

**VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroniky**

**Praktické aplikace s moduly pro bezdrátový přenos AV  
signálu**

**Practical applications with modules for Wireless AV  
signal transmission**

**2011**

**Tomáš Sedláček**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Sedláček**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 2602R014 Aplikovaná a komerční elektronika  
Téma: **Praktické aplikace s moduly pro bezdrátový přenos AV signálu.  
Practical Applications with Modules for Wireless AV Signal  
Transmission..**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši komerčně dostupných modulů pro bezdrátový přenos AV signálu.
2. Na vybraném modulu proveďte základní měření a vysvětlete, jak je AV signál zpracováván.
3. Ověřte činnost vybraných modulů, ověřte jejich dosah v různých prostředích a navrhnete případná vylepšení, která nebudou v rozporu s povolvacími podmínkami pro jejich provoz.

Seznam doporučené odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího závěrečné práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václav Sládeček, Ph.D.**

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 06.05.2011



doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Václavu Sládečkovi, Ph.D. za trpělivost, rady a cenné připomínky.

## **Čestné prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 6.5.2011

Podpis autora:

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá praktickými aplikacemi s moduly pro bezdrátový přenos AV signálu. Teoretická část se věnuje vzniku a šíření elektromagnetických vln, teoretickým základům videotechniky, snímání obrazu přes CCD čip a kompresi videa. Uvádí také dostupné technologie pro bezdrátový přenos. Praktická část obsahuje krátkou rešerši komerčně dostupných modulů na českém trhu se stručným popisem a technickými parametry. Dále je na vybraném modulu provedeno základní měření a vysvětleno jak je signál zpracován. Také je ověřena činnost a dosah modulů v různých prostředích. Na závěr jsou navržena případná vylepšení a je provedeno shrnutí teoretických a praktických poznatků.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

AV signál, elektromagnetické vlny, videotechnika, snímání obrazu, komprese videa, technologie, bezdrátový přenos, modul, měření.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is concerned with practical application of AV signal wireless transmission modules. The theoretical part deals with formation and transmission of electromagnetic waves, the theoretical basics of video technology, image scanning through a CCD and video compression. It also mentions the available technology of wireless transmission. The practical part includes a short exploration of facts of commercially available modules on the Czech market with a brief description and technical parameters. In addition there are performed some basic measurements on the selected module and also it is explained how the signal is processed. Further the function and range of modules is verified in different environments. Finally there are designed some improvements and a summary of theoretical and practical knowledge is made.

## **KEYWORDS**

AV signal, electromagnetic waves, video technology, image capture, video compression, technology, wireless transmission, module, measuring.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AAC	Advanced Audio Coding, standard pro ztrátovou kompresi zvuku
ASK	Amplitude Shift Keying, klíčování amplitudy digitálního signálu
AV	Audiovisual, audio-vizuální
BPSK	Binary Phase Shift Keying, Binární klíčování s fázovým posuvem
BNC	Bayonet Nut Coupler, typ konektoru
CCD	Charged Coupled Device, zařízení s vázanými náboji
CCTV	Closed Circuit Television, uzavřený televizní okruh
CD	Compact Disc, Kompaktní Disk
CIF	CD Image File, Soubor s obrazem CD vytvořený programem
CMOS	Complementary MOS, Technologie výroby polovodičů
DVD	Digital Versatile Disc, Digitální všestranný disk
EMV	Elektromagnetické vlnění
FIR	Fast serial InfraRed
FSK	Frequency Shift Keying, klíčování frekvence digitálního signálu
GSM	Global System for Mobile communications, systém pro mobilní komunikace
GPS	Global Positioning System, mobilní navigace
GPRS	General Packet Radio System, Obecný paketový rádiový systém
HD	High-Definition, vysoké rozlišení
HDMI	High-Definition Multi-media Interface, Digitální rozhraní
HQ	high quality, výborná kvalita
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access, protokol mobilní telefonie
HSUPA	High-Speed Uplink Packet Access, nastavba protokolu 3G
IR	InfraRed, Infračervený
IP	Internet Protocol, Protokol Internetu
IBM	International Business Machines, Firma
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Společnost
IrDA	Infrared Data Association, Sdružení pro infračervený přenos dat
JPEG	Joint Photographic Expert Group, standard datové komprese
LCD	Liquid Crystal Display, Displej z tekutých krystalů
LED	Light-Emitting Diode, polovodičová součástka
MPEG	Moving Picture Expert Group, vyvíjí standardy pro kódování
MAC	Message Authentication Code, Autentizační kód zprávy
NTSC	National Television System, standart kódování
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex, modulační systém digitální televize
PAL	Phase alternating line, standard kódování

PAM	Pulse Amplitude Modulation, Pulsně amplitudová modulace
PC	Personal Computer, Osobní počítač
PCM	Pulse-code modulation, Pulzně kódová modulace
PSK	Phase Shift Keying, klíčování fáze digitálního signálu
PWM	Pulse Width Modulation, Pulsně šířková modulace
SECAM	Séquentiel couleur à mémoire, standard kódování
SIM	Subscriber Information Module, účastnická identifikační karta
TV	Televize
TFT	Thin Film Transistor, Tenkovrstvý tranzistor
USB	Universal Serial Bus, Univerzální sériová sběrnice
UMTS	Universal Mobile Telephone Standard, Nástupce mobilní sítě GSM
VGA	Video Graphics Array, Grafické videopole
WPA	Wi-Fi Protected Access, bezpečné připojení k bezdrátové síti WiFi

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2. VZNIK A ŠÍŘENÍ ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN</b> .....	<b>9</b>
2.1 Vznik elektromagnetického pole .....	9
2.2 Polarizace elektromagnetických vln .....	9
<b>3. TEORETICKÉ ZÁKLADY VIDEOTECHNIKY</b> .....	<b>10</b>
3.1 Princip televizní obrazovky .....	11
3.2 TV normy.....	12
3.2.1 NTSC.....	12
3.2.2 SECAM .....	12
3.2.3 PAL.....	12
3.3 Modulace .....	13
<b>4. SNÍMÁNÍ OBRAZU PŘES CCD ČIP</b> .....	<b>14</b>
4.1 Obrazové snímače CCD vs. CMOS.....	14
4.1.1 Technologie CCD snímače .....	15
4.1.2 Technologie CMOS snímače .....	15
4.2 Princip snímání CCD čipem .....	15
<b>5. ZPRACOVÁNÍ OBRAZOVÉHO SIGNÁLU</b> .....	<b>16</b>
5.1 Rozlišení videa.....	16
5.1.1 Rozlišení NTSC a PAL .....	17
5.1.2 Rozlišení VGA .....	18
5.1.3 Rozlišení MPEG.....	18
5.1.4 Megapixelové rozlišení.....	19
<b>6. KOMPRESI VIDEA</b> .....	<b>20</b>
6.1 Standardy pro kompresi statických obrázků .....	20
6.1.1 JPEG .....	20
6.1.2 JPEG2000 .....	20
6.2 Standardy pro kompresi videa .....	20
6.2.1 Motion JPEG .....	20
6.2.2 H.263 .....	21
6.2.3 MPEG.....	21
<b>7. TECHNOLOGIE PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS</b> .....	<b>22</b>
7.1 Kategorie bezdrátové komunikace.....	22
7.1.1 Standard IEEE 802.11 .....	22
7.1.2 WPAN (Wireless Personal Area Network) .....	23
7.1.3 WLAN (Wireless Local Area Network).....	25

7.1.4 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network).....	26
7.1.5 WWAN (Wireless Wide Area Network).....	27
<b>8. DOSTUPNÉ MODULY PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS AV SIGNÁLU .....</b>	<b>28</b>
8.2 Samostatné kamery .....	29
8.3 Přijímače k bezdrátovým kamerám .....	32
8.4 Bezdrátové kamery s monitorem .....	35
8.5 Bezdrátový přenos signálu.....	36
<b>9. MĚŘENÍ NA VYBRANÉM MODULU .....</b>	<b>37</b>
9.1 Měření AV signálu.....	37
9.2 Ověření činnosti a dosahu v různých prostředích .....	40
<b>10. NÁVRH PŘÍPADNÝCH VYLEPŠENÍ.....</b>	<b>45</b>
<b>11. ZÁVĚR.....</b>	<b>47</b>
<b>12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>
<b>13. SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>50</b>



# 1. ÚVOD

Bezdrátové technologie jsou fenoménem moderní doby. Přenosová rychlost se neustále zvyšuje, dostupnost dat je stále větší a tedy zcela přirozeně, četnost a využití bezdrátových technologií stále roste. Bezdrátové technologie se stali běžnou součástí našeho života a s jistou nadsázkou lze říci, že nás obklopují na každém kroku. Chytré telefony, nebo WiFi sítě v kavárnách a restauracích jsou dnes naprostým standardem a samozřejmostí, dříve si asi těžko někdo dokázal představit, že přijde do kavárny, nebo si v parku sedne na lavičku a bez problému se připojí k internetu. Bezdrátové technologie zasahují do mnoha odvětví. Nikoho již dnes nepřekvapí příslušenství k počítači, které nemusíme fyzicky propojovat s počítačem. Přenos hudby z jednoho přehrávače do druhého, posílání fotografií pořízených z telefonu na jiný telefon atp. opět bez fyzického propojení. Lidé už dnes bezdrátové propojení považují za běžný standart. To vše samozřejmě platí pro prostředí ekonomicky rozvinutých států.

Využití bezdrátových přenosových technologií umožnilo spojení i na místech, kde to ještě před nedávnem nebylo možné, respektive kde charakter budovy, místa nebo prostoru neumožňoval položit kabelové rozvody. Jedná se o staré historické budovy, historická centra atp. Zavedení bezdrátových přenosových technologií do praxe přineslo mobilitu komunikačních kanálů při přenosu dat.

Bakalářská práce se zabývá bezdrátovým přenosem AV signálu pomocí komerčně dostupných modulů. Zaměřuje se zejména na přenos z bezpečnostních CCTV kamer. Teoretická část práce nejdříve nastiňuje, jak vznikají a jak se šíří elektromagnetické vlny, díky kterým je možné signál přenášet. Zmiňuje teoretické základy videotechniky, jaké se používají televizní normy a modulace. Také teoreticky popisuje snímání obrazu přes CCD čip a typy používaných rozlišení. Následně jsou vyjmenovány standardy pro kompresi videa a rozdíl mezi nimi. V závěru teoretické části jsou vyjmenovány a popsány technologie, které se v dnešní době používají pro bezdrátový přenos.

Praktická část se nejdříve zaměřuje vyhledáním komerčně dostupných modulů pro bezdrátový přenos AV signálu na českém trhu, stručně je popisuje a uvádí jejich technické parametry. Na vybraném modulu bude provedeno základní měření a vysvětleno jak je AV signál zpracován. Poté bude ověřena činnost vybraných modulů, jejich dosah v různých prostředích a teoreticky navrhnutá případná vylepšení, která nebudou v rozporu s povolenými podmínkami pro jejich provoz.

V závěru práce budou shrnuty získané teoretické a praktické poznatky.

## 2. VZNIK A ŠÍŘENÍ ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN

Z fyziky víme že elektromagnetické vlnění je vlnění od nejnižších do nejvyšších frekvencí, přičemž informace se přenáší pouze v určité části EMV.

k přenosu informace mezi vysílačem a přijímačem se tedy využívá bezdrátový přenos informace pomocí elektromagnetického vlnění. K tomuto přenosu se využívají různá dostupná přenosová prostředí. Zejména jde o přenos volným prostorem, plně nebo částečně uzavřenými prostory, různými druhy vedení, vlnovody, popřípadě kombinacemi uvedených prostředí. Je nutné určit ke každému prostředí vhodné kmitočtové pásmo a druh modulace.

Vlastnosti prostředí se totiž liší. Zejména při přenosu volným prostředím se uplatňují nejrůznější přírodní vlivy (členitost terénu, rušení,...).[1]

### 2.1 Vznik elektromagnetického pole

Prochází-li vysílací anténou střídavý proud, vzniká v prostoru kolem antény střídavé elektromagnetické pole mající elektrickou  $E$  a magnetickou složku  $H$ , které jsou navzájem kolmé, a obě jsou kolmé ke směru šíření (příčné vlnění). Fázorový součin  $E \times H$  se nazývá Pointingův fázor ležící ve směru šíření vln a má hodnotu hustoty výkonu  $W/m^2$ . Podíl složek

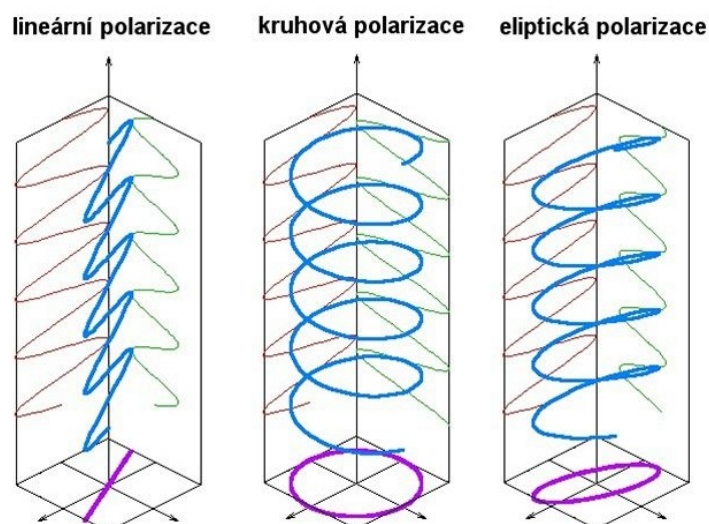
$E/H$  určuje charakteristickou impedanci (Vlnový odpor) volného prostoru  $377 \text{ Ohmů}$ . Z antény odpoutaná elektromagnetická energie se šíří volným prostorem jako postupné elektromagnetické vlnění, a to rychlostí světla, různými směry podle konstrukce antény.[2]

### 2.2 Polarizace elektromagnetických vln

Orientace elektrické složky elektromagnetické vlny v prostoru určuje tzv. polarizaci vlny (směr vektoru intenzity elektrického pole). Jestliže posuzujeme tuto orientaci elektrické složky vůči zemskému povrchu rozlišujeme dva případy:

- *Vertikální polarizaci* - elektrická složka je kolmá k zemskému povrchu
- *Horizontální polarizaci* - Elektrická složka je rovnoběžná se zemským povrchem.

