

Ověření funkčnosti kamerového systému určeného pro monitorování v prostředí silných elektromagnetických polí

Bc. Václav Mikulášek

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Mikulášek**
Osobní číslo: **A15182**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Ověření funkčnosti kamerového systému určeného pro monitorování v prostředí silných elektromagnetických polí**

Téma anglicky: **The Verification of the Functionality of a Camera System for Monitoring Environments with Strong Electromagnetic Fields**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte obecný rozbor zaměřený na ochranu elektronického zařízení před vlivy silných elektromagnetických polí.
2. Seznamte se s aktuálním zařízením určeným na monitorování v bezodrazové komoře a s komorou samotnou.
3. Ověřte funkčnost dané bezpečnostní kamery v bezodrazové komoře.
4. Vyhodnoťte možný vliv použité kamery na měření v bezodrazové komoře.
5. Navrhněte zodolněnou konstrukci pro kamerový systém určený na monitorování v prostředí silných elektromagnetických polí.
6. Vámi navržený systém dle možností realizujte a ověřte jeho funkčnost.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **SVACHINA, Jiří. Elektromagnetická kompatibilita: principy a poznámky. Brno: Vysoké učení technické, 2001. Připojujeme se k Evropské unii. ISBN 80-214-1873-7.**
2. **PAUL, Clayton R. Introduction to electromagnetic compatibility. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. ISBN 9780471755005.**
3. **VACULÍK, Emil a Polina VACULÍKOVÁ. Elektronická kompatibilita elektrotechnických systémů: praktický průvodce techniky omezení elektromagnetického vř rušení : ČSN-ČSN EN-ČSN IEC-ČSN CISPR-ČSN ETS. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-568-8.**
4. **KOVÁČ, Dobroslav, Irena KOVÁČOVÁ a Ján KAŇUCH. EMC z hlediska teorie a aplikace. Praha: BEN – technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-202-7.**
5. **SENGUPTA, Dipak L. a Valdis V. LIEPA. Applied electromagnetics and electromagnetic compatibility. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. ISBN 9780471165491.**
6. **OTT, Henry W. Electromagnetic compatibility engineering. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2009. ISBN 0470189304.**
7. **MUSIL, Jindrich. a Frantisek. ZACEK. Microwave measurements of complex permittivity by free space methods and their applications. New York: Elsevier, 1986. ISBN 0444995366.**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Skočík

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce:

3. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

24. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu


Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne 18.5. 2017


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Téma diplomové práce je zaměřeno na možnosti využití kamerového systému pro monitorování prostředí silných elektromagnetických polí. Cíl práce je ověření funkčnosti kamery v prostředí bezodrazové komory a vyhodnocení nutnosti použití z odolné konstrukce. Práce se dále zabývá samotným návrhem z odolné konstrukce konkrétně pro bezpečnostní kameru LILIN – IPS5184S, která byla určena na sledování vnitřního prostoru bezodrazové komory Frankonia SAC-3, která je součástí výzkumného centra CEBIA-Tech ve Zlíně. Konstrukce byla navržena s ohledem na elektromagnetickou kompatibilitu.

Klíčová slova: Elektromagnetická kompatibilita, IP kamera, elektromagnetické stínění, bezodrazová komora, elektromagnetická interference, elektromagnetická susceptibilita

ABSTRACT

The focus of this master's thesis is the evaluation of the possibilities of using a camera systems for monitoring areas with strong electromagnetic fields. The aim of this thesis is to verify the functionality of the camera in an anechoic chamber environment and to evaluate the need to use a reinforced structure. The thesis is also concerned with the design specifically for the LILIN - IPS5184S security camera, which was designed to monitor the internal space of the anechoic chamber Frankonia SAC-3, which is part of the CEBIA-Tech research center in Zlín. The design has been designed with consider to electromagnetic compatibility.

Keywords: Electromagnetic compatibility, IP camera, electromagnetic shielding, anechoic chamber, electromagnetic interference, electromagnetic susceptibility

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych chtěl tímto poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Petru Skočíkovi za odborné vedení, cenné připomínky a pomoc poskytnutou při zpracování této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Martinu Pospíšilíkovi, Ph.D. za odbornou pomoc při měření v bezodrazové komoře. V neposlední řadě bych rád poděkoval mé rodině a blízkým, kteří mě po celou dobu mého studia podporovali.

„The whole problem with the world is that fools and fanatics are always so certain of themselves, and wiser people so full of doubts. „

Bertrand Russell

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA	11
1.1 ÚVOD DO ELEKTROMAGNETICKÉ KOMPATIBILITY	11
1.1.1 Speciální oblast elektromagnetické kompatibility	12
1.2 ZÁKLADNÍ POJMY ELEKTROMAGNETICKÉ KOMPATIBILITY	12
1.3 DĚLENÍ VLIVU ELEKTROMAGNETICKÉ KOMPATIBILITY DLE SYSTÉMŮ	14
1.3.1 Biologické systémy	14
1.3.2 Technické systémy	15
1.4 RUŠIVÉ SIGNÁLY A JEJICH ZDROJE	16
1.4.1 Dělení interferenčních zdrojů.....	16
1.4.2 Prostředí odolnosti	20
1.4.3 Průmyslové zdroje rušení	21
1.4.4 Zdroje napěťového přepětí	21
1.4.5 Zdroje kontinuálního rušení	21
1.4.6 Zvláštní zdroje rušení	22
1.5 VAZEBNÍ MECHANISMY PŘENOSU RUŠIVÝCH SIGNÁLŮ.....	22
1.5.1 Galvanická vazba	22
1.5.2 Kapacitní vazba	23
1.5.3 Induktivní vazba.....	23
1.5.4 Vazba vyzařováním.....	23
1.6 ELEKTROMAGNETICKÉ STÍNĚNÍ.....	24
1.6.1 Účinnost elektromagnetického stínění ve vzdáleném poli.....	25
1.6.2 Celková účinnost stínění	26
1.6.3 Blízké elektrické a magnetické pole	27
1.6.4 Vliv otvorů a technologických netěsností na účinnost stínění.....	27
1.6.5 Stínění koaxiálních kabelů	29
2 BEZODRAZOVÁ STÍNĚNÁ KOMORA	30
2.1 MĚŘENÍ RUŠIVÝCH SIGNÁLŮ POMOCÍ ANTÉN.....	32
2.2 TESTOVÁNÍ ODOLNOSTI PROTI ELEKTROMAGNETICKÝM POLÍM.....	35
2.2.1 Obecná metodika zkoušek elektromagnetické odolnosti	35
2.3 TESTOVÁNÍ ODOLNOSTI PROTI VYSOKOFREKVENČNÍM ELEKTROMAGNETICKÝM POLÍM.....	36
2.3.1 Kritéria elektromagnetické odolnosti	36
3 KAMEROVÉ SYSTÉMY	38
3.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY	38
3.1.1 Objektiv kamery	38
3.1.2 Fotocitlivý prvek kamery	39
3.1.3 Elektronická část kamery	40
3.2 ANALOGOVÝ KAMEROVÝ SYSTÉM (CCTV).....	40
3.3 IP KAMERY	41
3.3.1 Typy IP kamer	42
3.3.2 Komunikační rozhraní IP kamer	43

3.3.3	Rozlišení IP kamery	44
3.3.4	Kompresní formáty	44
II	PRAKTICKÁ ČÁST	45
	ÚVOD DO PRAKTICKÉ ČÁSTI	46
4	BEZODRAZOVÁ KOMORA FRANKONIA SAC-3 PLUS S	47
4.1.1	Přístrojové vybavení pro měření elektromagnetické interference:	49
5	KAMEROVÝ SYSTÉM PRO BEZODRAZOVOU KOMORU.....	53
5.1	KAMERA LILIN MODEL IPS5184S	53
5.2	DATOVÉ ZAPOJENÍ KAMERY	56
6	TEST FUNKČNOSTI KAMERY	58
6.1	NASTAVENÍ KAMERY	58
6.2	PŘENOSNÝ ZDROJ NAPÁJENÍ PRO KAMERU LILIN	64
7	OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI IP KAMERY V BEZODRAZOVÉ KOMOŘE.....	67
7.1.1	Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m horizontální polarizace antény	69
7.1.2	Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m vertikální polarizace antény	70
7.1.3	Intenzita vyzařovaného pole 50 V/m horizontální, vertikální polarizace antény	71
8	VLIV BEZPEČNOSTNÍ KAMERY NA PROBÍHAJÍCÍ MĚŘENÍ V KOMOŘE	73
9	KOMPLETNÍ NÁVRH ZODOLNĚNÉ KONSTRUKCE	77
9.1	NÁVRH STOJANU PRO ZODOLNĚNÝ KRYT KAMEROVÉHO SYSTÉMU.....	77
9.2	NÁVRH KRYTU KAMEROVÉHO SYSTÉMU	84
9.3	UMÍSTĚNÍ STOJANU V KOMOŘE	89
	ZÁVĚR	91
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	94
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	97
	SEZNAM OBRÁZKŮ	99
	SEZNAM TABULEK.....	102
	SEZNAM PŘÍLOH.....	103

ÚVOD

Tato práce se zabývá problematikou elektromagnetické kompatibility v prostorech bezodrazové komory a návrhem zodolněného krytu pro kamerový systém do těchto prostor. S elektromagnetickou kompatibilitou se setkáváme již více než půl století, ale v dnešní době je tato problematika ještě aktuálnější. Každé elektronické zařízení musí v praxi pracovat v okolí jiných zařízení bez toho, aby se vzájemně negativně ovlivňovala. Toho dosáhneme tím, že se budou při návrhu a výrobě zařízení dodržovat pravidla elektromagnetické kompatibility. Nedodržování těchto pravidel může vést ke zhoršení funkcí konkrétního zařízení, nebo i jeho kompletnímu zničení.

Problematika elektromagnetické kompatibility byla dlouhou dobu jen výsadou armády, jelikož armáda vždy disponovala nejvyspělejší technikou. S rozmachem elektroniky do všech odvětví moderní společnosti začala být tato problematika důležitá i pro nevojenský sektor. V minulosti se stala řada tragických nehod, které si vyžádaly lidské životy, a to právě z důvodu nedostatečné elektromagnetické kompatibility. Elektromagnetická kompatibilita zařízení je důležitá nejen v oblasti průmyslu, ale i dopravy, kde se například na kompatibilitu řídicích jednotek aut kladou velmi přísné nároky. Mezi další důležité oblasti patří například zdravotnictví jakož kompatibilita zdravotních zařízení.

Tato práce se zabývá možným rušením kamerového systému elektromagnetickými vlnami, což by v oblasti průmyslové bezpečnosti byl vážný problém. Výpadek nebo zhoršení kvality kamerových systémů by mohlo znamenat vážné narušení bezpečnosti střeženého objektu. Proto musí být kladen velký důraz především na elektromagnetickou odolnost všech součástí kamerového systému, aby nebylo možné tento kamerový systém sabotovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA

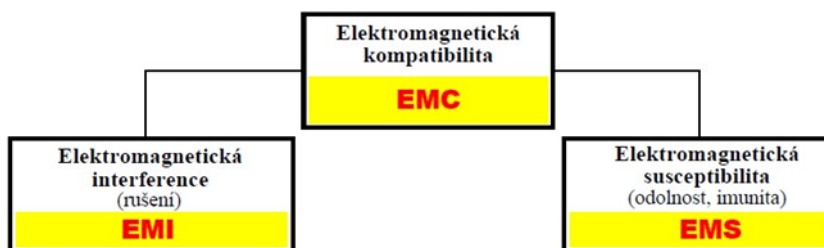
1.1 Úvod do elektromagnetické kompatibility.

Elektromagnetická kompatibility (z anglického „Electromagnetic Compatibility“) neboli EMC, je definována jako schopnost určitého zařízení vykazovat správnou činnost i v prostředích v níž je vystaveno jiným zdrojům elektromagnetického záření, a při tom naopak svou vlastní činností negativně neovlivňovalo své okolí, popř. jiné zařízení. [1]

O EMC v roce 1968 H. M. Schlike, jeden ze zakladatelů elektromagnetické kompatibility jako samostatného oboru prohlásil: *"Systém sám o sobě může být dokonale spolehlivý – bude však prakticky bezcenný v provozu, pokud současně nebude elektromagneticky kompatibilní. Spolehlivost a elektromagnetická kompatibility jsou neoddělitelné požadavky na systém, který má fungovat v každé době a za všech okolností"*. [1, 2]

Vznik elektromagnetické kompatibility se datuje do šedesátých let dvacátého století v USA, s rozvojem mikroprocesorové a komunikační techniky. V současné době se problematika EMC dotýká téměř všech odvětví. S modernizací a automatizací čtených výrobních závodů, se kladou vysoké podmínky na bezpečnost a spolehlivost použitých systémů, které by mohli v případě selhání ohrozit buď-to lidské životy nebo způsobit finanční újmu. Zajistit spolehlivost těchto systémů může být velmi obtížné, neboť zařízení musí mnohdy pracovat v prostředí s velmi vysokým elektromagnetickým rušením. [1, 2]

EMC je složená tedy z elektromagnetické susceptibility EMS (odolnosti, imunity) a elektromagnetické interference EMI (rušení).



Obr. 1: Základní členění EMC [1]

1.1.1 Speciální oblast elektromagnetické kompatibility

V problematice EMC musíme počítat s aplikací těchto znalostí i v jiných oblastech, než jsou ty klasické, mluvíme zde o tzv. speciálních oblastech.

Největším odvětvím zde je vojenská oblast, která se zabývá jak bojeschopností komplexních elektronických zařízení, tak jejich vlivem na své okolí, popřípadě využívání elektromagnetického záření jako zbraň. Vojenský sektor z těchto důvodů do výzkumů EMC dává nemalé částky a vojenské normy jsou daleko přísnější než ty civilní. [1]

S rozvojem výpočetní techniky vyvstal další problém, a to ochrana dat před elektromagnetickým útokem a odcizením. Jde zejména o elektromagnetické zabezpečení prostorů a odrušení a filtraci všech kabelových vstupů a výstupů v požadovaných oblastech. [1, 24]

Jako rychle rozvíjející se oblast je automobilový průmysl, kde hraje aplikace EMC zásadní roli. Moderní automobil je složen ze spousty subsystémů, které se nesmí vzájemně negativně ovlivňovat, proto se na EMC kladou vysoké nároky. Například řídicí jednotka vozidla podléhá jedněm z nejpřísnějších testů. Každý výrobce, dovozce a prodejce vozidel nebo jejich komponentů musí doložit jejich shodu se směrnicí 2006/28/EC. [1]

Mezi další speciální oblast EMC řadíme i EMC medicínských přístrojů, patří sem diagnostické a terapeutické přístroje.

