtížné najít volné vysílací pásmo a to z důvodu neustálého rozšiřování televizního pásma a různých telekomunikačních cest.

Psaní této práci mi přineslo mnoho informací k této problematice a dozvěděl jsem se, jak celý systém bezdrátového přenosu funguje a co je vše zapotřebí k úspěšnému a kvalitnímu přenosu. Celá problematika je samozřejmě ještě obsáhlejší a vždy se dají objevit nové skutečnosti, které mohou vyvrátit mé přesvědčení a využití daného způsobu. Bezdrátová technologie je budoucností, což se v dnešní době projevuje čím dál více. Není možné najít a přesně určit nejlepší systém pro všechny typy bezdrátového přenosu.

Při výběru daného systému pro určitou aplikaci je dobré nastudovat jednotlivé způsoby přenosu a vhodným zvolením je možné dosáhnout co nejlepších výsledků. Není nutné, aby vysílače byly nastaveny na maximální výkon z důvodu delšího dosahu. Při této skutečnosti může nastat několik nežádoucích jevů, jako jsou odrazy od stěn při aplikaci v interiéru. To může způsobit následné problémy s mnohonásobnými odrazy a tím paradoxně větší pravděpodobnost výpadků signálu. V úvahu je také nutné brát u nás povolený maximální vysílací výkon 50mW. Jedním z dalších mylných přesvědčení je využívání aktivních antén pro zvýšení dosahu. Tuto informaci je nutné brát v potaz a při používání aktivních antén je potřeba vždy zkontrolovat, zda není zisk na zesilovači zvýšen neadekvátně k délce koaxiálního kabelu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2.

[2] DAVIS, Gary a Ralph JONES. *The Sound Reinforcement Handbook*. 2nd. ed. U.S.A.: Hal Leonard Publishing Corporation, 1990. ISBN 0-88188-900-8.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

The History of Microphone. *BolyMic* [online]. 2010 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://bolymic.com/supportshow.asp?ID=111>

The Evolution of the Wireless Microphone. *Full Sail University* [online]. 2013 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <http://www.fullsailblog.com/the-evolution-of-the-wireless-microphone>

A (Somewhat) Brief History of Spectrum and Wireless Microphones. *Future of Music Coalition* [online]. 2010 [cit. 2016-12-30]. Dostupné z: <https://futureofmusic.org/blog/2010/04/14/mic-check-somewhat-brief-history-spectrum-and-wireless-microphones>

BROWN, Jim. *WIRELESS MICROPHONES AND THE AUDIO PROFESSIONAL* [online]. 2005 [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://audiosystemsgroup.com/wireless.pdf>

Wireless microphone. *Wiki Audio* [online]. [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: [http://en.wikiaudio.org/Wireless\\_microphone](http://en.wikiaudio.org/Wireless_microphone)

An Overview of Digital Wireless Microphone Systems. *Shure* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://blog.shure.com/an-overview-of-digital-wireless-microphone-systems/>

What is the concept of "true diversity reception" in wireless microphones? *Sweetwater* [online]. 2012 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <https://www.sweetwater.com/forums/showthread.php?30440-What-is-the-concept-of-quot-true-diversity-reception-quot-in-wireless-microphones>

Digital Hybrid Wireless. *Lectrosonics* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.lectrosonics.com/Support/Wireless/digital-hybrid-wireless.html>

The Case for Digital Wireless Microphones. *Sonicscoop* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.sonicscoop.com/2015/04/01/the-case-for-digital-wireless-microphones/?singlepage=1>

SIGISMONDI, Gino a Crispin TAPIA. *Wireless systems guide - Antenna setup* [online]. 2016 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://cdn.shure.com/publication/upload/396/wireless-systems-guide-for-antenna-setup-english.pdf>

The Pros and Cons of Log Periodic Antennas. *TurboFuture* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://turbofuture.com/misc/The-Pros-and-Cons-of-Log-Periodic-Antennas>

Understanding the Difference, and Debunking the Myths, Between Active and Passive Antennas. *RF Venue* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://blog.rfvenue.com/active-v-passive-anntennas/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

**Obrázek 1** - The Origin of the Radio Microphone. *The National Valve Museum* [online]. [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.r-type.org/timeline/time-070.htm>

**Obrázek 2** - Lectrosionics UCR411 Wireless Microphone Kit. *B&H* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: [https://www.bhphotovideo.com/c/product/751417-REG/Lectrosionics\\_UCR411\\_Wireless\\_Microphone\\_Kit.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/751417-REG/Lectrosionics_UCR411_Wireless_Microphone_Kit.html)