O *Lineární polarizaci* mluvíme tehdy, jestliže elektrická složka nemění svoji orientaci v prostoru (např. směr  $E$  je stále svislý). Pokud výchylka opisuje elipsu v rovině kolmé k šíření vlny, jedná se o elipticky polarizovanou vlnu (*eliptická polarizace*). Speciálním případem elipticky polarizované vlny je kruhově polarizovaná vlna (*kruhová polarizace*), kdy výchylka opisuje kružnici.[1]



Obr. 1 Polarizace elektromagnetické vlny

### 3. TEORETICKÉ ZÁKLADY VIDEOTECHNIKY

Vzhledem ke značné analogii konstrukce lidského oka a konstrukce kamery s objektivem, uvedeme si základní fyziologické vlastnosti lidského oka. Pochopením základních vlastností vnímání lidského oka nám lépe pomůže pochopit a představit si proces snímání reality kamerou a vytváření elektronického obrazu.

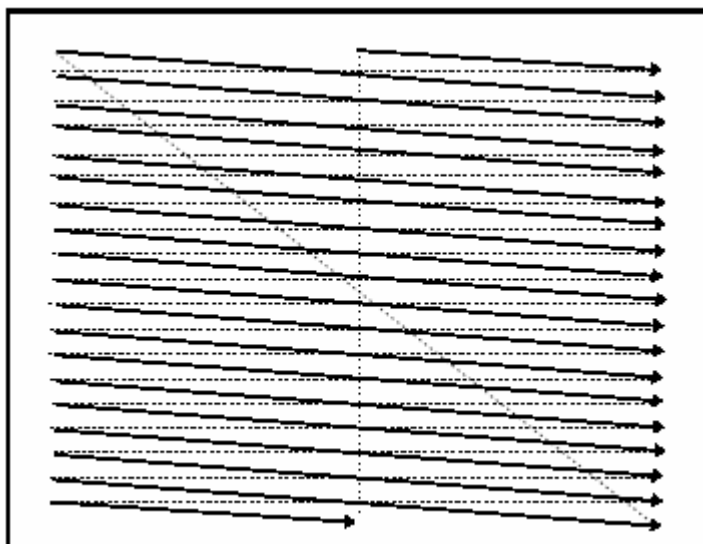
Člověk má zrak uzpůsoben ke vnímání pásma vlnových délek asi 400 – 750 nm (modrofialová - červená). Při dostatečném osvětlení vidíme naše okolí plně barevně – fotopické vidění zprostředkovávají čípky. V oku je jich přibližně 6,5 milionů. Při malé intenzitě světla se aktivují tyčinky (orgány citlivé na světlo), které reagují pouze na intenzitu dopadajícího světla a zajišťují černobílé vidění za šera. Oko jich obsahuje 125 milionů. Největší hustota čípků je v okolí žluté skvrny, kde vidíme obraz nejostřeji a oko instinktivně zaměřuje promítání obrazu na sítnici do tohoto bodu. Naopak ve slepé skvrně nejsou žádné světlocitlivé buňky, a proto obraz, promítnutý do tohoto bodu, mozek vůbec neregistruje.[3]

Krátkodobý zrakový vjem při běžném osvětlení se zachová po dobu asi 0,1 s. Toto zachování vjemu je potřebné pro každodenní život a umožňuje vnímat posloupnost rychle se střídajících obrazů (film, televize) jako plynulý děj. Tento jev se uplatňuje v televizní technice, která využívá právě nedokonalosti lidského oka.

jedna vteřina videozáznamu se skládá z pětadvaceti snímků, z nichž každý je tvořen dvěma horizontálně prokládanými pulsnímkami. Při této snímkové frekvenci lidské oko nestačí zaznamenat, že v jednotlivých pulsnímcích je obrazová informace mezi řádky "napřeskáčku". Takovéto provedení přispívá dojmu plynulého obrazu mnohem více, než kdyby byl obraz promítán najednou.[5]

### 3.1 Princip televizní obrazovky

Problematika využívání kamerových systémů úzce souvisí s principem televize. Základem televize je rozklad obrazu na prvky - obrazové body. Princip snímání a opětovného složení obrazu v televizní technice je založen na tzv. řádkování (Obr. 2), kdy paprsek ve snímací elektronce nebo obrazovce přebíhá zleva doprava (řádkový činný běh) a na zpáteční cestě zprava doleva (řádkový zpětný běh) poklesne o něco níž (snímkový činný běh). Takto paprsek proběhne po celém stínítku až do pravého dolního rohu a poté se úhlopříčně vrátí do levého horního rohu obrazové plochy (snímkový zpětný běh). Protože je televizní obraz složen ze dvou po sobě následujících pulsů posunutých proti sobě o jeden řádek, snímá, anebo vykresluje paprsek vždy napřed všechny liché řádky a potom všechny sudé řádky. Rychlost rozkladu je určena podmínkou, aby sledovaný obraz nebyl rušen blikáním. V televizní technice byl počet snímků za jednu sekundu stanoven na 25, to je 50 pulsů. Tento počet byl v minulosti takto zvolen z důvodu sfázování s frekvencí napájecí sítě 50 Hz. V současné době však pracují televizní obvody rozkladů nezávisle na síti.[3]



Obr. 2. Podstata prokládaného řádkování

Celkový počet řádků se liší podle jednotlivých televizních norem: PAL a SECAM 625 řádků, NTSC 525 řádků. Další odvození bude provedeno pro normy s 625 řádky, které se používají v Evropě. V době, kdy probíhají řádkové a pulsůvkové zpětné běhy, musí být paprsek zatemňován zatemňovacími impulsy. Protože pulsůvkový zatemňovací impuls trvá určitou dobu, bylo normou určeno pro zatemnění jednoho televizního pulsůvku 25 celých řádků. Viditelný obraz má tedy maximálně  $625 - (2 \times 25) = 575$  řádků. To je také maximální možné rozlišení ve svislém (vertikálním) směru. Vycházíme-li z poměru stran televizního obrazu 4:3, je pak odpovídající maximální rozlišení ve vodorovném (horizontálním) směru 768 obrazových bodů. Můžeme se setkat s termínem „plné rozlišení“ PAL. To odpovídá právě rozlišení 768 x 575 bodů.

Princip pulsnímkového skládání obrazu je charakteristický pro oblast využití analogového videa. V digitálním videu se v současnosti používá prakticky pouze celosnímkový (neprokládaný) princip.[5]

## **3.2 TV normy**

### **3.2.1 NTSC**

Vznikla v USA a používá se v USA, Kanadě, Japonsku, Mexiku. Princip vychází z toho, že ostrost barevného vidění je podstatně nižší, než ostrost černobílého vidění. To znamená, že pro informaci o barvě stačí užší frekvenční pásmo než pro informaci o jasu. Základem této soustavy je současný přenos všech tří složek obrazového signálu ( $E_Y$ ,  $E_{R-Y}$ ,  $E_{B-Y}$ ). Pro přenos dvou rozdílových barev se používá tzv. kvadrurní modulace. Frekvence barvosné vlny je u NTSC (evropská) 4,429MHz.[8]

### **3.2.2 SECAM**

Vysílání v soustavě SECAM se používalo ve východní a střední Evropě, Francii, Lucembursku, Řecku, Egyptě, atd. Je založena na stejném principu jako NTSC. Rozdíl je v postupně současném přenosu rozdílových barevných signálů pomocí frekvenční modulace. Signály  $E_{R-Y}$  a  $E_{B-Y}$  se přenáší postupně s řádkovým sledem a současně se přenáší jasový signál. Kmitočet barvosné vlny je u  $E_{R-Y} = 4,406\text{MHz}$  a u  $E_{B-Y} = 4,250\text{MHz}$ . [8]

### **3.2.3 PAL**

Používá se ve střední Evropě, Německu, Anglii, Beneluxu, Švýcarsku, Rakousku, Skandinávii, Itálii, ad. Vychází ze soustavy NTSC a ze SECAM. Z NTSC bylo převzato zpoždovací vedení. Novou věcí je princip střídání fáze pouze v kanálu  $E_{R-Y}$  o  $180^\circ$  a to v řádcích následujících po sobě. Tím se odstraní citlivost na zkreslení barevného signálu a druhým novým prvkem je kvadrurní modulace pomocí zpoždovacího vedení bez použití synchronizační detekce.[8]

### 3.3 Modulace

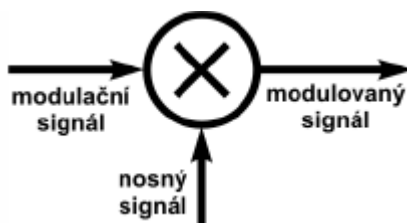
Úkolem modulace je změnit původní signál do tvaru, který se více hodí pro přenos. Modulace se uskutečňuje v modulátoru. Do něj se přivádí modulační signál, který nese informaci a vysokofrekvenční nosná vlna. Modulační signál potom ovlivňuje některý parametr této vlny. Je-li to amplituda, vzniká amplitudová modulace (AM), v případě ovlivňování kmitočtu se jedná o kmitočtovou modulaci (FM) a v případě ovlivňování fáze o fázovou modulaci (PM).

Modulační signál může být spojitý (analogové modulace) nebo diskrétní (diskrétní modulace), který byl získán digitalizací analogového signálu.

Modulovaný signál se zesílí vysokofrekvenčním zesilovačem a vysílací anténa jej vysílá do volného prostoru. Na přijímací straně je signál zachycen přijímací anténou a po zesílení přiveden do demodulátoru. Tam je zpátky přeložen do základního pásma tak, aby jeho průběh odpovídal (až na malé zkreslení a šum, které vždy vznikají) průběhu modulačního signálu ve vysílači.[6]

Důležité pojmy:

- Modulační signál - signál, který chceme modulovat na nosný signál
- Nosný signál - signál, který modulujeme modulačním signálem
- Modulovaný signál - výsledný signál po procesu modulace



Obr. 3 Blokové schéma modulace

#### Spojité modulace

##### *Analogové*

- Amplitudová modulace AM
- Úhlové - frekvenční FM a fázová PM

##### *Digitální*

- ASK - Amplitude-Shift Keying (odpovídá AM)
- FSK - Frequency-Shift Keying (odpovídá FM) a její speciální případ MSK - Minimum-Shift Keying
- PSK - Phase-Shift Keying (odpovídá PM), typický představitel
- BPSK - Binary Phase Shift Keying (dvoustavová)
- QPSK - Quadrature Phase Shift Keying (čtyřstavová), 8PSK, 16PSK (vícestavové)

### **Diskrétní modulace**

- Pulsně kódová PCM
- Pulsně amplitudová PAM
- Pulsně šířková PWM [6]

## **4. SNÍMÁNÍ OBRAZU PŘES CCD ČIP**

Scéna v zorném poli objektivu je opticky transformována do roviny světlo-citlivé plochy snímacího prvku a musí být převedena na elektrický signál. Tento převod se uskutečňuje v polovodičové struktuře CCD čipu. V minulosti se využívaly pro tuto úlohu snímací elektronky, avšak díky svým technickým a ekonomickým vlastnostem CCD snímací elektronky téměř vymizely. Stále však existují speciální aplikace kde se i dnes snímací elektronky používají. V běžných aplikacích CCD kamera přináší oproti kamerám se snímacími elektronkami tyto výhody:

- zcela vyhovuje pro všechny bezpečnostní a kontrolní aplikace
- vysoká životnost a spolehlivost v trvalém provozu
- nízké provozní náklady
- vysoká stálost optických a elektrických parametrů
- vyloučení rizika vypáčení či poškození při přesvětlení
- snímání pohyblivých objektů bez závoje
- nepřítomnost geometrických zkreslení
- odolnost proti vibracím a rázům
- dobrá citlivost v oblasti blízkého infraspéktra [7]

CDD kamery vybíráme zejména podle dvou základních parametrů a to rozlišovací schopnosti a citlivosti kamery. Tyto dva parametry nejvíce ovlivňují hodnocení kvality systému subjektivně vnímané zákazníkem.