1.2 Základní pojmy elektromagnetické kompatibility

Elektromagnetickou interferencí myslíme elektromagnetické rušení, generované na určitém zdroji rušení, které se pomocí elektromagnetické vazby dále přenáší do rušeného zařízení. V rámci EMI se proto zabýváme identifikací tohoto zdroje rušení, jeho měřením a vhodným popisem. Měření elektromagnetické interference a správné vyhodnocení naměřených výsledků je velice důležité a komplikované odvětví v EMC, neboť i samotné měřicí přístroje mohou být zdrojem a současně přijímačem rušivých signálů. EMI se zabývá příčinami rušení a jejich následnému potlačování. [1, 2]

Elektromagnetická susceptibilita EMS je takzvaná elektromagnetická odolnost (citlivost), vyjadřuje schopnost zařízení pracovat v prostředí s elektromagnetickým rušením, a to bez chyb nebo s přesně definovanou přípustnou chybovostí. U EMS se zabýváme technickými opatřeními, kterými tuhle odolnost zvyšujeme -> odstraňování důsledků rušení. U elektromagnetické odolnosti mluvíme o takzvaném testování EMS, a to pomocí různých simulátorů rušení. [1, 2]

Úroveň vyzařování je úroveň konkrétního elektromagnetického rušení měřeného předepsaným způsobem a na konkrétním zařízení. Vyjadřuje se například v [dBm] nebo [dB]. [1, 2]

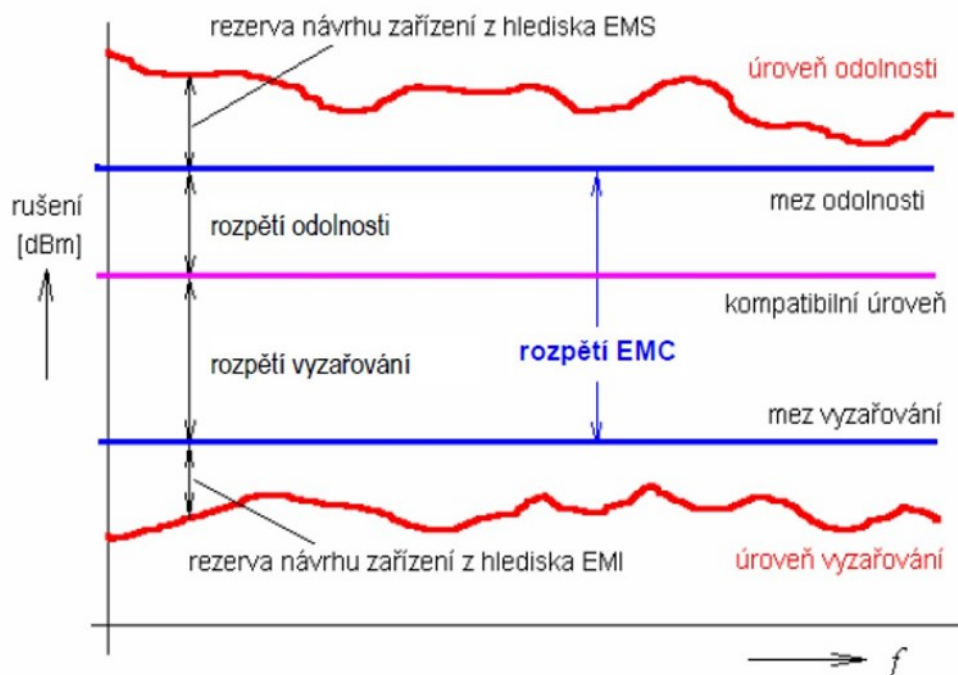
Mezi vyzařování myslíme normativně předepsanou maximální úroveň vyzařování konkrétního zařízení. [1, 2]

Tyto dva pojmy nám určují tzv. **rezervu návrhu**, která udává rozdíl jejich hodnot z hlediska EMI. [1, 2]

Úroveň odolnosti nám udává maximální úroveň rušení, která může působit na dané zařízení, tak aby byla ještě zachována jeho požadovaná funkčnost. Na druhé straně je tzv. **mez odolnosti**, která udává nejnižší normativně předepsanou úroveň odolnosti zařízení. **Rezerva návrhu** z hlediska odolnosti udává taktéž rozdíl těchto dvou hodnot. [1, 2]

Rezerva EMC nám udává rozdíl mezi úrovní vyzařování a úrovní odolnosti.

Kompatibilní úroveň je maximální předepsaná úroveň celkového rušení, o němž se předpokládá ovlivňování přístrojů v určitých podmínkách. Rozdíl **mezi vyzařování a odolnosti** k této hodnotě určuje jejich **rezervy**. [1, 2]



Obr. 2: Definice úrovní a mezí vyzařování a odolnosti [1]

1.3 Dělení vlivu elektromagnetické kompatibility dle systémů

1.3.1 Biologické systémy

Zabývá se vlivem elektromagnetického pole na živé organismy a životní prostředí a snaží se určit přípustnou úroveň jak užitečných, tak i rušivých signálů. Určit přesný vliv elektromagnetického pole na tyto organismy je velice těžké, neboť je lze vyhodnocovat pouze na základě jejich specifických reakcí, a ty mohou být v určitých případech velmi zavádějící. Každý člověk má specifické adaptační, kompenzační a regenerační schopnosti, proto nelze jednoznačně určit nějaký obecně platný závěr. Nejlépe popsitelné jsou tzv. **tepelné účinky** vysokofrekvenčních a mikrovlnných polí na tkáň člověka. Tepelné účinky výrazně rostou se stoupající frekvencí a nejdůležitější jsou v oblasti mikrovln. Nejvíce ohrožené jsou oblasti očí a mužských pohlavních orgánů. [1, 23]

Vystavováním se po delší dobu expozicím polí s nižším výkonem se nás dotýkají tzv. netepelné účinky elektromagnetického pole. Tohle pole může ovlivňovat centrální nervový systém, srdečně cévní, krevní a imunitní systém, ovšem žádný z těchto příznaků nebyl jednoznačně prokázán. [3]

V České Republice se problematikou ochrany zdraví před neionizujícím zářením zabývá nařízení vlády **1/2008 Sb.**, které upravuje **zákon č. 258/2000 Sb.**, „*Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*“, **zákon č. 309/2006 Sb.**, „*Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy*“, a k provedení **zákona č. 262/2006 Sb.**, „*zákoník práce*.“ Nařízení vlády stanovuje referenční hodnoty přímo měřitelných parametrů pro práci a pobyt osob v elektromagnetickém poli o frekvenci $0 \div 3 \cdot 10^{11}$ Hz, a to intenzitu elektrického pole, intenzitu magnetického pole, magnetickou indukci a hustotu zářivého toku. Nařízení rozlišuje nejvyšší přípustné hodnoty u **zaměstnanců** a u **ostatních osob** (fyzických osob v komunálním prostředí). [4]

Tab. 1: Nejvyšší přípustné hodnoty [4]

	Zaměstnanci		Ostatní osoby	
	Kmitočet [Hz]	Hodnota	Kmitočet [Hz]	Hodnota
Indukovaná proudová hustota J_{mod} [A*m ⁻²]	300–107	$\sqrt{2} * 0,01$	0–107	$\sqrt{2} * 0,02$
Plošná hustota výkonu [W/kg]	$10^5 \div 10^{10}$	0,4	$10^5 \div 10^{10}$	0,8
Hustota zářivého toku S [W * m ⁻²]	$> 10^{10} - 3 * 10^{11}$	50	$> 10^{10} - 3 * 10^{11}$	10

1.3.2 Technické systémy

Při zkoumání jakéhokoliv systému EMC vycházíme z tzv. **základního řetězce EMC**, tento řetězec nám rozděluje tuto problematiku do třech oblastí, a to **zdroje elektromagnetického rušení, elektromagnetické přenosové vazby a prostředí a objekty rušení**. Zajímavostí je, že každý prvek může být jak vysílač, tak i přijímač rušení. V praxi proto jako zdroj rušení označíme prvek, který je k rušení nejvíce náchylný. [1, 2]

Zdroje elektromagnetického rušení

V této oblasti zkoumáme zdroje a vznik elektromagnetického rušení, jeho charakter a intenzitu. Tuhle oblast také můžeme rozdělit na tzv. **zdroje přírodní** (elektromagnetické atmosférické jevy, vliv Slunce, kosmos) a na **zdroje rušení umělé**, kam řadíme zdroje, které vznikli lidskou činností (motory, spínače, polovodičové měniče, zářivky, oscilátory, elektrostatické výboje atd.). [1]

Elektromagnetické přenosové vazby a prostředí

Tato část řetězce EMC se zabývá elektromagnetickým prostředím a vazbami, popisuje způsoby šíření rušení od zdroje rušení do rušeného zařízení. Do této oblasti patří vzdušný prostor, napájecí kabely, zemnění, stínění, datové vodiče atd. [1, 2]

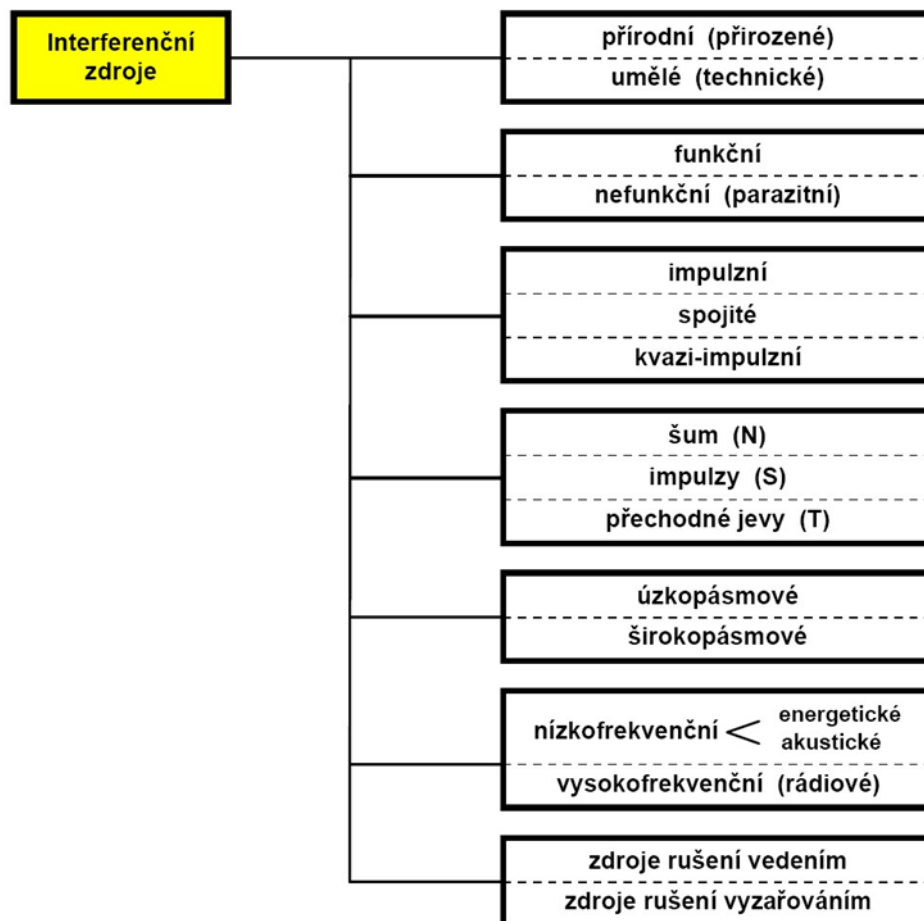
Objekty rušení

Poslední část řetězce se zaměřuje na vliv rušení na zkoumané zařízení. Posuzujeme změny v chování tohoto zařízení dle změny konstrukčních a technologických parametrů. Klasifikuje a podrobně popisuje rušivé účinky dle způsobu a druhu rušení. Do této oblasti patří číslicová technika, počítače, měřicí technika, komunikační technika, přijímače atd. [1, 2]

1.4 RUŠIVÉ SIGNÁLY A JEJICH ZDROJE

1.4.1 Dělení interferenčních zdrojů

Z hlediska interference dělíme zdroje na následující skupiny [1]:



Obr. 3: Interferenční zdroje [1]

Nezákladnější dělení dle zdrojů rušení je na rušení **přírodní a umělé**. Z hlediska omezení rušení nás zajímá zejména umělé zdroje rušení, a to z toho důvodu, že přírodní zdroje rušení nemůžeme většinou ovlivnit, proto se snažíme spíše předcházet jejich následkům.

Funkční interferenční zdroje jsou záměrně vytvářené signály, které nepříznivě ovlivňují základní funkce jiného systému (signály rádiových, televizních vysílačů, vysílání mobilních telefonů). [1, 2]

Jako **parazitní** (nefunkční) zdroje označujeme nezáměrně vytvářené rušivé signály, které vznikají jako vedlejší produkt při dalších činnostech. Jde o zejména rušivé jevy vznikající na nelineárních zátěžích, při zkratech nebo elektrostatických výbojích. [5]

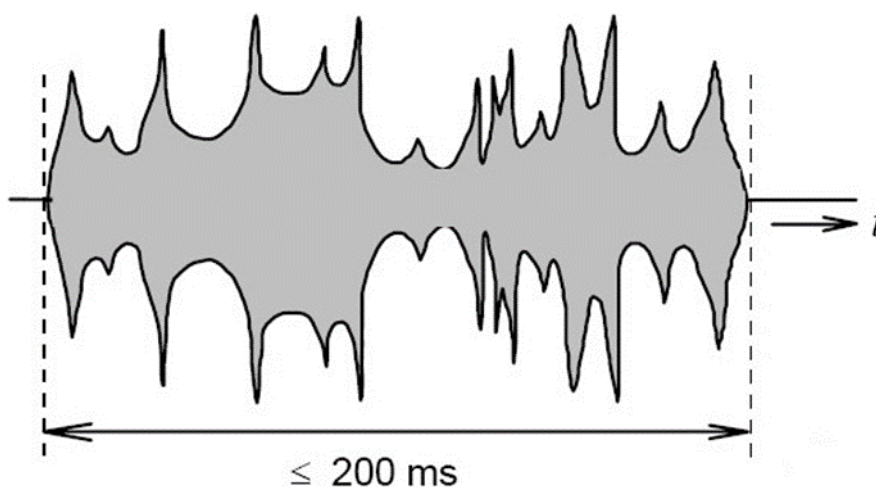
Dle časového průběhu dělíme interferenční zdroje na **impulzní rušení, spojitě rušení a kvazi-impulzní rušení**. [1]

Posuzování rušivých signálů a jejich zařazení do jedné ze tří kategorií může být velmi těžké, proto nám charakteristiky spojitých a nespojitých signálů stanovuje norma (v České Republice je to norma ČSN EN 55014 - Elektromagnetická kompatibilita – Požadavky na spotřebiče pro domácnost, elektrické nářadí a podobné přístroje – Část 1: Emise), tak aby bylo možno výsledky sjednotit. [5]

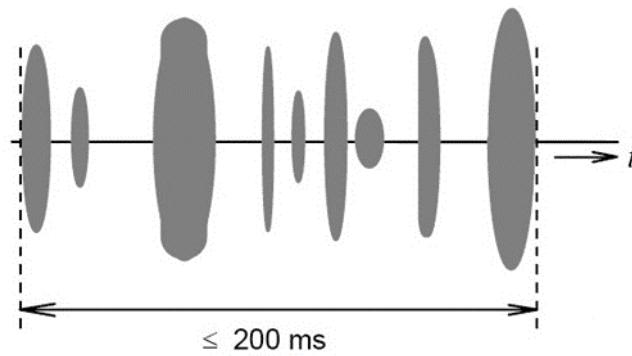
Norma definuje [1]:

Impulzní porucha

- jako poruchu s dobou trvání ne delší než 200 ms a která je oddělena od následující mžikové poruchy nejméně o 200 ms.
- jako porucha tvořena seskupením jednotlivých impulzů kratších než 200 ms s celkovou dobou od počátku prvního do konce posledního impulzu kratší než 200 ms.