**Obrázek 3** - EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 144

**Obrázek 4** - EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 144

**Obrázek 5** - Využívání vymezených rádiových kmitočtů. *Český telekomunikační úřad* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.ctu.cz/vyuzivani-vymezenych-radiovykh-kmitoctu>

**Obrázek 6** - Vhodné frekvence pro bezdrátové mikrofony a odposlechy. *Panter spol. s r. o.* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.sennheiser.cz/index.php?id=38>

**Obrázek 7** - Sennheiser SL Handheld DW. *Full Compass* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.fullcompass.com/prod/286708-Sennheiser-SL-Handheld-DW>

**Obrázek 8** - BROWN, Jim. *WIRELESS MICROPHONES AND THE AUDIO PROFESSIONAL* [online]. 2005 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://audiosystemsgroup.com/wireless.pdf>, str.1

**Obrázek 9** - SK 5212. *Sennheiser* [online]. [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <https://en-us.sennheiser.com/wireless-microphone-live-handheld-transmitter-sk-5212>

**Obrázek 10** - SKP 3000. *Sennheiser* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://en-us.sennheiser.com/wireless-microphone-live-audio-plug-on-transmitter-skp-3000>

**Obrázek 11** - BROWN, Jim. *WIRELESS MICROPHONES AND THE AUDIO PROFESSIONAL* [online]. 2005 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://audiosystemsgroup.com/wireless.pdf>, str.1

**Obrázek 12** - EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 146

**Obrázek 13** - EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 147

**Obrázek 14** - MIPRO MR 515. *Avenuri* [online]. [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://avenuri.com/mall/mallinfo.asp?code1=FF&code2=DD&code3=SS&code4=FFDD7929>

**Obrázek 15** - EARGLE, John. *The microphone book*. 2nd ed. Oxford: Focal Press, 2004. ISBN 02-405-1961-2., str. 146

**Obrázek 16** - DAVIS, Gary a Ralph JONES. *The Sound Reinforcement Handbook*. 2nd. ed. U.S.A.: Hal Leonard Publishing Corporation, 1990. ISBN 0-88188-900-8., str. 142

**Obrázek 17** - AKG SR450 Diversity Wireless Microphone Receiver. *B&H* [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: [https://www.bhphotovideo.com/c/product/501886-REG/AKG\\_3230\\_H\\_00010\\_SR450\\_Diversity\\_Receiver.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/501886-REG/AKG_3230_H_00010_SR450_Diversity_Receiver.html)

**Obrázek 18** - WisyCom MCR42S-US DUAL TRUE DIVERSITY UHF MINIATURE RECEIVER. *Trevaudio* [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.trevaudio.com/product/wisycom-mcr42s-us-dual-true-diversity-uhf-miniature-receiver/>

**Obrázek 19** - Why is a true diversity receiver required for professional performances? *Avlex Corporation* [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z:

<http://avlex.com/support/using-wireless-systems/why-is-a-true-diversity-receiver-required-for-professional-performances/>

**Obrázek 20** - Why is a true diversity receiver required for professional performances? *Avlex Corporation* [online]. [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://avlex.com/support/using-wireless-systems/why-is-a-true-diversity-receiver-required-for-professional-performances/>

**Obrázek 21** - SENNHEISER EW 100-935 G3-B Handheld Wireless Microphone System. *AGIPRODJ* [online]. [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.agiprodj.com/sennheiser-ew-100-935-g3-b-handheld-wireless-microphone-system.html>

**Obrázek 22** - Sennheiser ew100 G3 & Audio Technica BP892cLM3. *DM* [online]. [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.dmmusic.com/sennheiser-ew100-g3-audio-technica-bp892clm3>

**Obrázek 23** - Lectrosonics L Series LR Receiver - Ultra-Compact Digital Hybrid Wireless, Wide Band. *Location Sound Corp.* [online]. [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.locationsound.com/lectrosonics-lr-receiver-ultra-compact-digital-hybrid-wireless-wide-band-2555>

**Obrázek 24** - Octopack. *Lectrosonics* [online]. [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.lectrosonics.com/US/multicouplers-adapters-Octopack-multicoupler-for-SR-receivers.html>

**Obrázek 25** - SRDB25. *Lectrosonics* [online]. [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://www.lectrosonics.com/europe/Multicouplers-Adapters-Accessories/product/448-srdb25.html>

**Obrázek 26** - Seriously, What Are Digital Wireless Microphones, and Why Should You Use One? *RF Venue* [online]. [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: <http://blog.rfvenue.com/digital-wireless-explored/>

**Obrázek 27** - Lectrosonics SRB/E01. *Cvp.com* [online]. [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: [http://cvp.com/index.php?t=product/lectrosonics\\_srb-e01](http://cvp.com/index.php?t=product/lectrosonics_srb-e01)