### **4.1 Obrazové snímače CCD vs. CMOS**

Obrazový snímač kamery je odpovědný za převod světla do elektrických signálů. Když se navrhuje kamera, je na výběr ze dvou technologií obrazových snímačů:

- CCD (Charged Coupled Device)
- CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

CCD a CMOS snímače představují klíčové součásti, které slouží jako "digitální film" kamery. CCD snímače jsou vyráběny pomocí technologie vyvinuté speciálně pro kamerový průmysl, zatímco CMOS snímače jsou založeny na standardní technologii, která se hojně využívá při výrobě paměťových čipů - např. uvnitř počítače.

Dnešní nejkvalitnější kamery většinou používají CCD snímače, a ačkoli nejnovější modely CMOS snímačů snižují jejich náskok, stále nejsou vhodné pro kamery, od kterých se požaduje nejvyšší kvalita obrazu. Nicméně, CMOS snímače mohou být ideální pro základní řadu síťových kamer, kde jsou rozhodující velikost a cena.[9]

#### **4.1.1 Technologie CCD snímače**

CCD snímače jsou používány v kamerách už více než 20 let a mají oproti CMOS snímačům řadu výhod, mezi které patří například lepší světelná citlivost. Lepší světelná citlivost se projeví v lepší kvalitě obrazu při špatném osvětlení. CCD snímače jsou ale dražší, protože se vyrábí nestandardním procesem a je složitější zabudovat je do kamery. Pokud se v záběru objeví velmi světlý objekt (jako přímé sluneční světlo), může se CCD snímač částečně roztéct, což vytvoří pruhy pod a nad objektem. Tomuto jevu se říká skvrna (smear).[9]

#### **4.1.2 Technologie CMOS snímače**

Pokroky v technologii CMOS snímačů je kvalitou obrazu přiblížili CCD snímačům, ale stále nejsou vhodné pro kamery, od kterých požadujeme nejvyšší možnou kvalitu obrazu. CMOS snímače umožňují nabídnout nižší cenu za kameru, protože obsahují vše, co je potřeba pro vytvoření kamery kolem nich. Umožňují vytvořit menší kamery. K dispozici jsou velké snímače, které přináší megapixelová rozlišení síťovým kamerám.

Špatná citlivost na světlo ještě stále představuje omezení pro využití CMOS snímačů. Tato nevýhoda není problém pokud potřebujete kameru pro dobře osvětlené prostředí, ale pokud máte špatně osvětlené prostředí (třeba i chodbu v budově), může být rozdíl v kvalitě obrazu zřetelný. Výsledkem je velmi tmavý obraz plný šumu.[9]

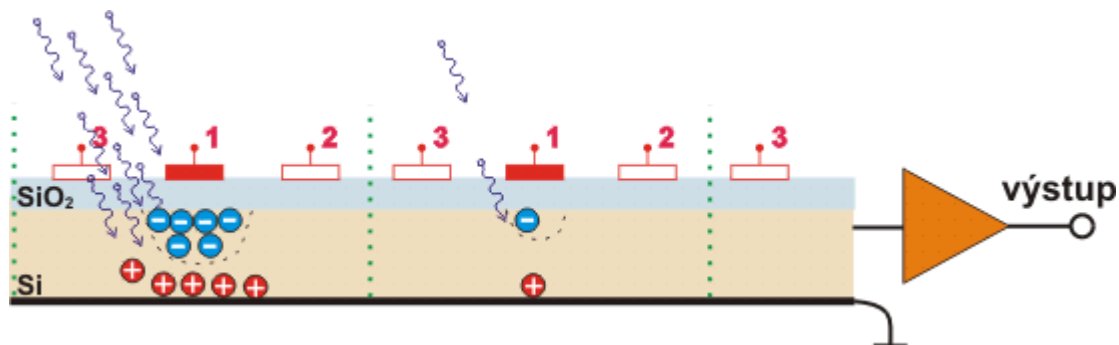
### **4.2 Princip snímání CCD čipem**

CCD (Charged-Coupled Device - v překladu „Nabitě vázané prvky“) není nic jiného než posuvný registr vystavený působení světla. Tyto čipy mají schopnost pomocí polovodičů převádět světlo na elektrický signál. Čip se skládá z několika vrstev –mezi nejdůležitější patří polovodičová (Si) a pro elektrony nepropustná (SiO<sub>2</sub>). Je také tvořen sítí elektrod, které rozdělují čip na menší pole-tzv. nábojové studny – Pixely, které hromadí elektrony. Počet pixelů je jeden z nejdůležitějších



informací. Když světelné fotony dopadnou na polovodič, předají energii a z polovodiče se uvolní elektrony, ty jsou však drženy pozitivním nábojem elektrod na jednom místě. Na Obr. 1 můžete vidět, že na pixel vlevo dopadlo více fotonů, a je tedy u jeho elektrody shromážděno více elektronů než u pixelu vpravo. Pokud se na elektrody přivede, v tomto případě trojfázový (existují i dvojfázové nebo čtyřfázové čipy)

hodinový signál, elektrony se přelévají z jedné nábojové studny do sousední atd. Ty elektrony, které doputují na okraj pole jsou snímány a předány výstupnímu zesilovači, který je převede do silnějšího elektrického signálu, tedy zpracovatelného dalšími částmi přístroje.[4]



Obr. 4 Průřez CCD čipem

## 5. ZPRACOVÁNÍ OBRAZOVÉHO SIGNÁLU

### 5.1 Rozlišení videa

Rozlišovací schopnost kamerového systému je jeden z velice důležitých parametrů. Od něj se odvíjí kvalita obrazu, což je pro zákazníka důležitý parametr při výběru. Rozlišení videa je v analogovém a digitálním světě definováno různými způsoby. U analogového videa je rozlišení udáváno v řádcích a v digitálním videu je udáváno v počtu efektivních pixelů obrazového snímače. U analogového systému jsme omezeni normami pro televizní techniku. Jsou to normy PAL v různých modifikacích, používané v ČR, další norma NTSC a v poslední řadě SECAM. Tyto normy byly již zmiňovány v předchozí kapitole. V digitálním videu je to s rozlišením jinak. Nejsme už omezeni televizní normou, kde je dán určitý maximální počet řádků. Rozlišení je udáváno pomocí jednotlivých bodů, například 1024x768 obrazových bodů.[9]

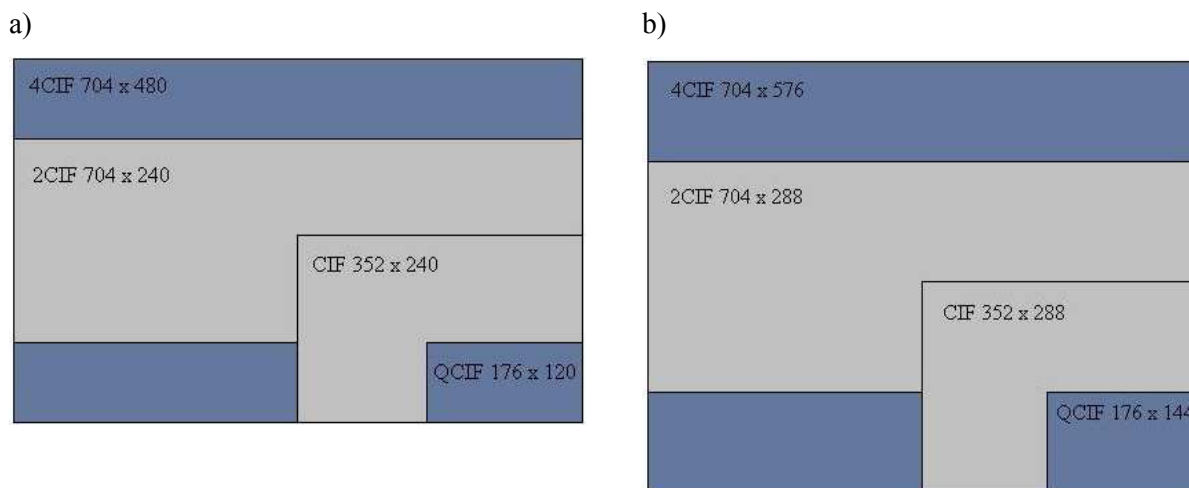
### 5.1.1 Rozlišení NTSC a PAL

V Severní Americe a Japonsku je dominantním standardem pro analogové video NTSC (National Television System Committee), zatímco v Evropě je to PAL (Phase Alternation by Line). Oba standardy pochází z televizního průmyslu. NTSC má rozlišení 480 horizontálních řádků a frekvenci 30 snímků za vteřinu. PAL má vyšší rozlišení 576 horizontálních řádek, ale počet snímků za sekundu je nižší - 25. Celkové množství informací za sekundu je u obou standardů stejné.

Když je analogové video digitalizováno, záleží množství pixelů, které mohou být vytvořeny, na množství řádek analogového obrazu. V případě NTSC je maximální velikost digitalizovaného obrazu 704×480 pixelů, u standardu PAL je to 704×576 pixelů. Ve většině analogových zabezpečovacích aplikací se používá pouze čtvrtina analogového obrazu, protože 4 kamery sdílí

společně maximální rozlišení. Čtvrtina celkového obrazu se v zabezpečovacím průmyslu stala známa jako CIF (Common Intermediate Format). Ve formátu NTSC je CIF velký 352×240 pixelů, ve formátu PAL 352×288 pixelů.

Rozlišení 2CIF je 704×240 (NTSC) nebo 704×288 (PAL) pixelů - tedy počet horizontálních řádků dělený 2. Ve většině případů je každá horizontální řádka na monitoru zobrazena dvakrát, tzv. "zdvojení řádků" (line doubling), aby byl zajištěn správný poměr obrazu. Je to způsob, jak si poradit s rozmazáním pohybu při prokládaném skenování. Někdy je používán rozměr čtvrtiny CIF, který se nazývá QCIF (Quarter CIF).[9]



Obr. 5 a) Různá NTSC rozlišení; b) Různá PAL rozlišení.

### 5.1.2 Rozlišení VGA

Díky síťovým kamerám máme nyní možnost navrhovat stoprocentně digitální systémy. Tím se stávají omezení standardů NTSC a PAL bezpředmětná. Bylo zavedeno několik nových rozlišení odvozených z počítačového průmyslu, která poskytují lepší pružnost a navíc jsou to celosvětové standardy.

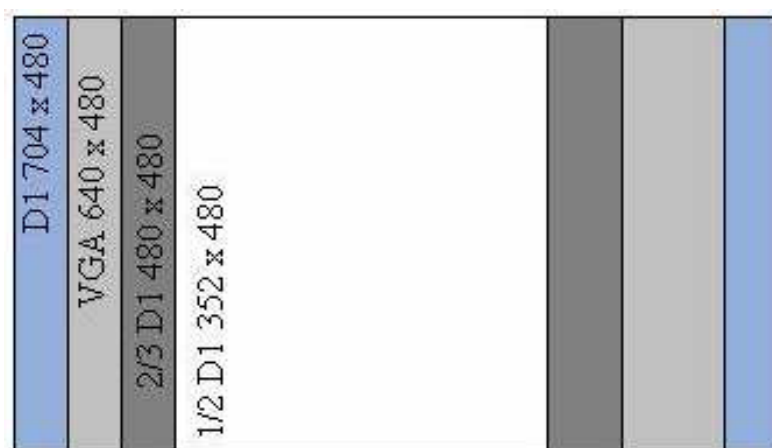
VGA je zkratka pro Video Graphics Array je systém zobrazování grafiky původně vyvinutý IBM pro PC. Rozlišení je definováno na 640×480 pixelů, což je velikost velmi podobná NTSC a PAL. Za normálních okolností je VGA vhodnějším formátem pro síťové kamery, protože jejich záběry jsou ve většině případů zobrazovány na počítačových monitorech, které používají VGA rozlištění (resp. jeho násobky). Quarter VGA (QVGA) s rozlišením 320×240 je také často používaný formát velmi podobný velikosti CIF. QVGA je někdy označováno jako SIF (Standard Interchange Format) rozlišení, což se snadno plete s CIF.

Mezi rozlišení založená na VGA patří XVGA (1024×768 pixelů) a 1280×960 pixelů - 4 násobek VGA - poskytující megapixelové rozlišení.[9]

### 5.1.3 Rozlišení MPEG

MPEG rozlišení obvykle nabývá těchto velikostí:

- 704×480 pixelů (TV NTSC)
- 704×576 pixelů (TV PAL)
- 720×480 pixelů (DVD-Video NTSC)
- 720×576 pixelů (DVD-Video PAL) [9]



Obr.6 Rozlišení používané u MPEG

#### 5.1.4 Megapixelové rozlišení

Čím větší je rozlišení záběru, tím větší detaily na něm můžeme vidět. To je důležitý aspekt pro aplikace používající záběry síťových kamer pro zabezpečení, protože větší rozlišení může umožnit identifikaci pachatele. Maximální rozlišení NTSC a PAL záběrů po jejich digitalizování v DVR nabo video serveru je 400 000 pixelů ( $704 \times 576 = 405\,504$ ), což je 0,4 Megapixelu. Když použijeme formát CIF, tedy čtvrtinu obrazu, jsme až na 0,1 Megapixelu.

Nová technologie síťových kamer nyní umožňuje vyšší rozlišení. Běžné formáty jsou  $1280 \times 1024$ , což je rozlišení 1,3 megapixelu, 13 krát větší než CIF. Jsou dostupné i kamery s rozlišením 2 i 3 megapixely a ještě větší rozlišení se očekávají v budoucnosti.