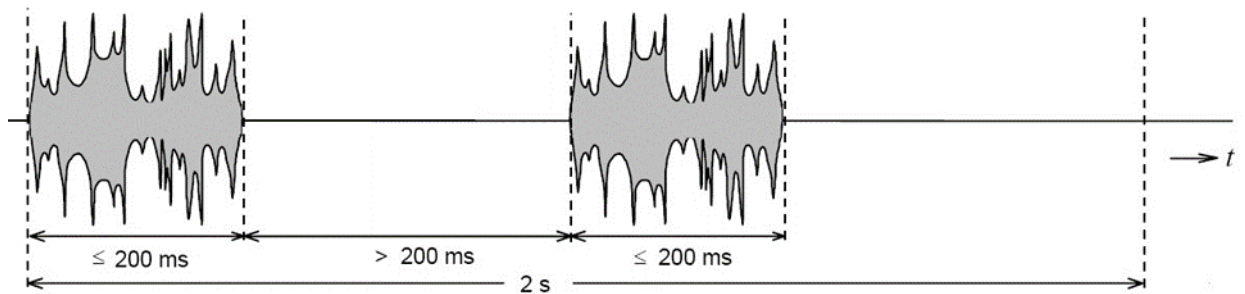
Obr. 4: Nepřerušené řady impulzů [1]



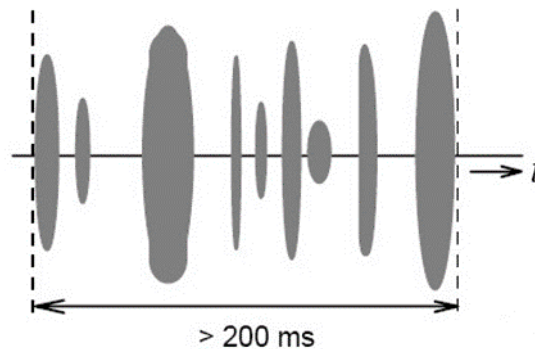
Obr. 5: Seskupení jednotlivých impulzů

netrvající déle než 200 ms [1]

V případě opakujících se poruch je důležitá tzv. **četnost impulzních poruch**, dle kterých se následně posuzuje spojitost nebo nespojitost signálů. Pro posuzování není rozhodující jen doba trvání jednotlivých impulzových poruch, ale i časový interval jejich opakování a počet poruch během dvou sekund. [1, 2]

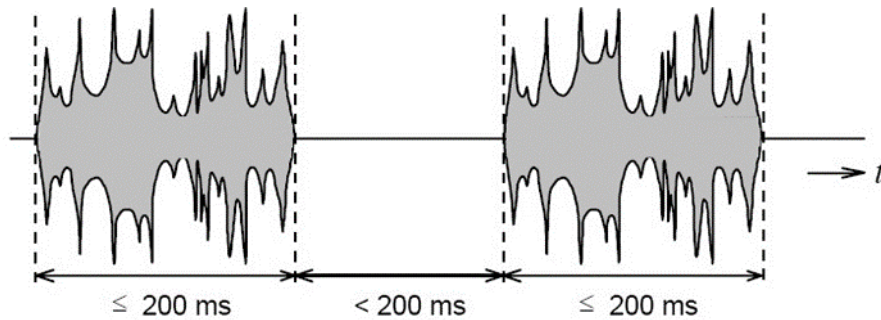


Obr. 6: Nespojité rušení-dvě mžikové poruchy v intervalu 2 s vzdálené o více než 200 ms [1]

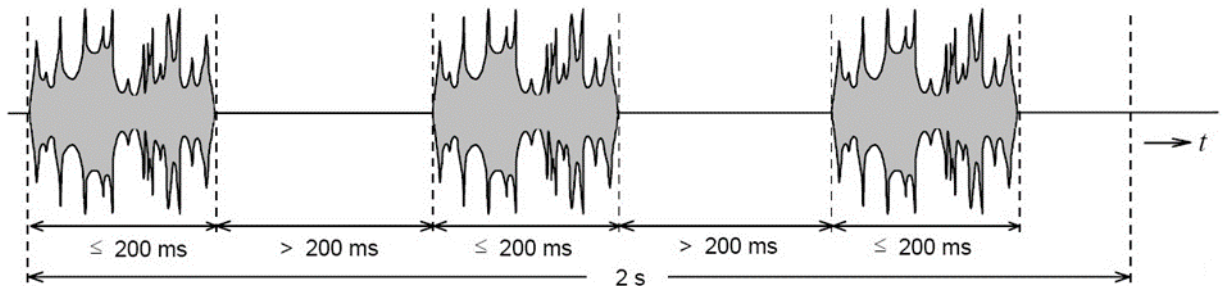


Obr. 7: Jedna impulzová porucha

delší než 200 ms [1]



Obr. 8: Dvě impulzové poruchy v odstupu menším než 200 ms [1]



Obr. 9: Více než dvě poruchy v intervalu 2 s [1]

Rušivé signály můžeme dále dle Obr. 3 rozdělit [1, 2]:

- **Šum** (noise) obvykle periodického charakteru, ovlivňuje především tvar užitečného signálu.
- **Impulzy** (spikes) rušivý signál impulzního charakteru, velký poměr velikosti impulzů k době výskytu. Na užitečný signál se superponují jako kladné a záporné špičky.
- **Přechodové jevy** (transients) náhodné jednorázové rušivé signály (do několika ms). Příčinou vzniku bývá obvykle vliv indukčnosti při spínacích pochodech v napájecích, signálových nebo datových sítích.

Funkční (užitečné) signály spadají obvykle do **úzkopásmového rušení**, patří sem např. rozhlasové a televizní vysílání. Naopak mezi širokopásmové rušení patří většina průmyslových zdrojů rušení, do širokopásmového rušení spadají taktéž všechna rušení přírodního původu. [1, 2]

Nízkofrekvenční rušení se dělí [1]:

- **Energetické nízkofrekvenční rušení**

Vyskytuje se v pásmu kmitočtů $0 \div 2$ kHz, působí na napájecí elektrickou síť a způsobuje deformaci napájecího napětí a odebíraného proudu.

- **Akustické nízkofrekvenční rušení**

Vyskytuje se v pásmu do 10 kHz, kde negativně ovlivňuje přenosové signály tvořené telefony, rozhlasem atd.

Vysokofrekvenční rušení

Vysokofrekvenční rušení náleží do pásma 10 kHz \div 400 GHz a patří sem téměř všechny existující interferenční zdroje, neboť jejich rušivé signály sahají prakticky vždy až do těchto kmitočtových oblastí. [1]

Dělit interferenční zdroje můžeme také podle druhu šíření signálu od zdroje, a to šíření **prostorem (vyzařováním)** a šíření po **napájecích nebo sdělovacích vedeních**.

1.4.2 Prostředí odolnosti

Pokud chceme stanovit EMC požadavky na výrobek, je pro nás rozhodující prostředí, do kterého bude výrobek zasazen a úroveň rušení v dané lokalitě. Prostředí je charakterizováno očekávanými úrovněmi elektromagnetického rušení, jak v poli obklopující výrobek, tak v napájecích a datových vodičích.

Dle normy prostředí dělíme [6]:

- **Prostředí s třídou odolnosti 1** – zařízení pracující s nízkou, popř. velmi nízkou úrovní elektromagnetického rušení, které zajišťujeme např. odrušovacími prostředky na vstupu do místnosti, zálohovaným napájením atd. Můžeme ho označit jako **chráněné prostředí**.
- **Prostředí s třídou odolností 2** – popisuje prostředí s mírnou úrovní elektromagnetického rušení. Jde o běžná mírně chráněná nebo nechráněná prostředí, které můžeme označovat jako **prostředí obytné**.
- **Prostředí s třídou odolností 3** – popisuje náročné prostředí s vysokou předpokládanou úrovní elektromagnetického rušení. Jde o typická **průmyslová prostředí**.

- **Prostředí s třídou odolnosti 4** - prostředí s velmi vysokou úrovní předpokládaného rušení. Jde o nechráněná silně rušená **průmyslová prostředí** s vyznačenými zdroji rušení ve vzdálenosti pod 1 m.
- **Prostředí s třídou odolnosti X** – jedná se o prostředí s velmi vysokou předpokládanou úrovní rušení. Měla by být stanovena příslušnou normou k výrobku. Muže se jednat o nemocniční prostředí, prostředí telekomunikačních ústředen, trakčních vozidel apod. Toto prostředí označujeme jako prostředí speciální.

1.4.3 Průmyslové zdroje rušení

Vznik harmonického síťového proudu je spojen zejména s nelineárními spotřebiči připojovanými k elektrické rozvodné síti. Největšími průmyslovými zdroji tohoto rušení jsou polovodičové měniče velkých výkonů (např. průmyslové měniče frekvence pro pohony), které produkují do sítě harmonické kmitočty až do 30MHz. V neprůmyslových oblastech jde zejména o síťové usměrňovače u TV přijímačů. [1,3]

Řada rušivých napětí se vyskytuje vlivem přechodových jevů, které vznikají činností spínacích prvků. V síti vysokého a velmi vysokého napětí dochází k vysokofrekvenčním oscilacím spínaného vedení vlivem jejich kapacity a indukčnosti. [1, 3]

1.4.4 Zdroje napětového přepětí

Nejdůležitějším přírodním zdrojem přepětí je bleskový výboj, který ohrožuje elektrická a elektronická zařízení až do vzdálenosti 4 km. Vzniklý elektromagnetický impulz označujeme zkratkou **LEMP** (*Lightning Electromagnetic Pulse*). V případě přímého úderu bleskem do budovy se může proud uzavírat i přes kovové konstrukce budovy a protékat tedy v blízkosti elektronických zařízení, které může rušit nebo i zničit. [1, 2]

Dále musíme počítat s vlivem elektrostatického výboje, který vzniká prakticky všude, kde dochází k jakémukoliv tření mechanických částí. Přestože je energie takovýchto výbojů jen velmi nízká musíme počítat s tím, že jejich napětěvá úroveň je velmi nebezpečná pro elektronické zařízení. [1]

1.4.5 Zdroje kontinuálního rušení

Mezi zdroje rušení spojitého charakteru patří především rozhlasové a televizní vysílače, jejichž působení je buďto nepřetržité nebo alespoň trvající delší dobu. Signály se šíří buďto vyzářováním nebo jsou parazitně injektovány přímo do vedení. [1,2]

1.4.6 Zvláštní zdroje rušení.

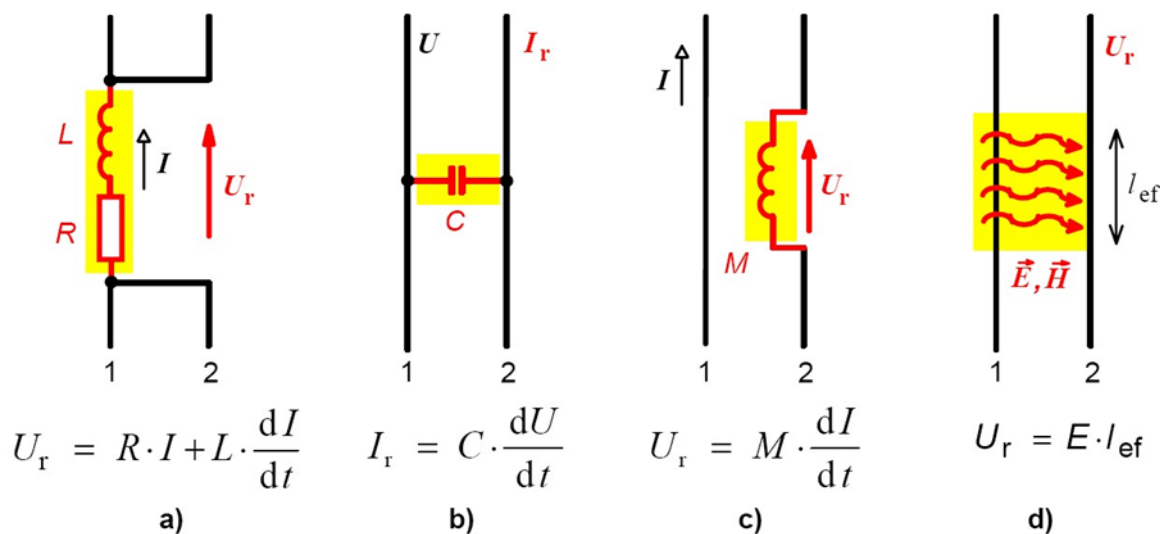
Elektromagnetický impuls NEMP (Nuclear electromagnetic pulse), který patří k doprovodným jevům při explozi jaderné nálože. Je velmi destruktivní pro všechna zařízení ve stovkách až tisících km, přičemž záleží na typu nálože a výšce její exploze nad zemí. [1, 3]

Jako zvláštní zdroje můžeme uvést i **rušení mimozemského původu**, kde jde především o vliv Slunce, které svým působením vytváří rušení v širokém pásmu kmitočtů. [1, 3]

1.5 VAZEBNÍ MECHANISMY PŘENOSU RUŠIVÝCH SIGNÁLŮ

Přenos rušení ze zdroje rušení na rušené zařízení závisí z velké míry na vazebním prostředí, které se mezi nimi vyskytuje. Vazební prostředí může být například tvořeno vzdušným prostorem, stínicími materiály, kmitočtovými filtry, signálovými a napájecími kabely, zemními systémy atd. [1, 2]

Z fyzikálního hlediska, ale rozlišujeme mezi **galvanickou, kapacitní, induktivní vazbu a vazbu vyzařováním** (viz obr. 10).



Obr. 10: Druhy elektromagnetických vazeb: a) galvanická, b) kapacitní, c) induktivní, d) vyzařováním [1]

1.5.1 Galvanická vazba

Nazývaná také vazba společnou impedancí, jedná se o vazbu dvou elektrických systémů, jejichž proudové smyčky se uzavírají přes společnou impedanci (nejčastěji sériový obvod RL). Jelikož společnou impedancí protékají proudy obou systémů, dochází zde při průchodu proudu z prvního systému ke vzniku napětí U_r , které je rušivé pro systém druhý. Pro nízké

kmity se uplatňuje především odporová složka R , a naopak u kmity vyšších to je složka induktivní. [1]

$$U_r = L * \frac{dl}{dt} [V] \quad (1)$$

V praxi se setkáváme s případem galvanické vazby zapříčiněné zemnicí smyčkou, tj. smyčka vzniklá v případě zemnění ve dvou různých bodech, kdy mezi těmito body vzniká nahodilé rušivé zemní napětí. Řešení spočívá ve zvětšení celkové impedance, zvýšení útlumu nebo úplného galvanického rozpojení smyčky, například malou kapacitou vůči společné zemi. [1]

1.5.2 Kapacitní vazba

Kapacitní vazba vzniká díky existenci parazitních kapacit mezi vodiči, jednotlivými částmi obvodů nebo samotnou konstrukcí zařízení. Nejčastěji se jedná při souběžném vedení energetických a datových kabelů.

$$I_r = C * \frac{dU}{dt} [A] \quad (2)$$

Prakticky jsou důležité jen tři případy kapacitních vazeb, a to kapacitní vazba galvanicky oddělených obvodů, kapacitní vazba mezi obvody se společným vodičem, kapacitní vazba vůči zemi. [1, 2]

1.5.3 Induktivní vazba

„Prochází-li obvodem elektrický proud, vzniká v okolním prostoru magnetické pole, a to konstantní nebo proměnné, v závislosti na časovém průběhu proudu. Ve vodičích, které jsou v časově proměnném magnetickém poli, se indukují napětí, jehož velikost roste se zvyšováním kmity, příp. s rostoucí rychlostí časových změn proudu v primárním obvodu. Při časové změně magnetického toku Φ se v obvodu indukují rušivé napětí dané Faradayovým indukčním zákonem.“ [1, 2]

Pro vodič přibližně kruhového průřezu dle Amperova zákona:

$$U_r = - \frac{\mu_0 S}{2\pi r} * \frac{\Delta I}{\Delta t} [V] \quad (3)$$

1.5.4 Vazba vyzařováním

Tato vazba je možná i v případě větší vzdálenosti mezi zdrojem a přijímačem rušení. Do této oblasti patří rušení blízkými vysílači, atmosférické rušení nebo různé průmyslové poruchy.