**Obrázek 28** - Circular Polarization vs. Linear Polarization. *INTELSAT* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.intelsat.com/wp-content/uploads/2013/02/Polarization.pdf>

**Obrázek 29** - Circular Polarization vs. Linear Polarization. *INTELSAT* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.intelsat.com/wp-content/uploads/2013/02/Polarization.pdf>

**Obrázek 30** - SIGISMONDI, Gino a Crispin TAPIA. *Wireless systems guide - Antenna setup* [online]. 2016 [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://cdn.shure.com/publication/upload/396/wireless-systems-guide-for-antenna-setup-english.pdf>

**Obrázek 31** - RF Spotlight. *RF Venue* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.rfvenue.com/rf-venue-rf-spotlight-antenna>

**Obrázek 32** - Lectrosonics ALP500 Shark Fin/Log Periodic Dipole Array Antenna. *Locationsound* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.locationsound.com/lectrosonics-alp500-shark-fin-log-periodic-dipole-array-antenna-1348>,

**Obrázek 33** - Audio Ltd En2 Directional 3-element YAGI antenna. In: *Professional Sound Services* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.pro-sound.com/p/audio-ltd-en2-directional-3-element-yagi-antenna-6db-gain-15-meters-rg58-cable-with-a-bnc-sm.html>

**Obrázek 34** - SHARKIE. *BETSO* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.betso.eu/sharkie>

**Obrázek 35** - CPAA-18. In: *BETSO* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://www.betso.eu/store/cpaa-18>

**Obrázek 36** - SQN SQN-BLT Cable. *Cvp.com* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: [http://cvp.com/index.php?t=product/sqn\\_sqn-blt](http://cvp.com/index.php?t=product/sqn_sqn-blt)

**Obrázek 37** - MX150B/C-XLR CARDIOID SUBMINIATURE LAVALIER MICROPHONE. *Shure* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.shure.eu/products/microphones/mx150bc>

**Obrázek 38** - COS-11D PT-RM-\*/1.8. *Sanken* [online]. [cit. 2017-01-22]. Dostupné z: <http://www.sanken-mic.com/en/product/freqpola.cfm/5.1107200>

**Obrázek 39** - Sound 101: Building Your Sound Kit. In: *Mindwarpllc* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.mindwarpllc.com/blog/sound-101-building-your-sound-kit>

**Obrázek 40** - 4071 MINIATURE OMNIDIRECTIONAL MICROPHONE, PRESENCE BOOST. In: *DPA Microphones* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <http://www.dpamicrophones.com/microphones/dscreet/4071-omnidirectional-microphone-low-cut-presence-boost>

**Obrázek 41** - Sanken COS-11D Omni Lavalier Mic, Reduced Sens, Hardwired TA5F Connector for Lectrosonics Wireless Transmitter (with Accessories, Black). In: *B&H* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: [https://www.bhphotovideo.com/c/product/621393-REG/Sanken\\_COS\\_11D\\_RM\\_TA5\\_BK\\_COS\\_11D\\_Omnidirectional\\_Lavalier\\_Microphone.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/621393-REG/Sanken_COS_11D_RM_TA5_BK_COS_11D_Omnidirectional_Lavalier_Microphone.html)

**Obrázek 42** - COS-11D. In: *Sanken* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: <http://www.sanken-mic.com/en/product/product.cfm/5.1105900>

**Obrázek 43** - 3M TRANSPORE TAPE. CLEAR. 1 INCH. PER ROLL. In: *TrewAudio* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.trewaudio.com/product/3m-transpore-tape-clear-1inch-per-roll/>

**Obrázek 44** - Essential Problem-Solving Accessories for Lav Mics. In: *B&H* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://www.bhphotovideo.com/explora/audio/features/essential-problem-solving-accessories-lav-mics>

**Obrázek 45** - Wisycom MCR42S with MTP40S and MTP41S Kit. In: *Raycom* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.raycom.co.uk/wireless-microphones>

**Obrázek 46** - URSA Straps. In: *SeeSound* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://seesound.es/marca/ursa-straps/>

**Obrázek 47** - Pros & Cons of Wireless Boom Rigs. In: *Bamfsound* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.bamfsound.com/pros-cons-of-wireless-boom/>

**Obrázek 48** - RF Explorer Model 2.4G Handheld Digital Spectrum Analyzer. In: *MCM* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.mcmelectronics.com/product/SEEED-STUDIO-109990011-/72-12860>



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

apod. a podobně

tzv. takzvaně

aj. a jiné

např. například

event. eventuálně

atd. a tak dále