Megapixelové síťové kamery také přináší výhody různých poměrů stran záběru. Ve standardní televizi je poměr stran 4:3, zatímco filmy a širokoúhlé obrazovky používají 16:9. Výhoda širokoúhlého záběru je v tom, že ve většině případů horní a dolní část nezobrazuje nic zajímavého, ale zabírá pixely, propustnost a místo na disku. Síťová kamera vám umožní nastavit jakýkoli poměr stran.

Navíc megapixelové kamery umožňují docílit digitálního natáčení a zoomování záběru, kdy si operátor vybírá určitou část zobrazeného záběru. Není k tomu potřeba žádný mechanický pohyb kamery. To zajišťuje mnohem větší spolehlivost a umožňuje různým operátorům sledovat různé části stejného záběru zároveň.[9]

U kamer CCTV platí pro rozlišovací schopnost z hlediska aplikace dále uvedená kritéria:

- Rozlišovací schopnost čb kamer 370 – 380 řádků je dostatečná pro všechny standardní aplikace, ve kterých mají být pro blízké a střední vzdálenosti objekty a osoby dobře rozlišitelné.
- Rozlišovací schopnost čb kamer 560 – 580 řádků má smysl pouze v případě, kde je požadované vysoké rozlišení detailů v rámci snímané scény. Doporučuje se v případě dalšího digitálního zpracování obrazu.
- Rozlišovací schopnost barevných kamer 320 – 330 řádků je možno považovat za standardní.
- Rozlišovací schopnost barevných kamer 460 – 480 řádků je možno považovat za vysokou [7] (Citace: Milan Němeček)

Rozdíl rozlišovací schopnosti čb a barevných kamer CCTV je dán odlišným provedením snímacího systému. Subjektivní vnímání pozorovatele ovlivňují vlastnosti lidského oka. Pozorovatel vyhodnotí při stejné rozlišovací schopnosti jako lepší vždy obraz barevný.[7] (Citace: Milan Němeček)

## **6. KOMPRESSE VIDEO**

Bez efektivní komprese by většina lokálních sítí přenášející video data zhroutila za několik málo minut. Digitální video se komprimuje vždy, aby se zvýšila přenosová rychlost a ušetřilo místo na pevném disku. Proto je výběr správného kompresního formátu velmi důležitý.

Kompresi signálu dělíme na ztrátovou a bezztrátovou. V případě bezztrátové komprese je výsledkem po dekompresi identický obraz, to znamená, že každý pixel je ponechán nezměněn. Nevýhodou je, že kompresní poměr je velmi omezený. Příkladem známého bezztrátového formátu je GIF. Právě kvůli omezeným kompresním možnostem se tyto formáty nehodí tam, kde potřebujeme posílat a ukládat velké množství záběrů. Proto bylo vyvinuto několik standardů pro ztrátovou kompresi. Základní myšlenkou je redukovat části obrazu, které jsou pro lidské oko neviditelné a výrazně tak zvýšit kompresní poměr.

### **6.1 Standardy pro kompresi statických obrázků**

#### **6.1.1 JPEG**

Název je zkratkou pro Joint Photographic Experts Group international – jede o velmi populární a dobrý standart pro statické obrázky, který je podporován celou řadou moderních programů. Dekompresi JPEG a jeho prohlížení zvládnou i standardní webové prohlížeče (Firefox, Internet Explorer, Opera).

#### **6.1.2 JPEG2000**

Vyvinula jej stejná společnost jako formát JPEG. Jeho hlavním cílem je využití ve zdravotnických aplikacích a pro fotografie. Při nízkém poměru komprese je velmi podobný formátu JPEG, při velké kompresi si však vede o něco lépe. Podpora tohoto formátu v programech je však velmi omezená.

### **6.2 Standardy pro kompresi videa**

#### **6.2.1 Motion JPEG**

Tento formát nabízí video ve formě sekvence JPEG obrázků, nejčastěji se používá pro systémy síťového videa. Síťová kamera, podobně jako digitální fotoaparát, zachytí jednotlivé obrázky a zkomprese je do JPEG formátu. Síťová kamera navíc dokáže zachytit a zkompresovat například 30 takových samostatných obrázků za sekundu (30 fps – frames per second) a poté je dokáže zpřístupnit po síti jako neustálý proud obrázků. Divák vnímá jako normální video frekvenci snímků

okolo 16 fps a více. Jelikož každý snímek (frame) tvoří samostatný JPEG záběr, mají všechny zaručenou kvalitu, určenou úrovní komprese, která byla vybrána u síťové kamery nebo video serveru.

### 6.2.2 H.263

Tato komprese je určená pro video přenosy se stálou bitovou rychlostí. Nevýhodou stálé bitové rychlosti je, že v případě pohyblivého se objektu se sníží kvalita obrazu. H.263 byl původně určen pro videokonference. Pokud se v záběru osoba, nebo předmět pohybuje, při použití komprese H.263 budou na obraze podobní mozaice. Obyčejně nezajímavé pozadí bude mít však kvalitu dobrou.

### 6.2.3 MPEG

Zkratka - Motion Picture Express Group. Základním principem MPEGu je porovnání dvou komprimovaných záběrů, které mají být odeslány přes síť. První komprimovaný záběr slouží jako referenční. Z následujícího záběru se vyberou ty části které se od referenčního liší a jsou odeslány. Software, který MPEG přehrává, pak na základě referenčního obrázku všechny záběry složí.

I přes svou větší složitost je velikost výsledných souborů menší než u Motion JPEG. MPEG často zahrnuje další techniky nebo nástroje pro parametry jako identifikace objektů a předvídání pohybu v záběru. Je několik různých MPEG standardů:

- **MPEG-1** Vydán v roce 1993 a byl zamýšlen pro ukládání digitálního videa na CD. Důraz na relativně stálou bitovou rychlost je vyvážen měnící se kvalitou obrazu. Počet snímků za sekundu je stanoven na 25(PAL) / 30 (NTSC).
- **MPEG-2** Schválen v roce 1994 a byl navržen pro vysoce kvalitní digitální video. Zaměřil se na rozšíření kompresní techniky MPEG-1 pro zachycení větších záběrů a pro vyšší kvalitu výměnou za nižší kompresi a větší bitovou rychlost. Počet snímků za sekundu stejný jako u MPEG-1, 25(PAL) / 30 (NTSC).
- **MPEG-4** Vychází z formátu MPEG-2. Má více nástrojů pro snížení bitové rychlosti potřebné pro dosažení určité kvality obrazu. Jeho počet snímků není fixován na 25 / 30. Ve skutečnosti je většina nástrojů v MPEG-4, které mohou být použité v aplikacích vyžadujících práci v reálném čase, dostupných i v MPEG-1 a MPEG-2.

## 7. TECHNOLOGIE PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS

Ačkoli jsou ve většině budov nainstalované běžné metalické sítě, zejména z důvodu velké propustnosti dat (např. optické kabely), nebo z důvodu nízkých cen potřebných komponentů, někdy může bezdrátové řešení přinést uživateli finanční i funkční výhody. Může se použít tam, kde by instalace nové kabeláže nebyla vhodná z důvodu poškození interiéru. Výhodou je že nemusíme řešit kudy kabely vést, montáž je jednoduchá a kamera snadno přenositelná z místa na místo.

Dalším běžným použitím bezdrátové technologie je například přemostění mezi dvěma budovami, kde by bylo pokládání kabelu složité a finančně nákladné.

### 7.1 Kategorie bezdrátové komunikace

- WPAN – Wireless Personal Area Network (na krátkou vzdálenost, např. Bluetooth)
- WLAN – Wireless Local Area Network (domácí síť, např. Wi-Fi)
- WMAN – Wireless Metropolitan Area Network (síť s metropolitním dosahem, např. WiMax)
- WWAN – Wireless Wide Area Network (síť s širokým dosahem, celostátní, třeba 3G)

Samozřejmě platí, že čím větší je síť, tím jsou přísnější bezpečnostní podmínky a šifrování. Menší sítě poskytují vyšší rychlost, ale zase jsou náchylnější na překážky v cestě mezi přijímačem a vysílačem.[10]

#### 7.1.1 Standard IEEE 802.11

Bezdrátové sítě existují již od roku 1992, tehdy ale zařízení pracovala na provozních rychlostech hluboko pod 1 Mbit/s. V té době také chyběl jakýkoliv standard, tudíž se musely používat síťové prvky od stejného výrobce. Situace se významně zlepšila v roce 1997, když byl přijat standard IEEE 802.11, jímž jsou moderní WLAN sítě definovány a standardizovány.

Standard 802.11 zahrnuje šest druhů modulací pro posílání radiového signálu, přičemž všechny používají stejný protokol. Nejpoužívanější standardy jsou 802.11a ,b, g. [5]

##### *Standard 802.11a*

Tento standard používá pásmo 5 Ghz a poskytuje až 24 Mbps skutečné propustnosti na vzdálenost až 30 m ve vnitřních prostorech. Tento standard však podporuje pouze omezený rozsah produktů. Teoretická propustnost je 54 Mbps. [5]

##### *Standard 802.11b*

Nejpoužívanější standard, který poskytuje až 11 Mbps skutečné propustnosti na vzdálenost 100 m ve venkovním prostředí. Používá pásmo 2,4 GHz. Tento standard podporují téměř všechny produkty na trhu. Teoretická propustnost je 11 Mbps. [5]

### ***Standard 802.11g***

Standard je starý cca čtyři roky a přináší větší rychlost než 802.11b. Dosahuje skutečné propustnosti až 24Mbps na vzdálenost 100 m ve venkovním prostředí. Používá pásmo 2,4 GHz. Teoretická propustnost je 54 Mbps.[5]

## **7.1.2 WPAN (Wireless Personal Area Network)**

### ***IrDA***

Infračervené světlo ušlo dlouhou cestu od dálkových ovladačů až po mobilní telefony. Princip není nijak složitý, vysílač vyzařuje blikající infračervené světlo o vlnové délce 875 nm a signál je pomocí fotodiód zachytáván na přijímači. Při dopadu světla se uvolňují elektrony, které pak vytvářejí elektrický impulz. Optický přenos je relativně jednoduchý, ale jeho hlavní nevýhodou je nutná přímá viditelnost. Světlo je lidským okem neviditelné, avšak některé CCD snímače kamer jej „vidí“.

Zařízení musí zvládat základní rychlost 9,6 kb/s, další mety určovaly normy IrDA 1.0 (do 115,2 kb/s) a 1.1 (576 a 1152 kb/s). Dosah je v tomto případě kolem jednoho metru. Dnes už spíš IrDA dělíme do kategorií podle specifikací: SIR (odpovídá 1.0), MIR (1.1), FIR, VFIR, UFIR, Giga-IR. V roce 2007 přišel na svět poslední pod názvem EFIR.

Před deseti lety byl IrDA v počítačích na vrcholu popularity. Často se používal pro přenos dat mezi dvěma mobily, případně počítačem a mobilem, který sloužil jako GSM modem pro přístup k internetu. Dnes už jej ale v tomto odvětví zcela nahradil Bluetooth.

Technologie však není úplně ztracená. Ve Fraunhoferově institutu v Německu prováděli pokusy s optickým přenosem světla v modrém spektru obyčejných levných LED, při kterých se jim podařilo přenášet data rychlostí 230 Mb/s, dokonce se tvrdí, že existují ještě rezervy.[10]

### ***Bluetooth***

Bluetooth začínal jako alternativa IrDA, která ovšem nefungovala na principu přenosu světla, nýbrž rádiových vln v pásmu okolo 2,4 GHz. Byla vytvořena skupina Bluetooth SIG, která se měla starat o vývoj formátu. Ten byl ratifikován jako IEEE 802.15.1 a pak několikrát rozšířen.

První verze z roku 1999 byla chybová a v praxi téměř nepoužitelná. O dva roky později přišel Bluetooth 1.1, na trhu už byly první mobily, počítačové karty i hands-free se zahrnutou podporou. Za další dva roky byly vydány specifikace 1.2, rychlost se zvýšila na 721 kb/s a na trhu už byly první foťáky, GPS moduly i sety klávesnice a myši s Bluetooth.

Rok 2004 byl přelomový. Prodáno bylo už přes 250 milionů kompatibilních zařízení, vyšla verze 2.0 + EDR (Enhanced Data Rate). Rychlost pokročila na 2,1 Mb/s, což stačilo i bezdrátovým



stereo sluchátkům v CD kvalitě. V roce 2007 došlo k aktualizaci na verzi 2.1. Předmětem byla zvýšená bezpečnost přenosu a zjednodušené párování.

Asi před dvěma lety přijala skupina Bluetooth SIG verzi 3.0 + HS (High Speed) s maximální rychlostí 24 Mb/s. Před nedávnem byl oznámen Bluetooth 4.0, který vycházející z předchozí verze. Přinesl však profily i pro drobné spotřebiče (hodiny, tělesné senzory...).

Bluetooth můžeme dělit do třech tříd podle výkonu a dosahu. Class 1 dosáhne cca 100 m vzdálenosti při maximálním vysílaném výkonu 100 mW. Class 2 pak 10 m při 2,5 W a Class 3 okolo jednoho metru při 1 mW.[10]

### ***WirelessHD***

Poměrně mladý formát vznikl v roce 2008, ve spolupráci společností Broadcom, Intel, LG, Panasonic, NEC, Sony, Philips, SiBEAM a Toshiba. Z oficiálního názvu i zúčastněných firem je zřejmé, že půjde o bezdrátový přenos vysokého rozlišení obrazu i zvuku. WirelessHD přenáší také obyčejná data včetně internetu a specifikace počítají i s provozem nenáročných přenosných přehrávačů a mobilů.