V případě rušení na rádiovém přijímači se rušivý signál sčítá se signálem užitečným nebo ho dokonce překryje. [1, 2]

1.6 Elektromagnetické stínění

Tato práce se v praktické části zabývá teorií návrhu elektromagnetického stínění bezpečnostní kamery, proto je tato kapitola nanejvýše důležitá jak z hlediska této práce, tak z hlediska odrušovacích prostředků EMC. Elektromagnetické stínění dokáže, jak zmenšit elektromagnetické vyzařování EMI na straně zdrojů, tak zvýšit elektromagnetickou odolnost EMS na straně přijímače. Jedná se o konstrukční prostředek sloužící ke zeslabení pole rušivých signálů ve vymezené části prostředí. Užíváme ho k ochraně jak jednotlivých součástek, tak celých zařízení. Technické prostředky, kterými dosahujeme výše uvedených cílů, nazýváme **stínicí kryty** neboli **stínění**. Elektromagnetické stínění bychom měli instalovat až v případě vyčerpání ostatních metod dosažení EMC, především metody konstrukce a optimálního návrhu. [1, 3]

Působení elektromagnetického stínění můžeme charakterizovat pomocí tzv. **koeficientu stínění K_s** , který definujeme jako poměr intenzity elektrického pole v určitém bodě stíněného prostoru E_t (popř. magnetického pole H_t), s intenzitou pole dopadajícího na stínicí přepážku E_i (popř. H_i). [1, 3]

$$K_s = \frac{E_t(H_t)}{E_i(H_i)} \quad [-] \quad (4)$$

Intenzita elektrického pole

$$E = \frac{U}{l} \left[\frac{V}{m} \right] \quad (5)$$

Intenzita magnetického pole

$$H = \frac{I}{l} \left[\frac{A}{m} \right] \quad (6)$$

V praxi se užívá logaritmická míra tohoto koeficientu nazývaná efektivnost či účinnost stínění (útlum stínění).

$$SE = 20 * \log \frac{1}{|K_s|} = 20 * \log \left| \frac{E_i}{E_t} \right| \quad SE = \left| \frac{H_i}{H_t} \right| \quad (7)$$

„Je-li dopadající vlna homogenní a prostředí na obou stranách stínící přepážky stejné, jsou obě definice **SE** stejné, neboť elektrické a magnetické pole jsou vzájemně vázány stejnou charakteristickou impedancí prostředí. U stínění v blízké zóně elektromagnetického pole, příp. při různých prostředích na obou stranách stínění, dávají vztahy různé výsledky. I v těchto případech se obvykle užívá první definice.“ [1, 3]

1.6.1 Účinnost elektromagnetického stínění ve vzdáleném poli

Podle mechanismu vzniku stínícího efektu lze pro účinnost elektromagnetického stínění psát:

$$SE[dB] = R[dB] + A[dB] + M[dB] \quad (8)$$

A to **R** představuje útlum odrazem, **A** představuje útlum absorpcí, a na závěr **M** představuje útlum mnohonásobnými odrazy SE (Shielding Effectiveness).

Útlum odrazem

„Útlum odrazem **R** vzniká vlivem částečného odrazu energie vlny na impedančním rozhraní mezi vzduchem (dielektrikem) s impedancí Z_0 a kovovou stěnou přepážky s impedancí Z_M a rovněž na „výstupním“ rozhraní mezi kovovou stěnou Z_M a dielektrikem (vzduchem) Z_0 . Jeho velikost je dána v [dB].“ [1]

$$R = 20 * \log \left| \frac{Z_0 + Z_M}{2Z_M} * \frac{Z_0 + Z_M}{2Z_0} \right| = R_1 + R_2 \quad [dB] \quad (9)$$

Útlum odrazem tedy nezávisí na tloušťce stínící kovové stěny, ale na vodivosti přepážky ($Z_0 \gg Z_M$).

Absorpční útlum

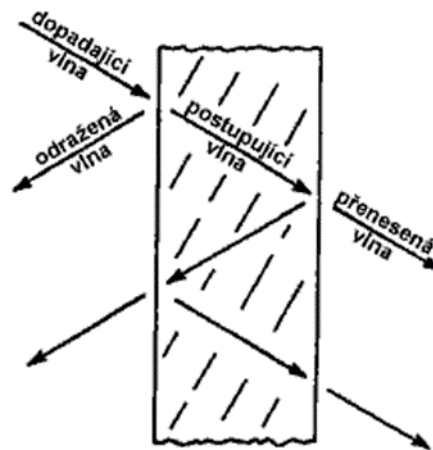
Absorpční útlum vzniká pohlcením části energie elektromagnetické vlny při jejím průchodu stíněním vlivem tepelných ztrát.

$$A = 20 \log |e^{yt}| = 20 \log e^{at} = 20 \log e^{\frac{t}{\delta}} \quad [dB] \quad (10)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}} \quad (11)$$

Útlum vlivem mnohonásobných odrazů

„Při průchodu elektromagnetické vlny vodivou stínící přepážkou dochází na rozhraních k opakovaným odrazům. Skládání mnohonásobně odražených vln může mít nezanedbatelný vliv na celkový útlum kovové přepážky.“ [1, 3]



Obr. 11: Mnohonásobné odrazy na vstup a výstupu stínící kovové přepážky [3]

1.6.2 Celková účinnost stínění

Z výše uvedených informací nám vyplývá, že nejdůležitějšími složkami ve výpočtu celkové účinnosti stínění jsou útlum a odraz. Pokud splníme požadavky, stínění vyrobeného z dobře vodivého materiálu a jeho tloušťky větší než hloubka vniku, tak můžeme psát:

$$SE = R + A \quad SE \quad (12)$$

Víme, že na nízkých kmitočtech se uplatňuje jako dominantní složka útlum odrazem, a to jak na magnetických, tak i nemagnetických kovových materiálech. Na nízkých kmitočtech se také uplatňuje útlum mnohonásobným odrazem, v případě, že je hloubka vniku mnohonásobně větší než tloušťka přepážky. Naopak u vyšších kmitočtů se uplatňuje spíše odraz absorpcí. [1]

Tab. 2: Účinnost stínění velmi tenkých měděných povlaků [1]

Tloušťka stínění t	0,1μm		1,25μm		2,2 μm		22 μm	
Kmitočet [MHz]	1	1000	1	1000	1	1000	1	1000
Útlum odrazem R	109	79	109	79	109	79	109	79
Absorpční útlum A	0,014	0,44	0,16	5,2	0,29	9,2	2,9	92
Mnohonásobné odrazy M	-47	-17	-26	-0,6	-21	0,6	-3,5	0
Účinnost stínění SE	62	62	83	84	88	90	108	171

1.6.3 Blízké elektrické a magnetické pole

Pokud je vzdálenost zdroje od stínící plochy mnohem menší nežli vlnová délka, hovoříme o tzv. **blízké zóně** elektromagnetického pole. V tomto případě je stínící účinek naprosto odlišný od předchozích případů polí vzdálených.

V blízkém poli elektrického dipólu je stínící účinnost pro elektrickou složku SE větší než stínící účinnost v poli vzdáleném. Naopak stínící účinnost pro magnetickou složku je v poli blízkém menší než v poli vzdáleném. Při nízkých kmitočtech je z důvodu nízké účinnosti stínění magnetické složky pole potřeba používat tlusté kryty z feromagnetického materiálu (velká permeabilita). [1, 7]

1.6.4 Vliv otvorů a technologických netěsností na účinnost stínění

Na stíněné zařízení nejsou kladeny jen nároky z hlediska EMC, ale i z hlediska technického. Pokud budeme požadovat přístup do zařízení, větrací otvory, nebo možnost rozebrat kryt, nevyhneme se porušení celistvosti stínění a tím i změně jeho účinnosti. [1, 2]

V praxi rozlišujeme tři druhy technických nehomogenit v kovovém stínění:

- **Otvory, štěrby a další otevření stínící plochy** „(např. dveře, okna, větrací otvory, štěrby a netěsnosti mezi jednotlivými kovovými plochami stínění, vstupní otvory pro přípojné kabely, vedení, příp. vnější mechanické ovládací prvky stíněného zařízení).“ [1, 2]
- **Špatně vodivé (vysoko impedanční) části stínění** „(vodivě nedokonalá spojení jednotlivých částí stínění, nedokonale vodivé průhledné plochy (skla) při požadavku vizuální kontroly zařízení).“ [1, 2]
- **Vnější přívodní kabely a přípojné vedení** „(napájecí, signálové a datové kabely, jimiž se mohou dostávat elektromagnetické rušivé signály do vnitřního prostoru stínícího krytu).“ [1, 2]

„Hlavní vliv na výslednou účinnost stínění kovových krytů mají otvory ve stínící ploše. Malý kruhový otvor o poloměru r v tenké kovové přepážce, na kterou dopadá rovinná elektromagnetická vlna, se vůči stíněnému prostoru chová jako plošná anténa s výkonovým ziskem.“ [1]

$$G = \frac{P_t}{P_i} = \left(\frac{2\pi\alpha}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{2\pi\alpha \cdot f}{c}\right)^2 \quad [\text{dB}] \quad (13)$$

- P_i je zde výkon vlny dopadající na stínící plochu s otvorem
- P_t je zde výkon vlny prošlé do stíněného prostoru za otvorem

U dlouhé obdélníkové (pravoúhlé) štěrbiny může nastat jev kdy se tato štěrbina bude chovat jako účinná štěrbinová anténa, která dle orientace vůči dopadající vlně, popř. vůči proudům protékajícím po stínící přepážce bude vyzařovat dovnitř chráněného prostoru, a tím snižovat účinnost celkového stínění. [1, 3]

Tab. 3: Hodnocení elektromagnetického stínění dle orientačních hodnot SE [1]

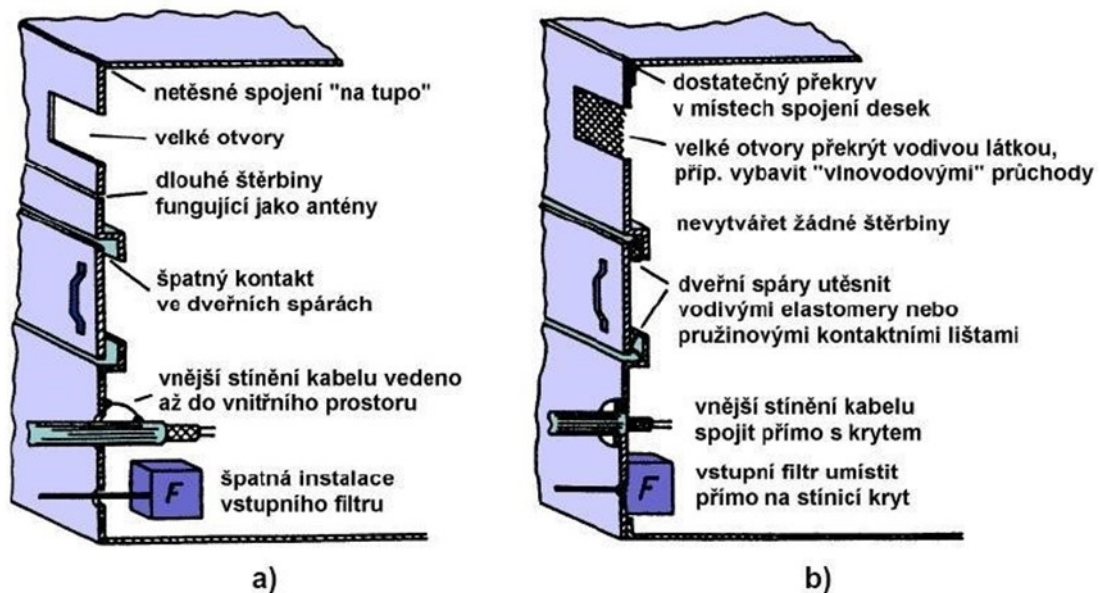
Účinnost stínění [dB]	Hodnocení
0–10	Nedostatečné stínění.
10–30	Stínění pro minimální požadavky.
30–60	Stínění dostačující pro většinu běžných požadavků.
60–90	Velmi dobré stínění.
90–120	Vysoce kvalitní stínění.

Vedle užitečných otvorů, máme i nechtěné štěrbin, které vznikají zejména v místech spojení dílčích stínících ploch kovového krytu. Tato situace vzniká při neideálně opracovaných kovových deskách nebo v místech mechanických spojů dílčích částí krytů a může výrazně snížit účinnost stínění již od poměrně malých kmitočtů. [1, 2]

Řešením může být dlouhý vzájemný překryv stínících desek, aneb vytvoření podkrytického vlnovodu o dostatečné délce. U mechanických spojů se to řeší použitím elastických vysoce vodivých materiálů nanášených do míst spojů. [1, 2]

„Velmi kvalitní vodivý kontakt bez štěrbin musí být zajištěn rovněž u všech dveří a dalších často otvíraných přístupů do stíněného krytu či místnosti. V zavřeném stavu musí tyto přístupy (dveře) zajišťovat dokonalou elektromagnetickou těsnost. Toho se v praxi dosahuje užitím pružinových kontaktů na pohyblivých částech, příp. užitím pérových nožových kontaktů.“ [1, 2]

Při výrobě stínících krytů se pro dosažení dobrého elektromagnetického stínění musí dodržovat určité konstrukční zásady. Jejich grafické hodnocení pro konstrukci elektromagneticky stíněných krytů je níže:



Obr. 12: Hodnocení zásad pro konstrukci elektromagneticky stíněných krytů chybná konstrukce z hlediska EMC; b) zlepšená konstrukce k dosažení vyšší účinnosti stínění [1]

1.6.5 Stínění koaxiálních kabelů

„Úkolem elektromagnetického stínění koaxiálního kabelu je potlačit (zmenšit) vliv vnějších rušivých polí na užitečné signály přenášené vnitřním vodičem (vnitřními vodiči) koaxiálního kabelu a současně zabránit nežádoucímu vyzařování rušivých elektromagnetických signálů šířících se kabelem do jeho vnějšího okolí.“ [1, 2]

Základním pojmem elektromagnetického stínění koaxiálních kabelů je tzv. povrchová vlnová (přenosová) impedance, která je silně kmitočtově závislá. Vysoce kvalitní tuhé a polotuhé koaxiální kabely jsou používány zejména na velmi vysokých kmitočtech řešeny jsou kompaktním stínícím pláštěm. Mezi další způsoby stínění patří pletený stínící plášť, u kterého platí, že rušení je vyšší, čím řidší je hustota ok. [1, 2]

2 BEZODRAZOVÁ STÍNĚNÁ KOMORA

Historicky nejstarším měřicím místem EMC je testovací pracoviště ve volném prostoru, což v dnešní době ustupuje do pozadí, a to hlavně z důvodu zvyšující se úrovně okolního elektromagnetického rušení. V případě, že nám nevyhovuje ani měření rušivého vyzařování ve stíněných komorách je pravděpodobně nejlepším řešením tzv. bezodrazové (absorpční) stíněná komora pro anténní měření elektromagnetického rušení. [1, 3]

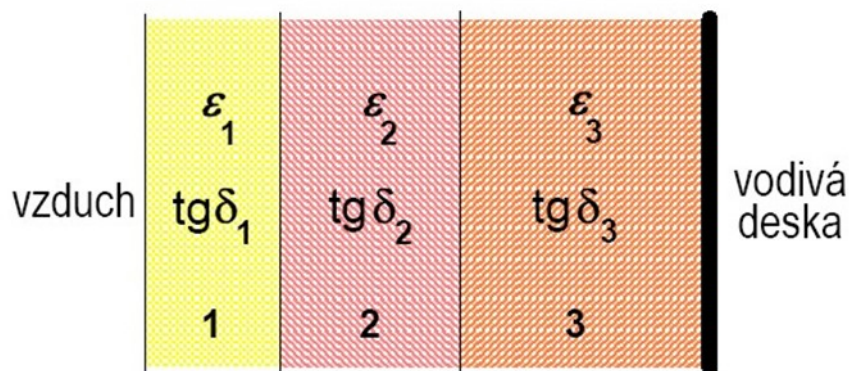
Bezodrazová stíněná komora je vlastně elektromagneticky stíněný prostor potřebných rozměrů, jehož vnitřní stěny (včetně stropů a podlahy) jsou navíc obloženy elektromagnetickým absorpčním materiálem, který silně omezuje vnitřní odrazy v komoře v širokém pásmu kmitočtů. [1, 3]

Absorpční komora musí být současně i elektromagneticky stíněná, což znamená že její vnější konstrukce musí být vyrobena z velice dobře vodivého kovového materiálu, což vytvoří vedení, které je na konci zkratované. Absorpční materiály, kterými je komora obložena fungují na principu přeměny energie dopadajících vln na teplo, a to buďto využitím dielektrických nebo magnetických ztrát. Magnetické ztrátové materiály se dnes používají zřídka, a to hlavně z důvodů jejich hmotnosti a ceny. [1, 3]

Jako materiály absorberů se používají nejčastěji různé tvrzené pěnové materiály z polystyrenu, polypropylénu či polyuretanu, které jsou nasyceny elektro vodivými či uhlíkovými plnidly s různou hustotou, kterou můžeme regulovat ztrátové parametry. [1, 3]

„Materiály lze obvykle použít do poměrně vysokých teplot (90÷160), a tím pro pohlcování vysokých intenzit elektrického pole (až 200 V/m), příp. vysokých hustot výkonu (až 100 W/m²). Materiály jsou většinou nevznětlivé, tj. v případě požáru jen doutnají, ale nehoří plamenem.“ [1, 3]

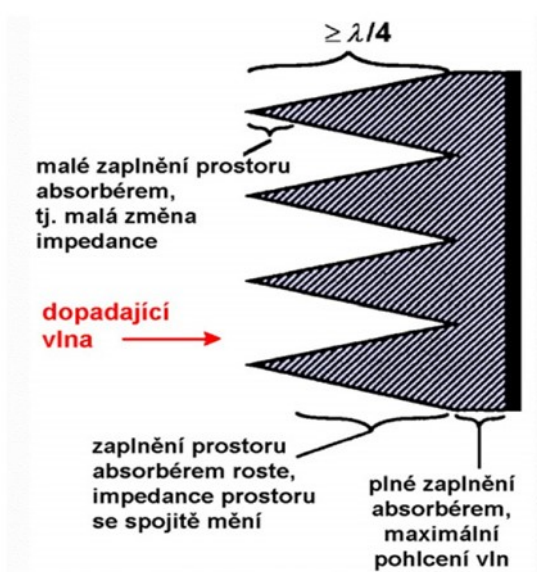
Pro podélnou změnu impedance a ztrát absorpčního materiálu klademe jednotlivé vrstvy materiálu plošně na sebe, čímž vytvoříme plochou vrstvenou strukturu absorberu. Absorbér je vyroben tak, že první dvě vrstvy fungují jako impedanční přizpůsobení vůči vzduchu a poslední vrstva je zakončena zkratem k vodivé desce, absorbuje většinu energie dopadající vlny. [1, 3]



Obr. 13: Třivrstvá absorpční stěna [1]

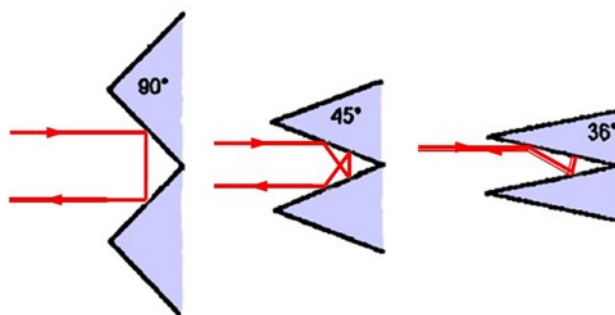
V současnosti nejrozšířenější způsob realizace širokopásmových absorpčních obkladů vzniká ve tvaru jehlanů nebo kuželů z polystyrenu či polyuretanu s grafitovým sycením, které můžeme kombinovat společně s plochými absorpčními materiály.

„Lineárně se rozšiřující průřez jednotlivých jehlanů realizuje impedanční transformátor, který bezodrazově převádí impedanci volného prostoru na špičkách jehlanů na velmi nízkou impedanci prostoru zcela zaplněného absorbérem v zadní části jehlanů. Stejně tak se postupně zvyšují ztráty absorpčního obkladu (vedení), takže maximální pohlcení energie dopadající vlny nastává až v zadní (plné) části absorbéru. Bezodrazovost vstupu celého absorpčního obkladu se někdy dále zlepšuje tím, že špičky jehlanů mají menší sycení grafitem (a tedy menší ztráty) než jejich zadní široké části.“ [1, 24]



Obr. 14: Konstrukce pyramidálních absorbérů [1]

To že je absorpční materiál ve tvaru jehlanu sebou přináší i další výhodu, a to že vlna, dopadající na absorpční podklad vstupuje mezi tyto jehlany a na povrchu se částečně odrazí. Vlivem tvaru jehlanu se však tyto vlny nevrací zpět do prostoru, ale směřují na jehlan sousední. Tento děj se několikrát opakuje, čímž dochází k několikanásobným odrazům, než se vlna vrátí zpět do prostoru. S každým takovým odrazem se část energie vlny absorbuje, proto je žádoucí, aby těchto odrazů bylo co nejvíce. Tento počet odrazů přitom závisí na vrcholovém úhlu jehlanového absorpčního materiálu, který se při praktickém zhotovení jehlanových absorpčních materiálů pohybuje okolo 25° . [1, 24]



Obr. 15: Konstrukční provedení jehlanového absorpčního materiálu z hlediska vrcholového úhlu [1]

Absorpční komory se realizují buďto jako plně nebo částečně odrazové. U částečně odrazové (Semi- anechoic room) jsou absorpčním materiálem obloženy stěny a strop, naopak podlaha zůstává nezakryta. Tímto hala simuluje volné měřicí prostranství (OATS – Open Area Test Site) včetně odrazů od země. U plně odrazové komory (Anechoic room) je rozdíl v tom, že je obložena absorpčními prvky i na podlaze. [1, 24]

2.1 Měření rušivých signálů pomocí antén

Pro měření rušivých signálů vyzařovaných do prostoru na kmitočtech od 10 kHz do 1000+ MHz používáme několik různých typů antén. V oblasti velmi vysokých kmitočtů je realizace přímého měření rušivých napětí či proudů velmi obtížná, proto je měření rušivých elektromagnetických polí v této oblasti významná. Měření probíhá měřicím přístrojem doplněným o vhodnou anténu. [1, 2]

Antény můžeme dělit do několika různých skupin, v první řadě je to vlastnost antény vyzařovat či přijímat v určitém směru, anténa směrová či všesměrová. Dále rozdělení dle složky měření, a to na elektrickou a magnetickou složku.

Tab. 4: Přehled měřicích antén pro systémy EMI [1]

Druh antény	Rozsah kmitočtů [MHz]	Měří složku
Rámová (smyčková) anténa	0,009 ÷ 30	H
Prutová anténa (monopól)	0,009 ÷ 30	E
Symetrické (laděné) dipóly	30 ÷ 1000	E
Bikónická anténa	20 ÷ 300	E
Logaritmicko-periodická anténa	200 ÷ 3000	E
Kónicko-logaritmická anténa	200 ÷ 3000	E
Složená širokopásmová anténa	30 ÷ 2000	E
Trychtýřové antény	1000 ÷ 40000	E, H

Rámová (smyčková) anténa se používá v kmitočtovém rozsahu 9 kHz až 30 MHz z důvodu dominance rušivých jevů způsobených magnetickou složkou pole. Funguje na principu indukce magnetické složky elektromagnetického vlnění ve vinutí cívky. Jde tedy o paralelní rezonanční obvod napájený malou vazební smyčkou, připojenou k vysílači. [1]

Prutová (tyčová) anténa pracuje ve stejném kmitočtovém pásmu jako rámová anténa. Rušivé elektrické pole E se zde měří tzv. monopólem o doporučené délce 1 m. Tato anténa se spíše hodí pro měření vzdálených polí rušivého zdroje. Anténa je tvořena vodičem, jehož délka musí být mnohonásobně větší než jeho průměr. [1]

Symetrická dipólová anténa se používá k přesnému určení intenzity rušivého pole E v blízkém poli, a to na v kmitočtovém rozsahu 30 ÷ 1000 MHz. Anténa dokáže určit směr měřeného pole i s průběhem siločár v okolí rušivého zdroje. Užívá se převážně při laboratorních měřeních, a to z důvodu její malé efektivní výšky. Alternativu pro měření do kmitočtu 80 MHz nalzáme v měřicí anténě **symetrický půl vlnný dipól**, který se však v praxi moc nepoužívá kvůli jeho pracnému nastavování. [1]

Pro měření v kmitočtových pásmech desítek až několika tisícovek MHz se nejčastěji používají **bikonické, logaritmicko-periodické, kónicko-logaritmické a složené širokopásmové antény**. Tyto antény jsou co do konstrukce kombinací předešlých typů antén. Bikonická anténa je složena ze dvou souměrných kuželů, jejichž vrcholy jsou umístěny proti sobě a je typickou měřicí anténou v pásmu $20 \div 300$ MHz. Logaritmicko-periodická anténa je tvořena řadou fázově napájených rezonančních unipólů, jejichž délky a vzájemné vzdálenosti jsou pro sousední prvky v pevném poměru daném podílem logaritmů jejich rezonančních kmitočtů. Anténa **kónicko-logaritmická**, nebo také anténa logaritmická spirálová kuželová, se skládá ze dvou plechů smotaných na plochu kužele. Na rozdíl od všech ostatních typů měřicích antén je tato anténa určena pro příjem (či vysílání) kruhově polarizovaného elektromagnetického pole. [1,17]

Z důvodů pokrytí celého, nejčastěji používaného kmitočtového rozsahu došlo ke kombinaci bikonické a logaritmicko-periodické antény, čím vznikla tzv. **BiLog anténa**. U této antény se podařilo dosáhnout přijatelně malých rozměrů i při nízkých kmitočtech. Složené širokopásmové antény jsou pro měření rušení velmi oblíbené, neboť umožňují uskutečnit tato měření v celém pásmu s jedinou anténou. [1,17]

Trychtýřová anténa je tvořena vlnovodem se zvětšujícím se průřezem směrem ke konci antény. Tato anténa je relativně úzkopásmová což lze měnit některými konstrukčními úpravami měnit, proto tyto antény nabývají spoustu nejrůznějších rozměrů. [1,17]

Výsledky měření anténou ovlivňuje několik různých faktorů [1]:

- **Technické parametry** – anténní faktor, ekvivalentní anténní činitel ve volném prostoru, neurčitost měření, vlnová impedance, šířka polárního vyzařovacího diagramu a lineární polarizace
- **Typ a uspořádání měřicího pracoviště**

2.2 Testování odolnosti proti elektromagnetickým polím

2.2.1 Obecná metodika zkoušek elektromagnetické odolnosti

U posuzování elektromagnetické odolnosti by bylo nejvhodnější umístit testovaný objekt do prostředí kde bude v budoucnu pracovat. To ovšem nevyřeší problém toho, že reálné provozní prostředí je dle elektromagnetického vyzařování časově proměnné a u zkoušek nemůžeme předvídat, jak se bude měnit. Z toho důvodu ho nedokážeme reprodukovat.

Ke zkouškám odolnosti proto používáme uměle vytvořené elektromagnetické prostředí, které definujeme z hlediska [1]:

- „obvodového, skupinového a prostorového uspořádání testovacího (měřicího) pracoviště,
- kvalitativních a kvantitativních parametrů simulátoru elektromagnetického rušení a provozního stavu a nastavení zkoušeného systému, přístroje či zařízení.“

Při posuzování elektromagnetické odolnosti musíme posuzovat vždy konkrétní zařízení, protože se vyznačuje specifickými rysy a máme na něj vždy jiné požadavky. Posuzujeme hlavně různé rušivé jevy, které mohou ovlivňovat naše zařízení v pracovních podmínkách, sledujeme možné brány vstupu rušivých signálů a v neposlední řadě si určíme přípustné rušivé účinky. [1]

V praxi můžeme rušivé jevy rozdělit na [1]:

- nízkofrekvenční rušení v napájecí rozvodné síti nízkého napětí,
- přechodné (transientní) jevy a vysokofrekvenční rušení,
- elektrostatické výboje (nízkoenergetické a vysokoenergetické),
- magnetická rušení,
- rušení vyzařovaným elektromagnetickým polem.

Při realizování zkoušek si taktéž musíme určit možné vstupy rušení do zařízení. Jako vstup chápeme každé konkrétní rozhraní mezi daným zařízením a vnějším elektromagnetickým polem. Patří sem kryt přístroje, svorky elektrické sítě, zemnicí svorky, řídicí a signálové svorky. [1, 2]

2.3 Testování odolnosti proti vysokofrekvenčním elektromagnetickým polím

V průběhu testování elektromagnetické odolnosti určitého zařízení, musíme být schopni vytvořit vysokofrekvenční pole o dostatečné intenzitě, kterému ono zařízení vystavíme. Kmitočtový rozsah zkušebních harmonických signálů pro uvedený typ zkoušek odolnosti je velmi široký a jsou vymezené v normě ČSN EN 61000-4-6 ed.2. [1]

Princip zkoušek odolnosti proti elektromagnetickými vyzařovanými poli spočívá v ozařování objektu příslušnými úrovněmi pole s vhodnou anténou. Jelikož je potřebná intenzita buzených zkušebních polí až v desítkách V/m sahajících až do oblastí GHz, je doporučeno provádět měření ve stíněných absorpčních místnostech. Tím odstraníme vliv vnějších polí, ale i vliv vnitřního pole na obsluhující personál. Dalším požadavek pro správné výsledky je zajištění požadované hranice intenzity elektrického pole při zachování jeho homogenity. Požadavky na homogenitu pole a postup kalibrace je taktéž popsán v normě ČSN EN 61000-4-6 ed.2. [1, 6]

K testování elektromagnetické odolnosti zařízení je třeba značný budící výkon signálu přiváděného k anténě řádově stovky W až jednotky kW v kmitočtovém rozsahu 80 MHz až 1 GHz je dosahován v širokopásmovém výkonovém zesilovači. Tento zesilovač tvoří jednu z nejnákladnějších částí z vybavení zkušebny pro tento typ odolnosti. [1]

Snaha o zmenšení potřebné velikosti budícího výkonu vede ke změně metodiky zkoušek odolnosti, kdy objekt není ozařován polem ve vzdálené zóně, ale je k němu přivedeno pomocí speciálních antén. Těmito anténami lze vytvářet testovací pole velké intenzity (několik desítek V/m) při nižších budících výkonech. Základní typ speciální testovací antény z tzv. páskového (deskového) vedení (tzv. **Parallel Plate Antenna**), který se dále využívá doplněný o absorpční materiál v podobě TEM absorpčních komorách. [1]

2.3.1 Kritéria elektromagnetické odolnosti

Při zjišťování elektromagnetické odolnosti určitého technického systému je třeba vždy předem znát či stanovit kritérium jeho elektromagnetické odolnosti, tj. definované meze narušení jeho funkcí. Obecně mohou být tyto meze definovány **kvantitativně nebo kvalitativně**.

Kvantitativní mez odolnosti je stanovena jako dosažení určité hodnoty (určitých hodnot) vybrané veličiny (veličin).