Ambice nejsou malé, avšak nahradit kabelový HDMI nebude snadné. WiHD pracuje v okolí 60GHz pásma s maximální rychlostí 25 Gb/s. Při 10 m vzdálenosti je to stále dostatečných 4 Gb/s, které stačí na Full HD video s 60 fps a nekomprimovaným 13.1 kanálovým zvukem 192 kHz / 24b. Konsorcium také vydalo novou revizi 1.1 se zahrnutým 3D formátem, rozlišením až 4K a podporou protikopírovací ochrany HDCP 2.0. Došlo k navýšení propustnosti až k 28 Gb/s.

WiHD zvládá přenášet data i multimediální obsah, pokud se rozšíří do veškeré spotřební elektroniky, dálkových ovladačů, mobilů, notebooků apod., celá domácnost může být propojena jedinou technologií se sdíleným obsahem a internetem.[10]

### ***WHDI (Wireless Home Digital Interface)***

WHDI můžeme považovat za bezdrátovou variantu HDMI (do verze 1.3) v tom pravém smyslu. Přenáší pouze zvuk a video na vzdálenost přibližně 30 metrů. Propustnost stačí na nekomprimovaný přenos, avšak bez dalších rezerv.

WHDI má lepší správu přenosu, protože se obsah rozloží do několika elementů s různou prioritou spolehlivosti. Když u tradiční metody dojde k chybě v signálu, postihne to celý obraz/zvuk, protože logika přístrojů neumí určit, o jaká data jde a jak je opravit. WHDI naproti tomu v obraze a zvuku vybere hlavní části, které je třeba nejvíce chránit. Pokud dojde k chybě přenosu, můžou se osekát například nejvyšší a nejnižší tóny zvuku, nebo slít dohromady několik sousedních pixelů. Výsledkem tedy nebude rozsypaný obraz, ale dojem jakoby vyšší komprese.[10]

### ***UWB (Ultra Wideband)***

UWB slouží jako bezdrátová platforma pro další technologie a používá se třeba pro Wireless USB, FireWire, HDMI, počítalo se s ním i do dalších verzí Bluetooth. Využívá velkou šířku pásma, kterou pokrývají i jiné technologie. Podmínkou přijetí ovšem bylo, aby vysílání bylo slabé a na kratší vzdálenosti. V USA byl schválen frekvenční rozsah 3,1-10,6 GHz, Evropská komise schválila 4,8-6 GHz.[10]

### ***WiDi (Intel Wireless Display)***

Hlavním úkolem je přenést obraz z notebooku do televizoru. Podmínkou je model s procesorem Intel Core i3, i5 nebo i7, grafikou Intel HD Graphics a síťovým modulem s technologií My WiFi. Na počítači musí běžet 64b Windows 7 a software Intel My WiFi. Vše zatím splňuje například Dell Studio 15z, Toshiba Satellite E205 a série Sony Vaio S. K televizoru se připojí přijímač s analogovým kompozitním výstupem nebo digitálním HDMI.

V praxi se tedy jedná o streamování obsahu pomocí Wi-Fi, ale jednodušším způsobem posvěceným samotným Intelem.

Obraz je při přenosu komprimován do formátu MPEG-2 s maximálním rozlišením 1280 × 800 px, zvuk je ve stereo AAC s datovým tokem 128 kb/s. Takže lze očekávat zvýšenou zátěž procesoru. Velkou nevýhodou je, že zatím nelze přenést chráněný obsah, tedy žádné DVD ani Blu-ray.[10]

## **7.1.3 WLAN (Wireless Local Area Network)**

### ***Wi-Fi (Wireless Fidelity)***

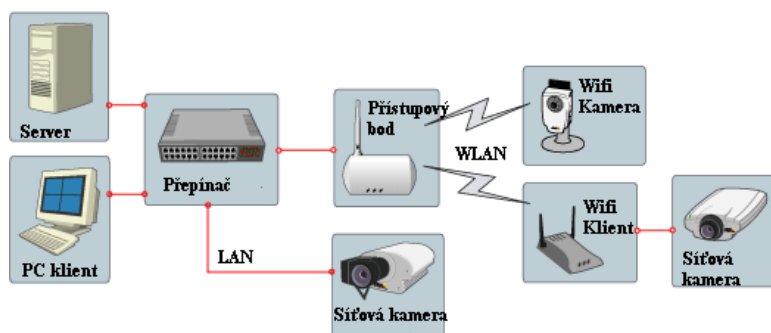
Pojem Wi-Fi se prvně objevil až v roce 1999, kdy se formovala organizace WECA (o rok později přejmenována na Wi-Fi Alliance), která se stará o rozvoj formátu a udělování licencí. Mezi zakládající společnosti patřily 3Com, Apple, Panasonic, Sony, Motorola, Aironet (dnes Cisco) a další.

Wi-Fi stojí na standardech IEEE 802.11 popisujících bezdrátové lokální sítě (WLAN). Původní 802.11 byl ihned zastaralý, byla potřeba vyšších rychlostí a jiných modulací. Proto se brzy začalo pracovat na rozšířeních. V roce 1999 už byly známy specifikace 802.11a (5GHz pásmo, rychlost 54 Mb/s) a 802.11b (2,4GHz pásmo, rychlost 11 Mb/s). O čtyři roky později přišel na svět 802.11g (2,4 GHz, 54 Mb/s) a nejnověji i verze 802.11n, která umí pracovat v 2,4 i 5GHz pásmu s maximální rychlostí 600 Mb/s.

Wi-Fi Alliance uděluje licence (a značky) těm produktům, které splňují definice fyzické vrstvy (PHY) a podvrstvy MAC výše zmíněných standardů a zvládnou šifrování WPA2. Dnes

nenajdeme notebook, který by Wi-Fi nepodporoval. Tato síť je však běžnou součástí smartphonů a dnes se pomalu rozšiřuje také do běžných telefonů, televizorů a jiné elektroniky.

I když Wi-Fi spadá pod WLAN, tedy spíše domácí síť s krátkým dosahem, používá se také pro přenos internetu na velké vzdálenosti. Zvláště u nás, což zřejmě zapříčinilo mizerné pokrytí a ceny širokopásmového internetu pod taktovkou Telecomu. Problémem Wi-Fi je ale zahlcení pásma 2,4 GHz, což způsobuje nestabilitu sítě na delší vzdálenosti. Čistotu signálu často řeší IEEE 802.11a standard Wi-Fi pracující v pásmu 5 GHz.[10]



Obr. 7 Použití WLAN v oblasti síťového videa

### ***WiGig (Wireless Gigabit)***

Toto seskupení vzniklo teprve nedávno, deset let po Wi-Fi. Nové rozhraní nemuselo udržovat zpětnou kompatibilitu se starými produkty. Přesto opět využívá standardů 802.11, ale přesunulo se do nelicencovaného pásma 60 GHz (tedy stále mikrovlny). Maximální teoretická rychlost je 7 Gb/s, což stačí i na přenos nekomprimovaného videa v 1080p a 60 snímcích za vteřinu. Tam také WiGig směřuje, měl by se stát jakýmsi Wi-Fi s přidanou hodnotou, který zvládne přenášet veškerá data v domácnosti. Wi-Fi Alliance a WiGig Alliance navíc ohlásili spolupráci při nasazování této technologie.[10]

### **7.1.4 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)**

#### ***WiMax***

První norma byla vydána společenstvím IEEE pod číslem 802.16. Počítá s využitím pásma 10-66 GHz. Při využití těchto frekvencí je výhodou možnost dosažení velkých přenosových rychlostí při dosahu 40-50 km, ovšem tyto přednosti zastiňuje nutnost přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem.

Později byl uvolněn standard 802.11a, který definuje mobilní přístup a doporučuje frekvence v rozmezí 2-11 GHz, kdy lze bez zajištění přímé viditelnosti mluvit o dosahu kolem 7-9

km. Maximální rychlost na fyzické vrstvě se uvádí 70 Mb/s pro jeden frekvenční kanál o šířce 14 MHz.

Tento kanál je možné rozdělit na subkanály s variabilní šířkou (1,75; 3,5; 5; 7; 10... MHz), což s využitím časového multiplexu zabezpečí rychlý přenos dat k několika desítkám současně aktivních klientů připojených k jedné základnové stanici. Velkou výhodou technologie WiMAX je také implementovaná podpora řízení kvality služeb (QoS), což umožňuje bezproblémové využití např. IP telefonie.

Sítě založené na technologii WiMAX se více než klasickým Wi-Fi sítím podobají mobilním sítím třetí a následujících generací (typicky UMTS). Proto se příliš nehodí pro vytváření spojení point-to-point, ale spíše pro point-to-multipoint. Výhodou ve srovnání s UMTS je také možnost dosahovat vyšších přenosových rychlostí.

Za potenciálními vysokými přenosovými rychlostmi systému WiMAX stojí využití technologie OFDM. Jedná se o modulační techniku, která využívá rozdělení přenosového kanálu na velké množství nosných frekvencí. Díky tomu lze dosáhnout nejen snadného rozdělení přenosového kanálu na subkanály, ale také vyšších přenosových rychlostí oproti systémům s jednou nosnou. Dalším pozitivem je také lepší rozdělení energie a tím větší odolnost proti rušení a menší náchylnost k interferencím, kterých je UMTS schopno dosáhnout až po využití technologií HSDPA a HSUPA.[14]

### **7.1.5 WWAN (Wireless Wide Area Network)**

#### ***GPRS***

Zkratka GPRS označuje službu General Packet Radio Services (rádiový přenos datových paketů). Obvykle je tato služba označována výrazem 2,5 G, který upřesňuje, že se jedná o technologii mezi druhou (2G) a třetí (3G) generací mobilních technologií. Je podporována v sítích mobilních telefonů a přenáší data rychlostí až 114 kb/s. Díky této technologii se můžeme pomocí mobilního telefonu nebo kapesního počítače připojit k Internetu, odesílat a přijímat e-maily, stahovat data a sledovat multimédia. Tato rychlost dostačuje i k pořádání videokonferencí s kolegy nebo zasílání okamžitých zpráv při konverzaci s přáteli a rodinou, kdekoli se nacházíte. Kromě toho umožňuje propojení notebooku a dalších mobilních zařízení.[11]

#### ***3G***

Označení pro mobilní síť 3. generace umožňující vysokorychlostní přenos dat a nové multimediální funkce, například videohovory. Patří do nich i české síť 3. generace UMTS. Služby spojené s touto generací představují schopnost přenášet obojí – hlas (telefonní hovor) i data (stahovaná data, e-maily, zprávy).[12]

oproti GPRS přináší UMTS více možností z pohledu uživatele. Momentálně se maximálně rychlost pohybuje okolo 2 Mbps, do budoucna se ale předpokládá dosáhnutí rychlosti 14 Mbps. Uživateli to umožní využívat video hovory, nebo telefonovat a zároveň využívat další datové přenosy. Zabezpečení je zajištěno pomocí mechanismu „výzva – odpověď“. Odpověď vypočítá čipová sada SIM karty pomocí uloženého klíče, který nelze číst bez speciálního hardwaru.[13]

Mobilní sítě třetí generace sice nejsou sítěmi podle standardu IEEE 802.11, ale jsou sítěmi určenými pro personální zařízení jako PDA a mobilní telefony.[12]

## **8. DOSTUPNÉ MODULY PRO BEZDRÁTOVÝ PŘENOS AV SIGNÁLU**

V dnešní době se těchto zařízení na trhu vyskytuje celá řada, drtivá většina z nich pracuje s technologií WiFi v bezlicenčním pásmu 2,4 Ghz. Je možné zakoupit i moduly pracující v pásmu 5,8 Ghz. Jejich výhoda spočívá v tom, že toto pásmo ještě není tak zahcené jako pásmo 2,4 Ghz, na kterém dnes pracuje většina bezdrátových zařízení, které se mohou navzájem rušit. V této kapitole se však zaměříme spíše na pásmo 2,4 Ghz, protože s ním pracujeme v praktické části bakalářské práce.

### **Na trhu lze zakoupit:**

- Samostatné kamery
- Přijímače k bezdrátovým kamerám
- Kompletní sady, kamera + přijímač
- Kompletní sady kamera + přijímač s připojením k PC přes USB
- Bezdrátové kamery s monitorem
- Bezdrátové kamery se záznamem
- Bezdrátový přenos signálu

Jelikož v praktické části není použitý zakoupený komplet, ale sestava je poskládaná z jednotlivých komponent, budeme v této kapitole moduly třídit následovně:

- Samostatné kamery
- Přijímače k bezdrátovým kamerám
- Bezdrátové kamery s monitorem
- Bezdrátový přenos signálu

Jak už bylo zmíněno těchto zařízení je mnoho, proto si uvedeme, pro názornost jen několik z nich. Komponenty byly vybírány tak aby se nějakým způsobem odlišovali, například kamera pro vnitřní nebo venkovní použití, s vysílačem, bez vysílače atp. Rozdíly uvedu stručným popisem a jejich technickými parametry. Ze zmíněných modulů budou vybrány konkrétní typy, které budou použity v praktické části. Zařízení jsou vhodná zejména pro monitoring dětí, starých a nemohoucích osob, domů nebo průmyslových objektů.