Běžněji se užívá tzv. **kvalitativního (funkčního) kritéria** elektromagnetické odolnosti, které se určuje dle [3]:

*„**Funkční kritérium A** – všechny funkce zařízení či systému jsou vykonávány správně dle specifikace jak během zkoušky, tak i po jejím ukončení. Stručně řečeno: elektromagnetické rušení nemělo žádný vliv na chod zařízení či systému.*

***Funkční kritérium B** – zařízení/systém pracuje dle specifikace, některé jeho části však během zkoušky vybočí z povolených tolerancí (nenastane však změna provozního stavu zařízení či změna dat v paměti). Po skončení zkoušky se všechny funkce musí automaticky (tj. bez zásahu operátora) obnovit v původním rozsahu a kvalitě a ve vymezených tolerancích. V tomto případě elektromagnetické rušení kvalitativně změní chod zařízení či systému, po jeho odeznění se však správný chod zařízení automaticky obnoví.*

***Funkční kritérium C** – jedna či více funkcí zařízení či systému během zkoušky (během rušení) není plněna vůbec či správně dle specifikace. Po skončení zkoušky se všechny funkce musí automaticky (tj. bez zásahu operátora) obnovit v původním rozsahu a kvalitě. Elektromagnetické rušení tedy naruší chod zařízení, po jeho odeznění se plná funkčnost zařízení automaticky obnoví.*

***Funkční kritérium D** – jedna či více funkcí zařízení či systému během zkoušky (během rušení) není plněna vůbec či správně dle specifikace. Po skončení zkoušky se funkce zařízení neobnoví automaticky, ale musí být obnovena (jednoduchým) zásahem operátora (uživatele) dle návodu k použití zařízení (např. reset). Rušení tedy naruší chod zařízení, po jeho odeznění je nutno plnou funkčnost zařízení obnovit zásahem operátora.“*

Z praktického hlediska jsou v kmenové normě ČSN EN 61000-6-1 ed. 2 zavedena tři funkční kritéria A, B, C s tím, že kritérium C slučuje výše uvedená kritéria C, D. [3]

3 KAMEROVÉ SYSTÉMY

Kamery slouží k zachycení pohyblivého obrazu a synchronního zvuku. Kamery můžeme dělit podle jejich výstupního signálu na **analogové (CCTV)**, **digitální (IP kamery)**. Zásadní rozdíl mezi těmito dvěma druhy je ve způsobu přenosu a ukládání informací. Analogové kamery používají pro přenos analogový signál po koaxiálním kabelu a záznamu na videorekordéry. Druhý typ používá pro přenos nejčastěji ethernetovou síť, kde je pro přenos informací větší šířka pásma, záznam se provádí v digitální podobě. V čem se naopak tyto dvě technologie neliší, je způsob snímání obrazu a jeho základní fyzikální principy. [25, 26]

3.1 Základní parametry

Každá kamera se skládá z těchto částí [26]:

3.1.1 Objektiv kamery

Jeho úkolem je promítnutí zmenšeného obrazu snímané scény na fotocitlivý prvek. Takto vytvořený obraz musí být bez rušivých elementů. Objektiv se skládá ze systému čoček a dalších stavebních částí, které jsou opticky centrované. Jednotlivé části objektivu se při změně ohniskové vzdálenosti (zoom, ostření) pohybují.

Parametry objektivu:

Ohnisková vzdálenost f [mm] je pomyslná vzdálenost za objektivem měřená od optického středu objektivu. Ovlivňuje jak šířku, tak i úhel záběru, s tím, že obecně platí, že čím je ohnisková vzdálenost menší, tím je větší úhel záběru objektivu. V praxi se můžeme setkat s pevným ohniskem, proměnným ohniskem nebo s ohniskem elektronicky řízeným. [26]

Světelnost objektivu [f/k , 1: k] vyjadřuje množství světla, které je objektiv schopen soustředit do vytvářeného obrazu na fotocitlivém prvku. Platí, že čím máme větší světelnost, tím dostáváme menší ostrost kresby. Ideálním číslem světelnosti je 1, které však pro běžné použití nemá význam. [26]

Clona je mechanické zařízení, které reguluje množství světla, které prochází objektivem na fotocitlivý prvek. Je tvořena z kovových lamel, pomocí kterých lze měnit průměr prstence pro průchod světla. Rozlišovací schopnost objektivu narůstá, se zvyšováním clonového čísla. Dělíme je na objektivy s **pevnou clonou**, **manuální a automatickou clonou**. [25, 26]

Do této skupiny patří i **sluneční clona**, která má za úkol zabránit pronikání bočního světla do objektivu, tak aby nedopadlo na elektronický čip nebo se nedostalo do hledáčku. V případě, že by se tak stalo, vedlo by to k významnému zhoršení obrazu. [9]

Hloubka ostrosti je do jisté míry subjektivní záležitost, ale můžeme ji definovat jako rozdíl vzdáleností nejbližšího a nejvzdálenějšího předmětu, které se na fotografii jeví lidskému oku ještě jako ostré. Zvětšováním ohniskové vzdálenosti se hloubka ostrosti zmenšuje. V praxi platí, čím blíže ke kameře se nachází objekt, tím klesá hloubka ostrosti. Dále platí, že hloubka ostrosti se zvyšuje se zvyšujícím se clonovým číslem. [25, 26]

Uchycení objektivu jsou dvojího typu, a to [8]:

- uchycení typu C – vzdálenost mezi čočkou objektivu a plochou fotocitlivého prvku je 17,5 mm,
- uchycení typu CS – vzdálenost mezi čočkou objektivu a plochou fotocitlivého elementu je 15,5 mm

C objektiv je možné použít jak s kamerami C, tak i s kamerami CS, je ale nutno použít C/CS adaptér. U IP kamer se obvykle používá standard CS, který představuje novější verzi. [8]

3.1.2 Fotocitlivý prvek kamery

Fotocitlivý prvek je zodpovědný za převod světla na elektrický proud, který následně elektronika převede na digitální nebo analogový obraz. V současných kamerách se používají tři druhy polovodičových snímačů a to CCD, CMOS a DPS. [26]

CCD snímače (Charge-Coupled Device)

Princip tohoto snímače je založen na vnitřním fotoelektrickém jevu, kdy jsou z látek uvolňovány elektrony jako důsledek dopadajícího elektromagnetického záření. Fotony vyrazí z buňky určité množství elektronů, jejichž množství se změří a vyjádří se číselnou hodnotou. Informace o barevné teplotě paprsků získáme díky průchodům paprsků barevnými filtry, které propustí jen určité barevné spektrum. Zpracování signálů je velmi složitý proces a nabízejí se tři různé řešení a to, **progresivní sken, prokládaný sken a plošný sken** (Frame Transfer Charge). [10]

CCD snímač obsahuje také různé typy buněk a to **obdélníkové, čtvercové a plástvové** (super CCD).

Polovodičové senzory CCD, odolné proti opotřebení, poskytují nezkreslený obraz bez obsahových efektů, jsou citlivější na světlo. Mezi nevýhody patří větší spotřeba energie, nákladnější výroba a pomalejší práce čipu. [10]

CMOS snímače (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor)

Jedná se o snímač, který je po konstrukční stránce velmi složitou záležitostí, ale jehož výroba je levnější než u CCD, a to z důvodů, že stejným způsobem se vyrábí procesory pro počítače. Obvody potřebné pro digitalizaci obrazu jsou přímo součástí CMOS senzoru a každá světločivá buňka má vlastní tranzistor přímo u sebe, což snižuje dobu nutnou pro přečtení obrazu a snižuje spotřebu energie. Mezi nevýhody zde patří vyšší sum na základní ISO citlivosti, o něco nižší obrazová kvalita a slabší citlivost na světlo, většinu těchto nevýhod však odstraňuje nová technologie BSI CMOS. [10]

Digital Pixel Systém

Jádrem vynálezu DPS je zahrnutí A/D převodníku pro každý pixel obrazového snímače. Tato technologie poskytuje vysoce kvalitní obraz se zvětšeným dynamickým rozsahem, který výrazně zlepšil kvalitu obrazu ve scénách, které obsahují současně jasné i tmavé oblasti. Výrobek postavený na DPS technologii, má v podstatě stovky tisíc jednotlivých kamer, z nichž každá vyrábí ten nejlepší možný obraz. [11]

3.1.3 Elektronická část kamery

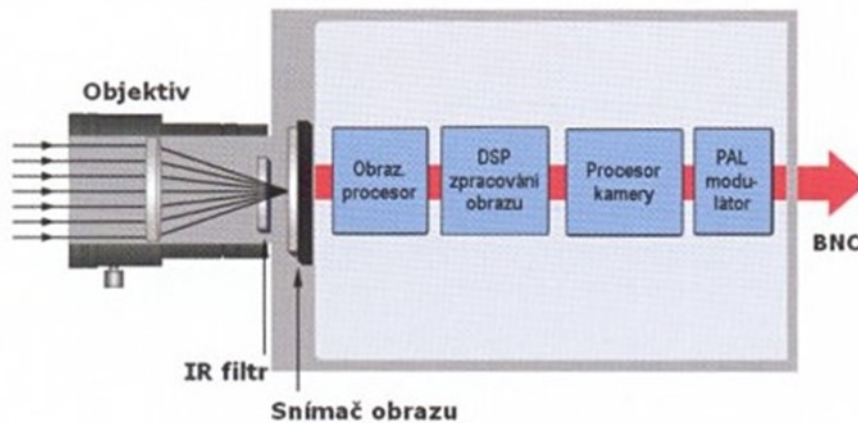
Spolu s mikroprocesorem zajišťuje digitalizaci získaných informací ze snímače, jejich kompresi a ukládání na médium, případně přenos kanálem na vzdálené zobrazovací nebo záznamové zařízení. [12]

3.2 Analogový kamerový systém (CCTV)

Ve svých začátcích neobsahoval žádnou digitální část nebo možnosti správy přes počítač nebo chytrý telefon. V základu se jednalo o kameru, kabeláž, záznamové médium a zobrazovací jednotku. K záznamu slouží videorekordér VCR (Video Cassette Recorder), který zajišťuje záznam a následnou reprodukci videosignálu. Záznam zde probíhá na magnetickou pásku. [16]

Novější variantou záznamu je digitální záznamové zařízení (DVR) kde se musí získaný signál nejprve převést do číslicové podoby a v této podobě se dále uchovává. Existují různé

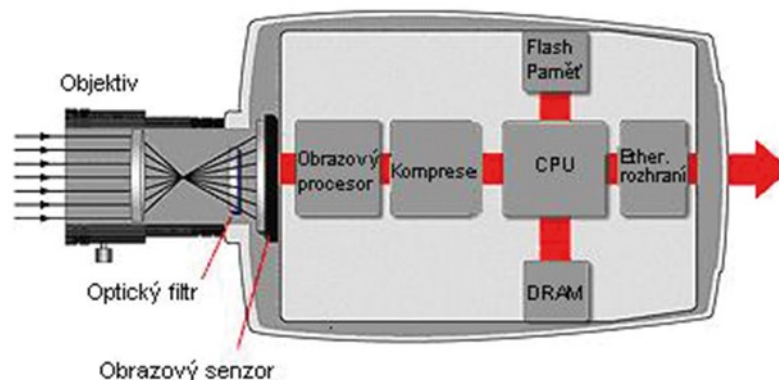
možnosti záznamových medií, a to digitální videorekordér se záznamem na magnetickou pásku, pevný disk, DVD nebo paměťovou kartu. [16]



Obr. 16: Blokové schéma analogové kamery [16]

3.3 IP kamery

IP kamera je kombinace kamery a počítače v jednom celku, která umožňuje přenos obrazu po síti (internet protocol), kde má každá kamera svoji vlastní adresu založenou na TCP/IP. Přitom umožňuje oprávněným uživatelům lokálně nebo vzdáleně sledovat nebo jinak zpracovávat kamerový obraz. Dnešní IP kamery obsahují řadu možností inteligentního zpracování signálu. [14]



Obr. 17: Blokové schéma IP kamery [14]

„Dle technologie obrazového čipu proběhne zpracování analogového signálu na digitální a ten je dále odeslán do obrazového procesoru. Obrazový procesor, nebo také DSP (Digital Signal Processor) zpracovává signál v digitální podobě a za využití mnoha funkcí pro zlepšení konečné kvality videa. Při veškerých úpravách obrazu je využíváno vlastností lidského

oka, respektive výstup je upravován do podoby, jež bude zajišťovat co možná nejvyšší vypočítací hodnotu situace, která se na exponované scéně odehrává. Nejčastěji jsou využívány různé druhy úpravy expozice a algoritmy inteligentní analýzy obrazu. Na základě využívaného kompresního algoritmu je pak signál zkomprimován, a to především za účelem snížení nároků na šířku pásma pro další přenos, či zmenšení potřebné kapacity úložišť digitálního videosignálu.“ [14]

„Nyní se již dostáváme k částem, jež jsou vlastní právě jen IP kameře a těmi jsou: CPU (Central Processing Unit), DRAM (Dynamic Random Access Memory) a Flash paměť. CPU společně s operační a Flash pamětí společně obstarávají komunikaci s okolními zařízeními. Řídící procesor navíc zprostředkovává veškeré operace odehrávající se v kameře, jako například ovládání kamery, či nastavení volitelných funkcí. Po zpracování je digitální videosignál v komprimované podobě skrze komunikační rozhraní odeslán do dalších zařízení, dle charakteru celého systému.“ [14]

Nejdůležitější přednosti IP systémů jsou [16]:

- megapixelové/multi-megapixelové rozlišení kamer
- možnost inteligentní analýzy obrazu
- možnost bezdrátového přenosu dat
- centrální správa distribuovaného systému
- snadná rozšiřitelnost
- součinnost s dalšími systémy jako jsou EZS

3.3.1 Typy IP kamer

Nejzákladnější rozdělení kamer je na kamery pro použití ve vnitřním a vnějším prostředí. Kamery pro prostředí vnitřní jsou standardně méně náchylné proti negativním vlivům prostředí, proto u kamer pro vnější užití klademe větší důraz na odolnost proti prachu a vlhkosti. Ve většině případů je proto vhodné vybírat IP kameru osazenou přímo ve vhodném krytu. Odborně se stupně ochrany krytem elektrických zařízení z hlediska ochrany osob před dotykem nebezpečných částí uvnitř krytu, dále ochrany zařízení uvnitř krytu před vniknutím pevných cizích těles a konečně ochrany zařízení uvnitř krytu před škodlivými účinky způsobenými vniknutím vody označuje stupni IP. U kamer vnějších požadujeme krytí IP66 nebo IP68. V případě, že kameru chceme chránit i proti úmyslnému poškození doporučuje se její umístění do tzv. anti-vandal krytu (IK). [14]

Rozdělení dle konstrukce [14]:

- **Fixní IP kamery**
 - Fixní IP kamery
 - Fixní IP dome kamery
- **PTZ IP kamery**
 - IP PTZ kamery
 - IP PTZ dome kamery

3.3.2 Komunikační rozhraní IP kamer

U síťové kamery je několik způsobu jejího připojení do sítě, ale záleží na druhu IP kamery, jaký způsob nabízí.

- **Ethernet rozhraní** – nejpoužívanější rozhraní, přes které probíhá veškerá komunikace. Rozhraní může přenášet informace velmi vysokými rychlostmi (od 10 Mbitů/s do 1 000 Mbitů/s). Kamera je připojena pomocí síťového konektoru RJ-45.
- **Power Over Ethernet (PoE)** – napájení kamery probíhá po stejném kabelu jako datová komunikace
- **WiFi rozhraní** – technologie bezdrátového přenosu obrazu. Síť založené na protokolu TCP/IP podléhají standardu IEEE 802.11. Nevýhodou je nespolehlivost přenosu, možnost rušení.
- **Technologie HomePlug** – jedná se o přenos dat po elektrických rozvodech, kde se datové pakety přenášejí na vysokých frekvencích, tak aby mohli koexistovat s přenosem elektřiny. Nevýhodou je omezená rychlost přenosu a závislost na kvalitě elektrických rozvodů.
- **VDSL** – využití telefonní sítě pro přenos dat
- **Mobilní síť** – kamera ke svému provozu potřebuje GSM/3G/4G signál. Výhoda kamery je možnost jejího umístění prakticky kamkoliv. [13,15]

3.3.3 Rozlišení IP kamery

Rozlišovací schopnost kamery je jeden z velice důležitých parametrů, odvíjí se od něj výsledná kvalita obrazu. Rozlišení je určeno kolika pixely je tvořen výsledný obraz, přičemž vyšší rozlišení přináší ostřejší obraz, který nám poskytuje více detailů. V dnešní době jsou standardem kamery s rozlišením 1280x720px (HD) nebo 1920x1080px (Full HD). Rozlišení kamery by mělo být zvoleno s ohledem na její účel, jelikož se zvyšujícím se rozlišením stoupá i cena kamery a nároky na přenos dat. [26]

3.3.4 Kompresní formáty

Kompresce se provádí většinou z důvodů zmenšení velikosti nějakého datového souboru pro případ jeho archivace nebo přenos po datové síti s omezenou rychlostí (čímž snížíme dobu potřebnou pro přenos dat). Kompresce se provádí tzv. kódováním, kdy se informace zakóduje zvoleným kompresním algoritmem a odstraní redundantní informace, tím se současně zvýší entropie dat. [27]

Kompresi rozdělíme na dvě základní skupiny [27]:

- Ztrátová komprese
- Bezztrátová komprese

Ztrátová komprese nese svůj název kvůli faktu, že při ní jsou nenávratně ztracena některá data. Tato metoda se používá v případě, kdy jsme ochotni tolerovat určité zkreslení dat za dostatečné zmenšení jejich velikostí. [27]

Bezztrátová komprese, jak už z názvu vyplývá, probíhá bez ztráty jakýchkoliv dat. Tato komprese obvykle nebývá tolik účinná jako ta ztrátová. Její obrovskou výhodou je to, že lze následně dekomprimovat do své původní podoby, bez ztráty jediného bitu. [27]

Mezi kompresní video formáty patří MJPEG, H.263, MPEG (1,2,3,4), H.264(AVC).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

ÚVOD DO PRAKTICKÉ ČÁSTI

Hlavním cílem praktické části je ověření funkčnosti zadané bezpečnostní kamery LILIN IPS5184S v bezdrazové komoře Frankonia SAC-3 Plus S, která je součástí Vědeckotechnického parku ve Zlíně. Dále je vyhodnocován možný vliv dané kamery na měření probíhající ve výše uvedené komoře. Na základě zjištěných skutečností bude navržena zodolněná konstrukce pro celý kamerový systém určený pro monitorování vnitřních prostor komory, tj. v prostředí silných elektromagnetických polí.

Uvedená bezdrazová komora momentálně zcela postrádá jakýkoliv systém dozorování vnitřních prostor při probíhajících měřeních, který se během praktického používání komory ukázal jako zcela nezbytný. Hlavním důvodem umístění kamery do těchto prostor je riziko vzniku závad na měřeném objektu, bez toho, aby byla obsluha okamžitě varována. Výrobce Frankonia nabízí dodatečný kamerový systém určený pro monitorování vnitřních prostor komory, který splňuje všechny požadavky, ale pořizovací cena je příliš vysoká, a to cca 300 000 Kč, proto bude komora vybavena jiným a cenově dostupným kamerovým systémem. Kamerový systém bude navržen v souladu se všemi kladenými požadavky, které musí splňovat z důvodu probíhajících citlivých měření, která nesmí být nikterak ovlivňována.

4 BEZODRAZOVÁ KOMORA FRANKONIA SAC-3 PLUS S

Bezodrazová komora Frankonia SAC-3 Plus S je součástí Centra bezpečnostních, informačních a pokročilých technologií (CEBIA-Tech), kde se zabývají vývojem technických postupů pro ochranu elektronických systémů proti rušení vnějšími i vnitřními elektromagnetickými poli. Mezi hlavní aktivity tohoto pracoviště patří měření elektronických, případně magnetických charakteristik leteckých konstrukčních materiálů v závislosti na frekvenci.

Samotná komora je typ Frankonia SAC-3 Plus S, což je částečně bezodrazová komora o velikosti 8,480 mm x 6,530 mm x 6,000 mm. Měřicí kmitočty se pohybují mezi 26 MHz - 18 GHz a měřící rozsah pro elektromagnetickou interferenci a odolnost je roven 3 metrům. Stínící účinnost $SE > = 80$ dB pro 1 GHz. V komoře je možno testovat elektromagnetickou interferenci a odolnost po vedení od 150 kHz do 30MHz nebo testování zářením od 9 kHz do 30 MHz. Skupina prováděných testů (EMI): EN 55011, 55013, 55014, 55015 a 55022. Skupina prováděných testů (EMS): EN 61000-4-2 (Elektrostatický výboj), podle kmenových norem CISPR EN 61000-4-3 (Odolnost vyzařováním), EN 61000-4-4 (Rychlé tranzienty na vedení), EN 61000-4-9 (Odolnost vůči nízkofrekvenčním magnetickým polím) [18,19]



Obr. 18: Bezodrazová komora Frankonia SAC-3 Plus S [19]

Dveře komory

Vstupní dveře o rozměrech 1 238 x 2 118 mm s pneumaticky poháněným uzamykáním. Kvalita stínění je zde dosažena trojřadým nožovým systémem. RF-stínění realizováno s inovativní trojitou řadou vysoce vodivých kontaktních pružin. [19]



Obr. 19: Vstupní dveře do komory

Plně automatický stojan FAM 4

Tento stojan je zcela kompatibilní s komorovým prostředím EMC Frankonia. Stojan je ovládán pomocí hardwarového ovladače FC-02 po optické sběrnici. Umožňuje pohyb antény bez nutnosti otevření komory od 1 do 4 m. [19]

Hardwarový řadič FC-02

FC-02 je hardwarový regulátor, který nabízí velmi jednoduchou kontrolu nad polohovacími zařízeními. Tento ovladač dokáže ovládat otočný talíř (viz Obr.20) a dva anténní stožáry. Komunikace probíhá pomocí duplexního optického vlákna. Regulátor se ovládá pomocí speciálního software, který má dvě funkce a to, zobrazení v reálném čase stav řadiče a ovládání všech zařízení přes optickou sběrnici. [19]



Obr. 20: Pracovní stůl v komoře na otočném talíři

4.1.1 Přístrojové vybavení pro měření elektromagnetické interference:

- **Měřicí přijímač ESU8 Rohde-Schwarz**

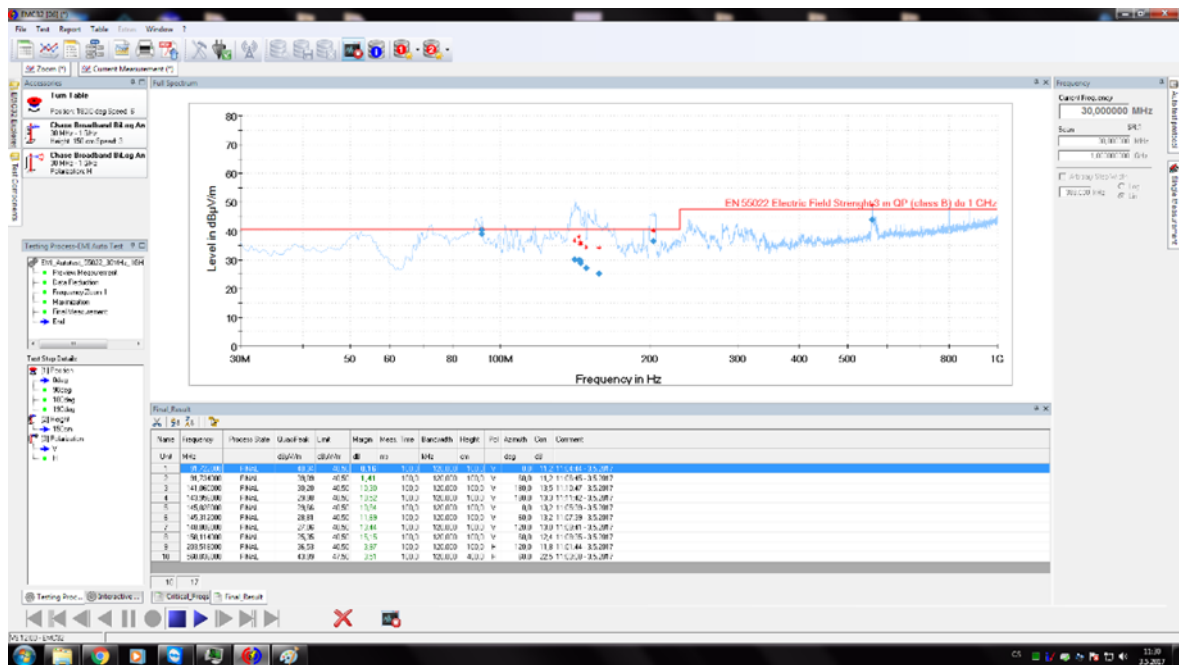
Pro příjem a následné vyhodnocení signálu používáme přijímač ESU-8. Tento přijímač vyhodnocuje data o kmitočtech **20 Hz do 8 GHz** (DC coupled) a **1 MHz do 8 GHz** (AC coupled). Jedná se kombinaci EMI přijímače kompatibilního s CISPR 16 a analyzátoru spektrálního spektra, který splňuje všechny civilní a vojenské standardy pro měření elektromagnetického rušení. Přijímač je ovládán pomocí software R&S®EMC32 Measurement Software (viz Obr.22), který také zpracovává veškerá obdržená data. [20]



Obr. 21: Měřicí přijímač ESU8 Rohde-Schwarz [20]

- **R&S®EMC32 Measurement Software**

Tento software může být použit pro všechna měření elektromagnetické interference nebo odolnosti. Jde o moderní nástroj pro kontrolu a monitoring všech Rohde & Schwarz zařízení nebo také zařízení třetích stran. Díky svým komplexním a modulárním konfiguračním funkcím a otevřené struktuře softwaru zajišťuje spolehlivý sběr, vyhodnocení a dokumentaci výsledků měření. V aplikaci použité v VTP-ICT je možné pomocí tohoto programu ovládat jak nastavování výšky antén, tak ovládání otočného talíře. Z mé zkušenosti neshledávám ovládání příliš intuitivním, pro ovládání je potřeba proškolené osoby. [20]



Obr. 22: Měřící software EMC32

- **Vazební síť Rohde-Schwarz ENV216 (230 V/16 A)**

Používá se pro měření rušivého napětí u jednofázových EUT (equipment under test) se simulovanou impedancí ($50 \mu\text{H} + 5 \Omega$) $\parallel 50 \Omega$ ve frekvenčním rozsahu 9 kHz až 30 MHz. Pro připojení EUT je k dispozici konektor s ochrannými kontakty. [20]

- **Vazební proudové transformátory pro monitorování asymetrického rušení na 230 V napájecím přívodu (10kHz až do 500 MHz)**
- **Sada antén pro měření rušivého elektromagnetického vyzářování**

A to rámová anténa, BiLog anténa, trychtýřová anténa [18]

- **Generátor SMA100A (100k-6GHz, Rohde-Schwarz)**

Ve frekvenčním pásmu od 9 kHz do 6 GHz může R&S®SMA100A generovat signály CW stejně jako všechny běžné typy analogové modulace (AM, FM, φM, pulzní modulace). Má vynikající specifikace a širokou škálu modulačních signálů s moderním uživatelským rozhraním. [20]



Obr. 23: Generátor SMA100A Rohde-Schwarz [20]

- **výkonové zesilovače** (0,1-250 MHz, 0,1 – 1 GHz, 0,7 až 4,2 GHz, Amplifier Research)
- schopnost testování odolnosti vůči průniku/injektáží rušivého signálu do kabelového přívodu (v kmitočtovém pásmu 10 kHz až 80 MHz podle EN norem)
- testování odolnosti vůči sérii rychlých impulsů, proudovým vlnám, nízkofrekvenčnímu magnetickému poli pomocí kombinovaného testeru **AXOS5 od firmy Haefely**
- testování elektrostatické odolnosti (ESD odolnosti) zařízení pomocí ESD pistole od firmy Haefely.
- sada antén pro měření EMS (bikonický dipól, logaritnicko-periodická anténa, trychtýřová anténa)
- dosažitelná intenzita elektrického pole v bezodrazové komoře $E = 10 \text{ V/m}$. [18]



Obr. 24: Řídící počítač s generátorem,
EMI přijímačem a zesilovači

5 KAMEROVÝ SYSTÉM PRO BEZODRAZOVOU KOMORU

Jak je již uvedeno v úvodu do praktické části práce, návrh kamerového systému do bezodrazové komory je proveden z důvodu dosavadní nemožnosti jakéhokoliv sledování dění uvnitř komory v průběhu měření. Obsluha, tak prakticky manipuluje s testovaným zařízením bez jakékoliv zpětné odezvy. Testované zařízení je umístěno na stole, který je situován na otočném talíři (viz. Obr.20), z kterého mohou vést napájecí nebo datové kabely. Z toho důvodu je vysoké riziko, že v průběhu měření může dojít k překroucení kabeláže, pádu testovaného zařízení a jeho následnému poškození. Dále zavedení kamerového systému umožní sledování chování testovaného zařízení.

Klíčovou součástí celého kamerového systému je poskytnutá kamera LILIN model IPS5184S, jejíž výběr a zakoupení proběhlo již v roce 2016, tedy ještě před zadáním této diplomové práce. Po opětovném ověření všech podstatných technických údajů o dané kamere lze konstatovat, že je dle mého názoru zcela vhodná pro zvolený účel, tj. použití pro měření v bezodrazové komoře. Součástí kamery jsou i dva media konvertory od firmy Allied Telesis (viz Obr.26) pro převod ethernetového kabelu na optický, který je nutný z důvodu jediného možného datového výstupu z komory, a to přes optický kabel skrz penetrační poklop komory (viz. Obr.27).

5.1 Kamera LILIN model IPS5184S

Jedná se o kameru 18X Day & Night 1080P HD WDR Speed Dome IP kamera (viz Obr. 23). Kamera byla vybrána na základě požadavků pro práci v prostředí se silným elektromagnetickým polem. Kamera je typ PTZ dome z důvodu dobré orientace v prostoru, dále podporuje denní/noční režim, FullHD rozlišení, a to z důvodu sledování detailů na testovaném zařízení. Noční režim kamery byl taktéž velmi důležitý parametr při nákupu kamery, a to z toho důvodu, že měření v komoře probíhá ve většině případů při vypnutém osvětlení, kdy by levnější varianty kamer nebyly schopné dodávat uspokojivý obraz.



Obr. 25: Kamera LILIN IPS5184S

Tab. 5: Parametry kamery LILIN IPS5184S

Model	IPS5184S
Napájení	24 V AC
Příkon	15 W
Rozlišení	TVL 3 MP
Snímač obrazu	1 / 2.8 Typ Exmor CMOS Sensor
Efektivní pixely	2096 (H) × 1561 (V)
Skenovací systém	Progresivní skenování
Video výstup	CVBS 1.0 Vp-p / 75 Ω BNC
Minimální osvětlení	0,1 lux
Okolní provozní teplota	- 10 °C – + 50 °C
Rozměry kamery:	245 mm (výška) x 155 mm (šířka)
Váha	2300 g

Rozsah pohybu	360 ° nekonečný
Zoom	18X optický zoom
Režimy	Day & night Day / Night / Auto / Schedule
Video formáty	H.264, Motion JPEG
Rozlišení	1080P (1920 x 1080), 720P (1280 x 720), D1 (720 x 480), CIF (352 x 240)
Video streamování	RTP/HTTP, RTP/TCP, RTP/UDP, Multi-cast
Video bitrate	128 Kbps to 5 Mbps
Zabezpečení	Base64 HTTP encryption, více úroňový přístup uživatelů s ochranou heslem
Uživatelé	10 dostupných uživatelů (až 8 současně)
Funkce alarmu	Poslání obrázku přes FTP a e-mail, detektor pohybu,
Procesor, paměť	Vestavěný SoC ARM11, 528MHz, 256 MB DDR2, 256 MB flash paměti
Prostředí	Webového rozhraní, software Navigator
Síťové rozhraní	10Mbps / 100Mbps, rozhraní RJ-45
Síťové protokoly	IP, TCP, UDP, HTTP, SMTP, NTP, DDNS, UPnP, FTP, ARP, DHCP, PPPoE, DNS, RTSP, RTCP, Telnet, ICMP, IGMP, ONVIF, SNMP
SD karty	Micro SD/SDHC/SDXC
CENA	39 996 Kč

5.2 Datové zapojení kamery

Z bezodrazové komory je jediný možný datový výstup, a to prostřednictvím optického kabelu, skrz penetrační poklop komory (viz Obr.27). Jelikož použitá kamera nemá výstup přímo na optický kabel, je potřeba použít media konvertory, a to jak v komoře, tak při výstupu z ní. Z tohoto důvodu byly zakoupeny dva media konvertory **AT-MC102XL** (viz Obr. 26). Tyto konvertory realizují převod z ethernetového kabelu na optický kabel (100Base-TX na 100Base-FX na SC konektor pro multimode vlákno) pro dosah až 2 km.