## 8.2 Samostatné kamery

### *Bezdrátová kamera ZT803*

Barevná CMOS bezdrátová kamera pro přenos obrazu a zvuku na vzdálenost max. 100m. Malá velikost a nízká hmotnost, nízká spotřeba, vysoká citlivost, snadná instalace a obsluha.

#### Technické parametry

Napájení kamery:	5 - 8 V ss / 100 mA
CMOS :	1/3"
TV řádků:	380
Citlivost:	1 Lux
Úhel záběru:	62°
Vysílací výkon:	10mW
Výstupní frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost



### ***Hybridní kamera ZT906***

Venkovní bezdrátová kamera s nočním viděním až na 15 metrů (23 LED na přisvětlení ). Přenos obrazu a zvuku na vzdálenost max. 100m. Bezdrátový i drátový výstup na kameře. Nutno dokoupit přijímač.

#### **Technické parametry:**

Napájení kamery:	12 V ss / 200 mA
CMOS:	1/3"
TV řádků:	420
Citlivost:	1 Lux/0 lux při IR
Úhel záběru:	42°
Vysílací výkon:	10mW
Výstupní frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	venkovní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost

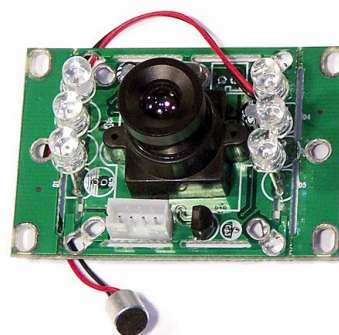


### ***Kamera MTV-153CA PAL***

Kit barevné CMOS kamery s šesti diodami pro IR přisvětlení a mikrofonem. Kamera není vybavena žádným dalším příslušenstvím tudíž nutno dokoupit vysílač i přijímač.

#### **Technické parametry:**

Napájení kamery:	12 V ss / 60 mA
CMOS:	1/3"
TV řádků:	380
Citlivost:	0 Lux / F1,2 při IR
Úhel záběru:	69°
Vysílací výkon:	-
Výstupní frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-10 až 45°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost



### ***Kamera F-MK-0321***

Kit černobílé kamery. Není vybavena žádným dalším příslušenstvím, nutno dokoupit vysílač i přijímač.

#### **Technické parametry:**

Napájení kamery:	12 V ss / 100mA
CCD:	1/3"
TV řádků:	420
Citlivost:	0,5 Lux pro F5.0
Úhel záběru:	62°
Vysílací výkon:	-
Výstupní frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +55°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost



### ***Bezdrátová kamera S-3034 s LI-ION aku***

Miniaturní bezdrátová kamera 2.4GHz použitelná s přijímači 2.4GHz bezdrátových systémů, jejichž název začíná písmenem 'S'. Značka HQ. Funkce nočního vidění 11 IR LED (reálný dosah 5m). 4 volitelné kanály. Vestavěný nabíjecí Li-ion akumulátor. Vestavěný mikrofon. Nutno dokoupit přijímač.

#### **Technické parametry:**

Napájení kamery:	5 V ss / 90mA
CMOS:	1/3"
TV řádků:	380
Citlivost:	0 Lux
Úhel záběru:	60°
Vysílací výkon:	10mW
Výstupní frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-10 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost





### ***Bezdrátová kamera OUTIR5G52030***

Barevná kamera s bezdrátovým přenosem signálu a vestavěným IR světlem ve venkovním vodotěsném provedení, IR světlo do 30m, objektiv 6 mm. Vyměnitelný objektiv M12. Přenosový kmitočet 5,8GHz (16 kmitočetů), přijímače WR5811 nebo WR5814.

#### **Technické parametry:**

Napájení kamery:	12 V ss / max 1A
CCD:	1/3"
TV řádků:	520
Citlivost:	0 Lux / F1,2 při IR
Úhel záběru:	62°
Vysílací výkon:	25mW
Výstupní frekvence:	5,8GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	venkovní
Dosah přenosu:	50m na přímou viditelnost



## **8.3 Přijímače k bezdrátovým kamerám**

### ***Bezdrátový přijímač ZTRCV***

Bezdrátový přijímač ZTRCV pro kamery ZT na frekvenci 2,4 GHz. Přenos obrazu a zvuku na vzdálenost max. 100m. Nízká váha, kvalitní obraz i zvuk, nízká spotřeba a snadná instalace.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímače:	9 - 12 V ss
Přijímaná frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost



### ***Bezdrátový přijímač ZTRCVA***

Bezdrátový přenos AV signálu na frekvenci 2,4GHz, nízká váha, kvalitní obraz i zvuk, nízká spotřeba a snadná instalace.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímače:	9 - 12 V ss
Přijímaná frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost
Nastavení kanálu:	tlačítka UP/DOWN
Automatické přepínání:	lze zvolit kamery
Interval přepínání:	2/8/15/30 sekund



### ***Bezdrátový přijímač ZTRCVG***

Přijímač s USB pro kamery ZT na frekvenci 2,4 GHz. Přenos obrazu a zvuku na vzdálenost max. 100m. Automatické přepínání kanálů.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímače:	9 - 12 V ss
Přijímaná frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost
Nastavení kanálu:	tlačítka UP/DOWN
Automatické přepínání:	lze zvolit kamery
Interval přepínání:	5 sekund
Připojení k PC přes:	USB



### ***Bezdrátový přijímač ZT-708***

Bezdrátový přenos AV signálu na frekvenci 2,4GHz, nízká spotřeba a snadná instalace. Přenos obrazu a zvuku na vzdálenost max. 100m.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímače:	8 V ss
Přijímaná frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost, přes zdi max. 30 m
Nastavení kanálu:	tlačítka UP/DOWN
Automatické přepínání:	lze zvolit kamery



### ***Bezdrátový kvadrátor IM4CHRCV***

Pro kamery na frekvenci 2,4 GHz. Přenos obrazu a zvuku na vzdálenost max. 100m.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímače:	9 - 12 V ss
Přijímaná frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-30 až +60°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost
Nastavení kanálu:	tlačítka CH1,2,3,4
Funkce automatického	
Zvětšení obrazu při pohybu:	ANO
Dálkový ovladač:	ANO



### ***Bezdrátový Přijímač WR5811***

bezdrátový přenos videa a audia v pásmu 5,8GHz. Je vhodné zvláště pro bezdrátové přenosy kamerových systémů, které jsou jinak silně rušeny v pásmu 2,4GHz. Volitelných 16 přenosových kmitočtů, 1 kanálový. Analogový přenos, FM modulace signálu.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímače:	12 V ss
Přijímaná frekvence:	5,8GHz
Pracovní teplota:	-20 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost



## **8.4 Bezdrátové kamery s monitorem**

### ***Bezdrátová kamera + 7" LCD monitor – König***

Barevná kamera s kovovým krytem pro venkovní použití a infračervenými LED diodami pro noční vidění. Monitor s funkcí otáčení obrazu a individuálně nastavitelným menu. Zvláštní vstup AV pro vnější zdroj a výstup AV pro nahrávání. Systém lze použít také jako velmi kvalitní baby monitor.

#### **Technické parametry:**

Napájení kamery:	7,5 V ss / 300 mA
CMOS:	1/3"
TV řádků:	330
Citlivost:	3 Lux
Úhel záběru:	62°
Vysílací výkon:	10mW
Výstupní frekvence:	2,4GHz
Pracovní teplota:	-10 až +50°C
Prostředí:	venkovní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost
Napájení přijímače:	12 V ss / 1000 mA



## 8.5 Bezdrátový přenos signálu

### *Vysílač + přijímač F-OS-RS401D*

Pomocí tohoto konvertoru se přes BNC konektor přenáší signál ze CCTV kamery na bezdrátový přijímač s AV výstupem. Velkou výhodou tohoto konvertoru jsou malé rozměry, což umožňuje sledovat prostory bez toho, aniž by zařízení bylo nápadné. Přijímač konvertoru nabízí možnost 4 kanálového připojení; pomocí přepínače nastavíme kanál tak, aby se nerušil s ostatními zařízeními.

#### **Technické parametry:**

Napájení přijímač i vysílač:	12 V ss
Video vstup:	1 Vpp
Video výstup:	1 Vpp
Audio:	mikrofon umístěn ve vysílači
Audio výstup:	1 Vpp
Přenosová frekvence:	2,4GHz
Typ modulace:	FM
Pracovní teplota:	-10 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost, přes zdi max. 30 m



### *Vysílač ZT-401*

Vysílač 03 je konvertor, pomocí kterého je možno přenášet signál z CCTV kamery na bezdrátový přijímač s AV výstupem. Lze použít s výše uvedenými přijímači nebo zakoupit přímo v sadě.

#### **Technické parametry:**

Napájení vysílače:	12 V ss
Video vstup:	1 Vpp
Audio:	mikrofon umístěn ve vysílači
Audio výstup:	1 Vpp
Přenosová frekvence:	2,4GHz
Typ modulace:	FM
Pracovní teplota:	-10 až +50°C
Prostředí:	vnitřní
Dosah přenosu:	50-100m na přímou viditelnost, přes zdi max. 30 m



## 9. MĚŘENÍ NA VYBRANÉM MODULU

Pro naše účely byla vybrána kamera MTV-153CA PAL. Hlavním důvodem výběru této kamery bylo to, že již byla majetkem školy, tudíž nemusela být pořizována za další náklady jiná. Jak už bylo zmíněno je to kit barevné CMOS kamery s IR podsvícením. Kamera není vybavena vysílačem ani přijímačem, takže bylo zapotřebí ji tímto zařízením doplnit. Opět bylo zapůjčeno ze strany školy a jedná se o vysílač ZT-401 a přijímač ZT-708 pracující na frekvenci 2,4 GHz. Technické parametry těchto modulů jsou uvedeny v předchozí kapitole. Přijímaný signál z kamery byl zobrazován na 3,5“ TFT LCD monitoru, který ovšem nedokázal přijímat audio signál.

Vysílač byl ke kameře připojen pomocí BNC redukce. Kamera i vysílač byly napájeny ze sítě přes 12 V adaptér. Pro další měření bylo však zapotřebí, aby celá tato sestava byla mobilní z čehož vyplývá, že kamera, vysílač, přijímač i LCD monitor musely být napájeny z baterií.

### Vybrané moduly:

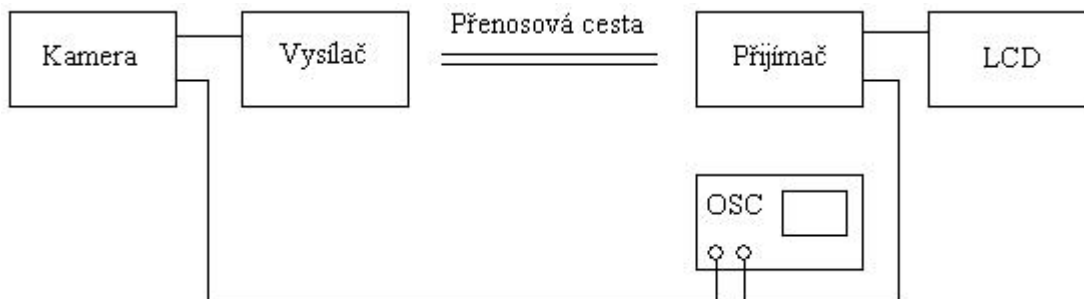


Obr. 8 Vlevo kamera MTV-153CA PAL, uprostřed vysílač ZT-401, vpravo bezdrátový přijímač ZT-708

### 9.1 Měření AV signálu

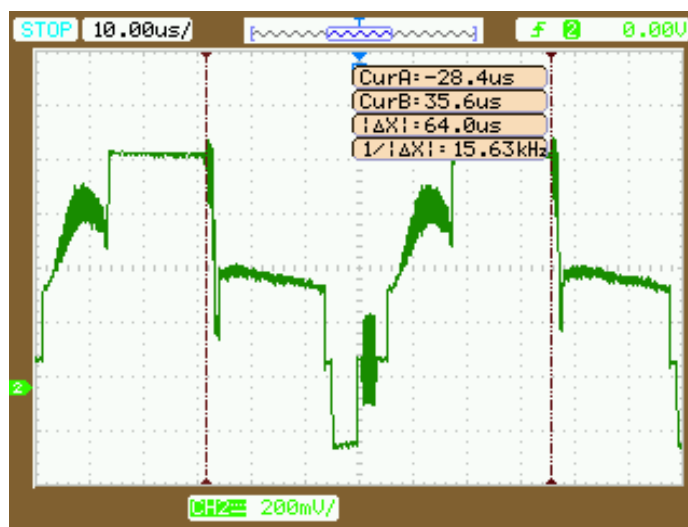
#### *Měření videesignálu*

Při tomto měření nebylo ještě zapotřebí použití baterií, jelikož se odehrávalo v laboratoři a kamera byla napájena přes adaptér ze sítě. Nejdříve byl změřen video výstup, který byl na kameře označen žlutým vodičem.



Obr.9 Blokové schéma zapojení

Na (obr. 10) vidíme řádkové synchronizační impulzy, jejich frekvence je 15 625 Hz.

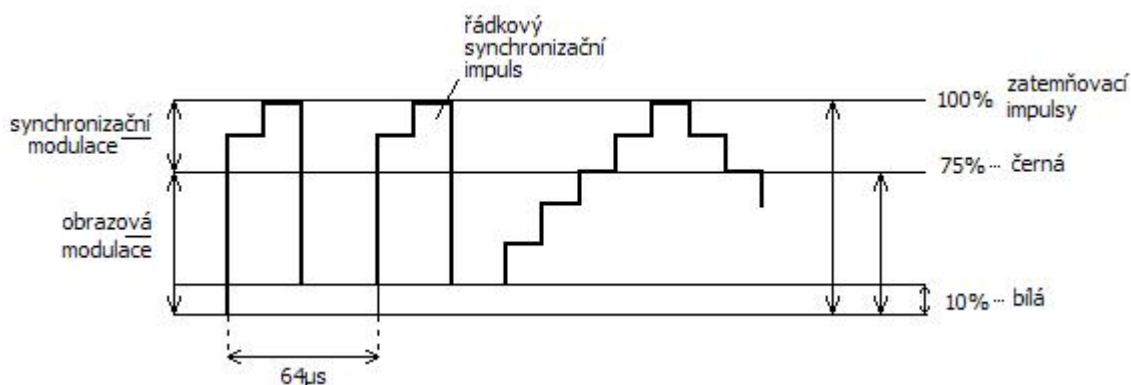


Obr.10 Průběh naměřeného video signálu

### Popis obrazového signálu:

Obrazový signál se skládá z řádků, které jsou uspořádány do snímků. Každý z těchto snímků je rozdělen na dva půlsnímků, z nichž je jeden tvořen lichými a jeden sudými řádky. Podrobně definuje vlastnosti obrazového signálu televizní norma, která je však v různých oblastech odlišná.

V evropských podmínkách je obraz členěn do 625 řádků ( $2 \times 312 \times 1/5$ ), do 50 půlsnímků nebo 25 snímků. Každý řádek je ohraničen řádkovými zatemňovacími impulzy. Ty tvoří svislé okraje obrazu a nesou taktéž řádkové zatemňovací impulzy, definující přesný začátek a konec řádku.

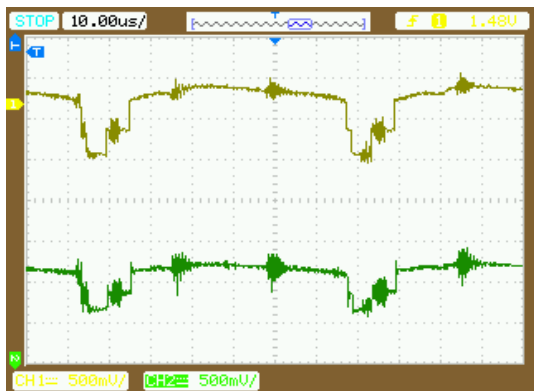


Obr.11

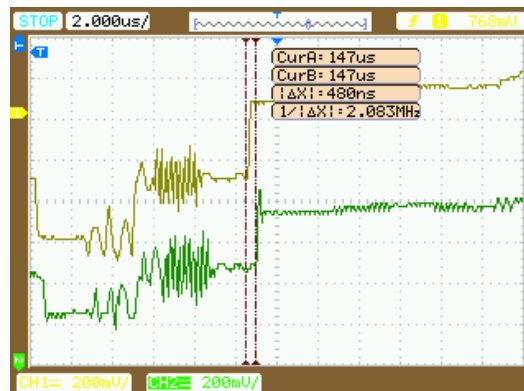
Podobně každý půlsnímek je ohraničen půlsnímkovými zatemňovacími impulzy, které nesou půlsnímkové synchronizační impulzy a tvoří vodorovné okraje obrazu. Synchronizační impulzy definují začátek a konec půlsnímků a zajišťují správnou vzájemnou polohu lichého a sudého půlsnímků (prokládání). Řádkové synchronizační impulzy mají frekvenci 15625 Hz v zadní části řádkovacího synchronizačního impulsu může být informace.

### Porovnání signálu před přenosem a po přenosu:

a)



b)



Obr. 12 a) Porovnání videosignálu před přenosem (CH1) a po přenosu (CH2); b) Časové zpoždění signálu.

Na obrázcích můžeme vidět nepatrný rozdíl v signálech. Signál na prvním kanálu je měřen na kameře a signál na kanálu dvě na výstupu přijímače. Na (obr. 10 a) si můžeme všimnout, že signál na výstupu přijímače (CH2) je mírně utlumen. Se zvětšující se vzdáleností vysílače od přijímače se útlum zvětšuje. Dále na (obr. 10 b) vidíme nepatrné časové zpoždění 400 ns, které je způsobeno dobou, kterou potřebuje modul na zpracování signálu.



## Měření audio signálu

Audiosignál byl měřen tak že na funkčním generátoru byla nastavena frekvence 1 KHz a připojený reproduktor byl přiložen k mikrofonu.



Obr. 13 Průběh naměřeného audio signálu

Naměřená frekvence odpovídá frekvenci generátoru, vršky sinusovky jsou však z neznámých důvodů oříznuty, nejspíše kvůli tomu že mikrofon byl přebuzen.

## 9.2 Ověření činnosti a dosahu v různých prostředích

Pro tato měření bylo zapotřebí zprovoznit kameru, vysílač, přijímač i LCD monitor na baterie a to z toho důvodu, aby se s nimi dalo pohybovat po prostorách školy a na volném prostranství. Pro napájení byl použit 12 V olověný akumulátor s kapacitou 1,3 Ah. Přijímač je však napájen 8 V tudíž bylo zapotřebí napětí z akumulátoru snížit. Tento problém byl vyřešen 9 V stabilizátorem napětí, rozdíl 1 V není tak velký, takže přijímač fungoval tak jak má. Při měření v prostorách školy byla kamera s vysílačem umístěna v laboratoři a připojena k síti přes 12 V adaptér. Přijímač a 3,5“ LCD monitor byl připojen k akumulátoru. Průběh měření byl následovný:

- Měření v laboratoři
- Měření mimo laboratoř přes zeď, vzdálenost od vysílače 10 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, vzdálenost od vysílače 20 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, vzdálenost od vysílače 30 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, patro nad laboratoří, vzdálenost od vysílače 10 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, patro nad laboratoří, vzdálenost od vysílače 20 m

- Měření mimo laboratoř přes zeď, patro nad laboratoří, vzdálenost 30 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, patro pod laboratoří, vzdálenost od vysílače 10 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, patro pod laboratoří, vzdálenost od vysílače 20 m
- Měření mimo laboratoř přes zeď, patro pod laboratoří, vzdálenost od vysílače 30 m
- Měření na otevřeném prostranství

**Ověření činnosti a dosahu vybraných modulů (kamera a vysílač nastaveny na kanál 1):**



Obr. 14 Foto v laboratoři



Obr. 17 Foto mimo laboratoř 30 m



Obr. 15 Foto mimo laboratoř, 10 m



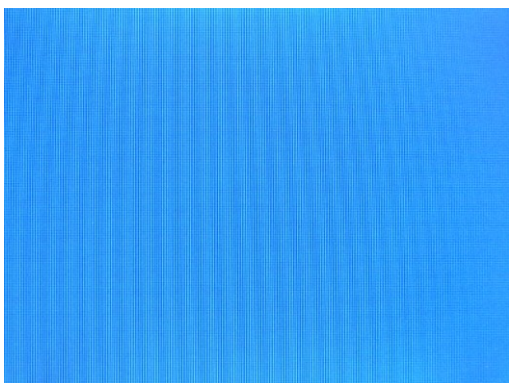
Obr. 18 Foto patro nad laboratoří, 10 m



Obr. 16 Foto mimo laboratoř, 20 m



Obr. 19 Foto patro nad laboratoří, 20 m



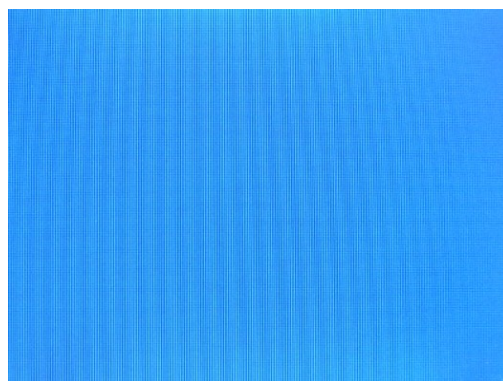
Obr. 20 Foto patro nad laboratoří, 30 m



Obr. 22 Foto patro pod laboratoří, 20 m



Obr. 21 Foto patro pod laboratoří, 10 m



Obr. 23 Foto patro pod laboratoří, 30 m

Na těchto fotografiích můžeme vidět jak se přijímaný signál měnil v závislosti na místě a na vzdálenosti přijímače od vysílače. Vysílač i přijímač byl nastaven na kanál 1. Na (obr. 13) vidíme fotografii pořízenou mimo laboratoř za zavřenými dveřmi, vzdálenost vysílače od přijímače není tak velká i přesto si však můžeme všimnout, že obraz už není čistý. To je způsobeno právě rušením okolních zařízení pracujících na stejné frekvenci 2,414 Mhz. Konkrétně se jedná o bezpečnostní kameru poblíž školy, která monitoruje výjezd z parkoviště. Na (obr. 17 a 20) což jsou fotografie pořízené nad a pod laboratoří cca 20 m od vysílače je signál z bezpečnostní kamery venku silnější než náš vlastní, tudíž se místo záběru z laboratoře objevoval právě záběr z parkoviště. Se zvětšující se vzdáleností se zvětšoval i útlum signálu ve vzdálenosti 30m už byl signál velmi slabý, rušený a nestabilní. V patrech ve vzdálenosti 30 m byl signál tak slabý, že na monitoru nebylo vidět nic než modré pozadí.



**Ověření činnosti a dosahu vybraných modulů (kamera a vysílač nastaveny na kanál 2):**



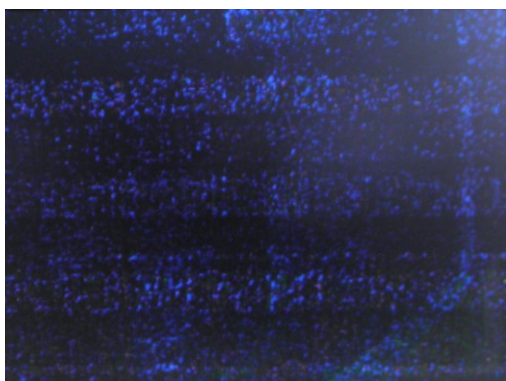
Obr. 24 Foto v laboratoři



Obr. 28 Foto patro nad laboratoří, 10 m



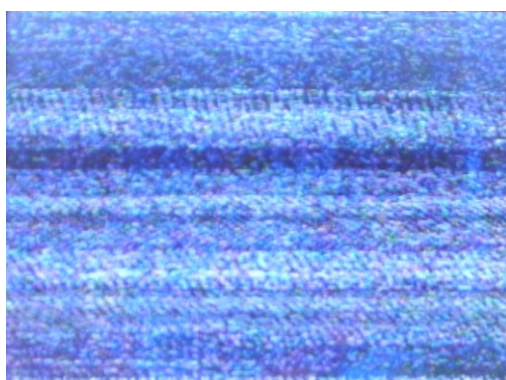
Obr. 25 Foto mimo laboratoř, 10 m



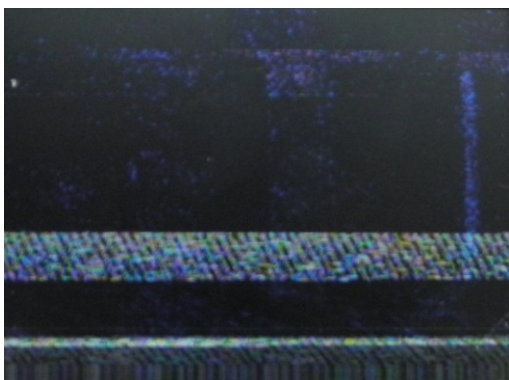
Obr. 29 Foto patro nad laboratoří, 20 m



Obr. 26 Foto mimo laboratoř, 20 m



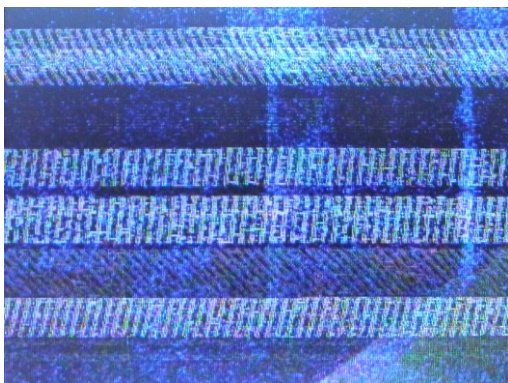
Obr. 30 Foto patro nad laboratoří, 30 m



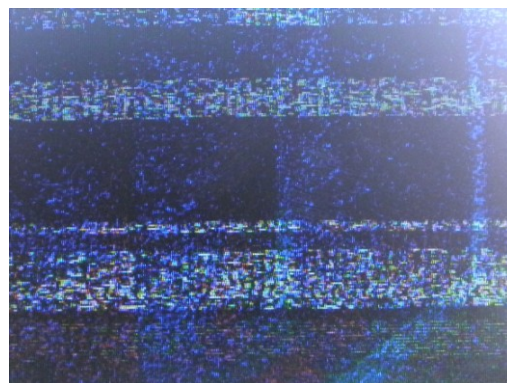
Obr. 27 Foto mimo laboratoř, 30 m



Obr. 31 Foto patro pod laboratoří, 10 m



Obr. 32 Foto patro pod laboratoří, 20 m



Obr. 33 Foto patro pod laboratoří, 30 m

Při ověřování činnosti a dosahu na kanále 2 už nebyl signál rušen bezpečnostní kamerou z parkoviště. Na obrázcích můžeme vidět změny v kvalitě obrazu při různých vzdálenostech, nutno konstatovat, že ve vzdálenosti více jak 20 m je obraz velmi špatně rozeznatelný. V patrech se signál ztrácí už ve 20 m.

Bylo provedeno i měření na ostatních kanálech 3 a 4 ta se však nijak výrazně nelišila od měření na kanálu 2 a proto není uvedena.

#### **Měření na otevřeném prostranství:**

Při tomto měření byl vysílač umístěn v okně pátého patra budovy E na kolejích VŠB-TUO. Bohužel z technických důvodů nebyly pořízeny fotografie, proto jsou výsledky shrnuty jen teoreticky. Byly ověřovány následující vzdálenosti:

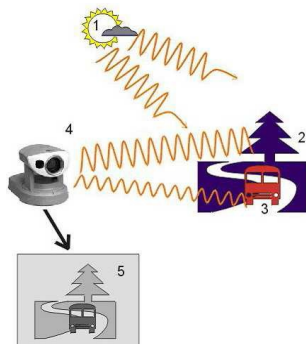
- Vzdálenost od vysílače 20 m - Obraz na LCD monitoru čistý a jasný bez jakékoli zhoršení kvality
- Vzdálenost od vysílače 40 m - Obraz na LCD monitoru čistý a jasný bez jakékoli zhoršení kvality
- Vzdálenost od vysílače 60 m - Obraz na LCD monitoru se slabým šumem, avšak stále rozeznatelný
- Vzdálenost od vysílače 80 m - Obraz na LCD monitoru se silným šumem, téměř nerozeznatelný
- Vzdálenost od vysílače 100 m - Žádný signál

#### **Snímání v IR oblasti:**

Tento princip je známý z klasického snímání ve viditelném světle. Zachytávané předměty jsou ozářeny IR zářením. Předměty odráží IR záření v různé míře, takže získáme obraz ve stupních šedé, přičemž odstín šedé koresponduje s odrazivostí předmětu v IR oblasti. Vlnová délka IR světla pro přísvit je delší než vlnová délka, kterou vyzařuje snímané těleso.

Na obrázku (Obr. 29) je vysvětlen princip snímání v krátkovlnné IR oblasti: zdroj IR záření (1) ozařuje snímanou scénu krátkovlnným IR zářením, jehož vlnová délka je blízká červenému světlu. Červené světlo má cca 650 nm a IR záření používané v této technice mívá 750 – 1000 nm. Snímané objekty (2, 3) se liší svou odrazivostí pro IR záření. Intenzita odraženého záření je tedy

modulována odrazivostí snímaných předmětů, vlnová délka dopadajícího a odraženého záření se však nemění. Modulované IR záření dopadá na CCD snímač (4). Na výsledném záběru (5) odpovídají nejsvětlejší místa objektům, které nejvíce odrážejí dopadající záření. [5] IR přisvětlení na vybrané kameře MTV-153CA PAL má dosah do 6 m.



Obr. 34. princip snímání v krátkovlnné IR oblasti

## 10. NÁVRH PŘÍPADNÝCH VYLEPŠENÍ

Při návrhu případných vylepšení nesmíme porušit určité podmínky, které ustanovuje český telekomunikační úřad. Jednou z nich je, že stanice musí dodržet maximální vyzářený výkon a maximální střední spektrální hustotu při libovolné kombinaci výstupního výkonu vysílače a použité antény. Pro pásmo 2,4 GHz je povolený výkon 20 dBm. Další důležitou podmínkou je že stanice nesmějí být provozovány s přídatnými zesilovači vysokofrekvenčního výkonu a s převaděči. Na tyto podmínky musíme dbát, protože jejich porušení je trestné.

Jedním z případných vylepšení může být použití antény **ZT SM1**.

### **ZT SM1:**

Vysokozisková směrová anténa pro zvýšení dosahu bezdrátových kamerových systémů. Anténa je určena k připojení k AV přijímači bezdrátové kamery, (pokud to umožňují). Tato úzce směrová desetiprvková anténa prodlužuje pracovní dosah kamery ze 100m cca. na 1km (v ideálních podmínkách lze dosáhnout vzdálenosti až 1,5 km). Anténu je možno upevnit na svislou trubku. Speciální konektor (SMA) pro přijímač bezdrátové kamery. Směrnost +/- 12 st. Anténa má minimální zisk 17 dBi, lineární polarizaci (vertikální nebo horizontální) a vyzářovací úhel cca 12 stupňů v obou rovinách. Poměr stojatých vln nepřekročí v celém pracovním rozsahu hodnotu 1,5.

Anténa je vyrobena ze slitiny hliníku a hořčíku, ráhno z hranolu 10x10 mm a prvky z tyčoviny 6 mm. Zářič je symetrizován a transformován přímo ve skládaném dipólu. Tím se minimalizují ztráty, ke kterým dochází při použití klasického symetrizačního členu na tištěném spoji. Prvek který napájí anténu je galvanicky spojen s ráhnem a tím i s nosným stožárem a tím odpadá nutnost použití bleskojistky. Anténa je zakončena kouskem kabelu o délce 30 cm, který má



redukční konektor přímo pro připojení do přijímače bezdrátové kamery. Anténu můžeme namontovat na stožár do průměru 60 mm a lze ji směřovat v horizontální rovině. Velikost antény je cca 80cm.



Obr. 35 Směrová anténa ZT SM1

### ***Fresnelova zóna***

V popisu rádiové trasy zejména z hlediska útlumu a dosahu je jednou z nutných podmínek v pásmu 2,4GHz přímá viditelnost mezi přijímací a vysílací anténou, to však není podmínka postačující. Pro kvalitní přenos musí být volná (bez překážek) ještě tzv. Fresnelova zóna, tedy určitý prostor kolem spojnice (přímky). Fresnelovu zónu si můžeme představit jako "doutník", tedy elipsoid.

V prostoru této zóny by se neměla vyskytovat žádná překážka, ani by do ní neměly, třeba částečně zasahovat například stromy nebo střechy domů.

Průměr Fresnelovy zóny v jejím nejširším místě (což je polovina celkové délky trasy) lze vypočítat. Je však k dispozici stručná přehledová tabulka, (Tab.1) která by měla postačit. Sestavena je pro různé celkové délky trasy :

<b>Délka trasy</b>	<b>Průměr zóny</b>
100 m	1,8 m
200 m	2,5 m
300 m	3,1 m
400 m	3,6 m
500 m	4,0 m
700 m	4,7 m
1000 m	5,6 m
1200 m	6,2 m
1500 m	6,9 m
2000 m	8,0 m
2600 m	9,1 m
3000 m	9,8 m
4000 m	11,3 m

Tab.1 Průměr Fresnelovy zóny v závislosti na délce trasy

Narušená Fresnelova zóna většinou nemá za následek příliš podstatné snížení úrovně signálu. Vzniklé odrazy však mezi sebou kolidují a tak se snižuje kvalita přenášeného datového toku. Vždy by se mělo vyvinout maximální úsilí k tomu, aby bylo volných aspoň 60% průměru zóny.

## 11. ZÁVĚR

Bezdrátové technologie mají velký potenciál a troufám si tvrdit, že v ne příliš vzdálené budoucnosti je budou implementovat další a další zařízení, ať už z oblasti osobního použití, nebo komerční sféry jako je například zabezpečovací technika nebo komunikační technologie. V mé bakalářské práci jsem se zabýval praktickými aplikacemi pro bezdrátový přenos AV signálu.

V teoretické části jsem nejdříve nastínil jak vzniká elektromagnetické vlnění díky kterému je možné bezdrátový signál šířit. Jelikož jsem v praktické části pracoval s kamerou a zobrazovacím zařízením uvádím také teoretické základy videotechniky a snímání obrazu. Dále neopominám ani zpracování obrazového signálu pro pochopení problematiky a kompresy videa, která je velmi důležitá pro bezdrátové přenosy. V závěru teoretické části zmiňuji dostupné technologie pro bezdrátový přenos dat.

V praktické části jsem nejdříve vyhledal komerčně dostupné moduly pro bezdrátový přenos AV signálu, uvedl jsem jejich stručný popis a technické parametry. Vybral jsem tři moduly se kterými jsem prováděl měření. Cílem měření bylo ověřit jejich činnost a zjistit jak vlastně video signál vypadá. V další části jsem ověřoval skutečný dosah modulů v porovnání s uváděnými technickými parametry. Došel jsem k závěru že uváděné parametry jsou jen přibližné, nebo spíše uváděny vždy v ideálních podmínkách. Ve skutečnosti je velmi důležité kde je zařízení umístěno a kolik rušivých zdrojů se kolem něj nachází. Jelikož vybrané moduly pracují v pásmu 2,4 GHz, které už je v dnešní době silně zahlceno, je také důležité promyslet jaké zařízení a s jakou pracovní frekvencí zvolit.

Na konci praktické části uvádím teoretická případná vylepšení v podobě směrové antény ZT SM1 která je při správné instalaci schopná prodloužit pracovní dosah kamery až na 1 km.

Bezdrátové technologie nám častokrát usnadňují práci například tam kde je složité pokládání kabeláže, nebo kde dokonce vůbec není možné. Proto je v našem zájmu aby se bezdrátové technologie dále rozvíjely a zdokonalovaly.



## 12. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BEZDĚK, Miloslav . *Elektronika 2*. Vyd. 1. České Budějovice : KOPP, 2003. 269 s. ISBN 80-7232-212-5.
- [2] VÍT, Vladimír. *Televizní technika : Anténní rozvody a signálové obvody televizorů a obvody* . Praha : AZ SERVIS, 1993. 449 s. ISBN 80-901554-0-5.
- [3] ČAPEK, J., FABIAN P.: *Komprimace dat, principy a praxe*, 1. vyd, nakladatelství Computer Press, 2000, ISBN 80-7226-231-9
- [4] DOLEČEK, Jaroslav. *Optoelektronika a optoelektronické prvky*. Praha : BEN, 2005. 160 s. ISBN 80-7300-184-5.
- [5] HORÁK, Martin. *IP kamery a jejich využití v průmyslu komerční bezpečnosti* [online]. Zlín, 2007. 124 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky.
- [6] RITTER, Vojtěch. *Generování a analýza signálů v bezdrátových přenosových systémech* [online]. Ostrava, 2010. 46 s. Diplomová práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava.
- [7] NĚMEČEK, Milan. *CCTV kamery a jejich využití v zabezpečení objektů* [online]. Zlín, 2008. 73 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky.
- [8] *Elmag.sps* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://elmag.sps.sweb.cz/1.htm>>.
- [9] *Netcam* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.netcam.cz/encyklopedie-ip-zabezpeceni/obrazove-snimace-ccd-cmos.php>>.
- [10] *Cnews* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.cnews.cz/vyznejte-se-v-bezdratovych-sitich>>.
- [11] *H41320.www4.hp* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <[http://h41320.www4.hp.com/cda/mwec/display/main/mwec\\_content.jsp?zn=hpsmb&cp=26-29-31-30-37^3042\\_4003\\_23\\_\\_](http://h41320.www4.hp.com/cda/mwec/display/main/mwec_content.jsp?zn=hpsmb&cp=26-29-31-30-37^3042_4003_23__)>.
- [12] *Katalog mobilů* [online]. 2003-2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.citace.com/generator.php?druh=7&ukol=1>>.
- [13] *Bezdrátové přenosové technologie* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW: <<http://bezdratechnology.webnode.cz/bezdratove-technologie-v-praxi/mobilni-site/>>.

- [14] *Programujte* [online]. 2004-2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2008012601-technologie-wimax-pod-drobnohledem>>.
- [15] *Kuncicky* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.kuncicky.cz/kamerove-systemy/>>.
- [16] *Kamerové systémy* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://kamerovesystemy.variant.eu/kamery-cctv-ip/vnutorne/bar-kamera-venkovni-bezdratova-5-8ghz-ccd-1-3-520-r-ir-30m.html>>.
- [17] *ASM* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://asm.inshop.sk/inshop/kamerove-systemy/cctv-systemy/cctv-kamery/vonkajsie-outdoor-/bezdratove/%5Bid-WR5811-1-109E%5D-bezdratovy-prenos-video-audio-5-8ghz-rx-1kanal.html>>.
- [18] *Bezdratovekamery* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.bezdratovekamery.cz/g177.ZT+SM1+sm%ECrov%E1+ant%E9na.html>>.
- [19] *Deramax* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.citace.com/generator.php?druh=7&ukol=1>>.
- [20] *GM electronic* [online]. 2011 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.citace.com/generator.php?druh=7&ukol=1>>.
- [21] *KHnet.info* [online]. 2003-2007 [cit. 2011-05-05]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.khnet.info/view.php?cisloclanku=2003081101>>.

## **13. SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1** - Povolovací podmínky pro přenos dat v pásmu 2,4 až 66 GHz

**Příloha 2** - Fotografie zapojeného zařízení