Parametry:

Tab. 6: Parametry media konvertorů AT – MC102XL

Přenosová rychlost	100 Mbps
Rozměry	10,5 cm (Š) x 2,5 cm (V) x 9,5 cm (H)
Hmotnost	294 g
Externí zdroj napájení	240 V AC, 50 Hz
Příkon	6 W
Vstupní napájecí napětí	12 V DC
Provozní teplota	0 ° C až 40 ° C
EMC FCC	třída B
Cena 2 ks	5901 Kč.



Obr. 26: Media konvertor AT-MC102XL



Obr. 27: Penetrační poklop uvnitř komory

6 TEST FUNKČNOSTI KAMERY

6.1 Nastavení kamery

Vzhledem k tomu, že se jedná o zcela nové a doposud nepoužité zařízení je nejprve nutné provést prvotní nastavení a oživení kamery. V první fázi bylo přistoupeno k zprovoznění a odzkoušení kamery v laboratorních podmínkách na Fakultě aplikované informatiky. Jelikož napájení kamery je 24 V AC, bylo využito laboratoře, která disponuje tímto rozvodem napětí.



Obr. 28: Zásuvka na 24 V AC

Po vybalení kamery LILIN z krabice bylo zřejmé poškození datových a napájecích kabelů. Poškození bylo pravděpodobně způsobeno ostrou hranou kamery při vývodu kabeláže, v rozsahu, které nemělo ve výsledku žádný vliv na funkčnost kamery.

Dle datasheetu této konkrétní kamery byl určen napájecí kabel a jeho barevné rozčlenění konkrétních pinů, a to černý (fáze – L), bílý (pracovní nula) a zelený (ochranný zemnicí kolík – PE).

Druhým krokem bylo připravení vidlice ABB 5538 N-C01705 S pro laboratorní zásuvku, jejímž rozmontováním byla určena barva vodičů pro správné pólování.



Obr. 29: Vidlice pro zásuvku 24 V AC

Nakonec byly pomocí svorkovnice spojeny odpovídající vodiče k sobě a kamera byla pod dohledem vedoucího práce zapojena do elektrické sítě. Kamera byla plně funkční bez jakékoliv viditelné závady.



Obr. 30: Zapojení kamery do sítě

V neposlední řadě byla kamera připojena do notebooku pomocí síťového konektoru RJ45 a bylo přistoupeno k prvotnímu nastavení kamery a odzkoušení její funkčnosti.



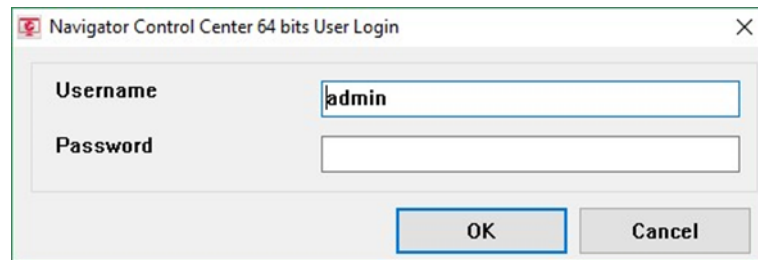
Obr. 31: Zapojení kamery LILIN do notebooku, napájeno ze sítě

Prvním krokem bylo propojení kamery s notebookem pomocí UTP kabelu Cat5 a následovně připojení kamery ke zdroji napájení (viz Obr. 31). Součástí balení kamery bylo i instalační CD s ovládači a ovládacím programem CMX. Tento program byl nainstalován, avšak při pokusu nastavení IP adresy kamery docházelo opakovaně k padání tohoto programu. Proto byla z oficiálních stránek Merit LILIN stažena nejnovější verze softwaru pro kamery LILIN, a to LILIN Navigator Control Center, na které již vše probíhalo bez problémů.

První podmínkou zdárného připojení kamery k počítači je nastavení IP adresy do stejného rozsahu IP adres, v jaké se nachází daný počítač. Pro zjištění IP adresy počítače byl spuštěn příkazový řádek pomocí příkazu *cmd*, kde byl do příkazové řádky napsán příkaz „*ipconfig*“, který slouží k jejímu vypsání. Po zjištění IP adresy počítače byla provedena instalace programu LILIN Navigátor Control Center a jeho následné spuštění.

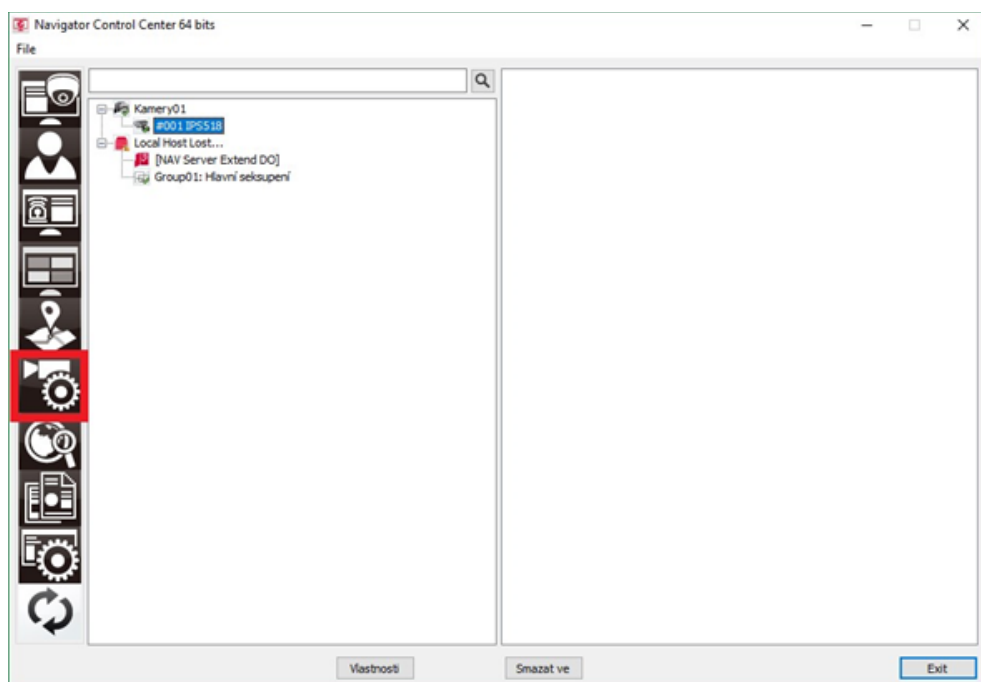
Při instalaci bylo doporučeno, aby byl program nainstalován na novou diskovou jednotku, která bude sloužit výhradně pro záznam videa. Použití stejné diskové jednotky, na které je nainstalován operační systém by zkrátilo čas záznamu a snížilo výkon počítače. Při přidávání nové diskové jednotky je jedinou podmínkou formátování typu NTFS.

Při spuštění programu Navigátor Control Center nás program požádá o zadání uživatelského jména, které bylo přednastaveno na jméno *admin*. Pole pro heslo zůstává prázdné.



Obr. 32: Navigátor Control Center přihlášení

Po zmáčknutí tlačítka OK se otevře prostředí Navigator Control Center, kde byla vybrána ikona Local Device Setting.



Obr. 33: Prostředí programu Navigator Control Center

Po kliknutí na tuto ikonu se spustilo prostředí Device Managmentu, prostřednictvím kterého byla nastavena kameře její IP adresa. V dalším kroku bylo kliknuto na ikonu IP Scan, která zobrazila všechna dostupná zařízení LILIN. Mezi zařízeními se zobrazila použitá kamera, které byla nastavena její IP adresa, tak aby byla ze stejné skupiny adres, jako IP adresa počítače a nebyla obsazená žádným jiným zařízením.

Příklad:

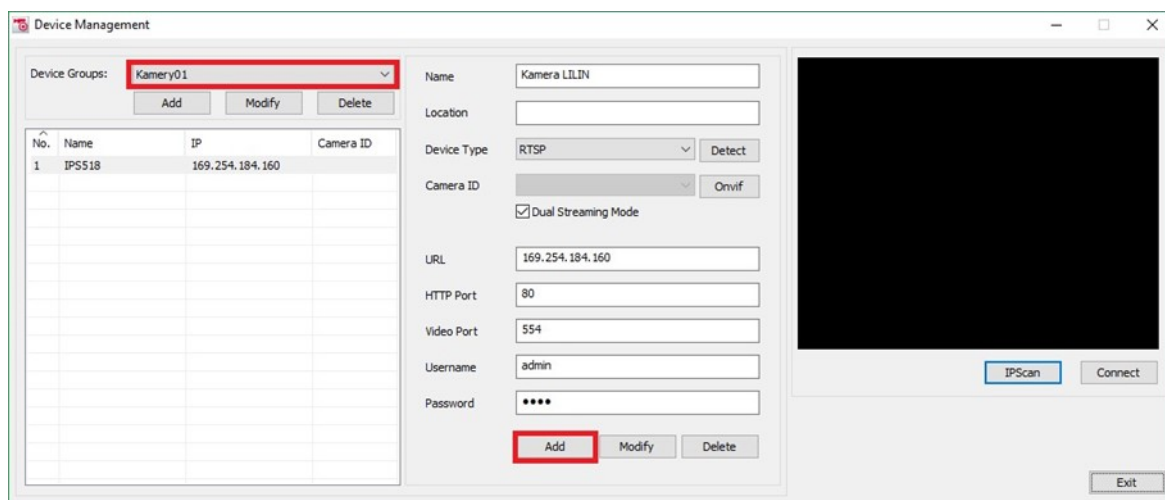
Tab. 7: Příklady nastavení IP adres

Zařízení	IP adresa	
PC IP adresa	169.254.184	150
IP adresa kamery 1	169.254.184	151
IP adresa kamery 2	169.254.184	152

Po vyplnění IP adresy, masky podsítě a výchozí brány kamery bylo stisknuto tlačítko Apply, čímž byly aplikované změny, a tlačítko Close, kterým byl IP Scan uzavřen.

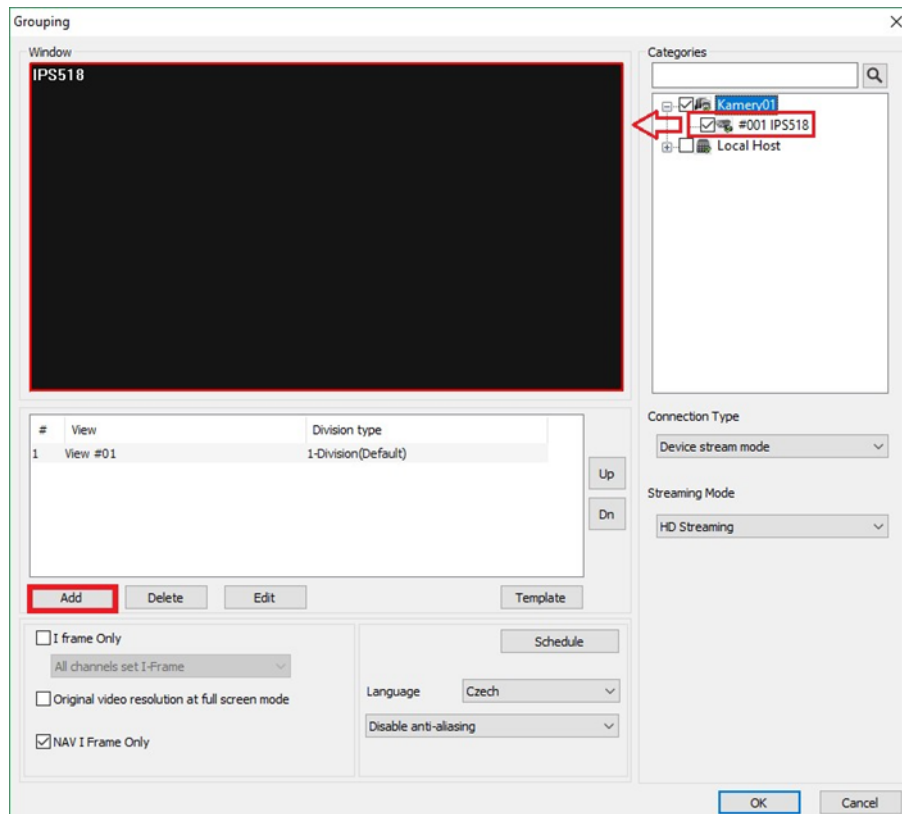
Provedené změny se okamžitě promítly v prostředí Device Managmentu, kde bylo možné pomocí tlačítka Add v kolonce Device Group přidat novou skupinu kamer (zde Kamery01).

Jako poslední proběhlo nastavení názvu kamery, jméno uživatele a hesla. Nakonec byla kamera přidána do předem vytvořené skupiny tlačítkem Add.



Obr. 34: Device Manager

Po nastavení IP adresy kameře bylo zpět v prostředí Navigator Control Center kliknuto na příslušnou ikonu View Manager, čímž došlo k jeho otevření. V tomto okně bylo provedeno nastavení zobrazení, a to v kolonce Live Properties.



Obr. 35: Nastavení zobrazení kamer

Zde byly provedeny dvě činnosti, a to vytvoření skupiny náhledu a přidání kamery do konkrétního okna.

Jako první bylo kliknuto na tlačítko Add, kde se zobrazilo okénko pro zadání názvu skupiny náhledu a typ náhledu. Název byl zvolen View #01 a typ náhledu pro jednu kameru, a okénko ukončeno tlačítkem OK. V pravém horním rohu byla otevřena vytvořená kategorie *Kamery01*, kde byla zobrazena dostupná kamera. Tato kamera byla přetáhuta do vedlejšího prázdného okna, čímž byla kamera připojena.

V této chvíli bylo možno kameru ovládat pomocí virtuálního joysticku umístěného pod ikonou PTZ. V případě, že je do kamery také vložena SD karta nebo disk pro záznam, může být využíváno dalších rozšířených funkcí.

6.2 Přenosný zdroj napájení pro kameru LILIN

Problém nastává v případě testování kamery LILIN v komoře samotné, protože se v ní nenachází zdroj napájení 24 V AC, ale jen 230 V/50 Hz. Tato skutečnost se bude v budoucnu řešit umístěním malého průmyslového zdroje napájení 24 V AC, do napájecího poklopu uvnitř komory.

V našem případě, při druhém testovacím zapojení kamery, bylo jako napájení použito laboratorního zdroje Diametral AC250K1D, což je střídavý stabilizovaný zdroj 0-255 V AC/1 A, který byl zapůjčen z laboratoře Fakulty aplikované informatiky. Jedná se o procesorem řízený střídavý zdroj s dvěma LED displeji, ovládaný klávesnicí, s akustickou signalizací, galvanickým oddělením od sítě, kde se napětí nastavuje po 1 V. Rozměry 172x244x282mm.



Obr. 36: Diametral AC250K1D zdroj AC napětí

V případě napájení z toho zdroje nelze použít stejná vidlice, která byla použita v případě napájení z předchozí sítě, z důvodu odlišné zástrčky. Pro tento účel byly svépomocí vyrobeny dva vodiče zakončené konektory typu banán. Opět při napájení kamery bylo nutné dodržovat polaritu jednotlivých spojů.

Po zapnutí napájecího zdroje byla nastavena požadovaná hodnota napětí, tj. 24 V AC. Jak lze vidět na obr. 36 zdroj má dva displeje. Na horním bylo možné sledovat námi nastavené napětí, a na spodním skutečné výstupní napětí.

Po nastavení 24 V a stisknutí tlačítka ENTER bylo zjištěno, že napětí signalizované na výstupním displeji ukazuje hodnotu vyšší, než byla požadováno, a to 26 V, proto byla pomocí tlačítka DOWN na klávesnici upravena hodnota nastavovaného napětí na 24 V. Tato hodnota

napětí byla pro jistotu ověřena i pomocí paralelně připojeného voltmetru přímo k výstupu daného zdroje. Teprve potom mohla být napájena i samotná kamera, a to stisknutím tlačítka OUT. Po konzultaci s vedoucím práce jsem zjistil, že zdroj tuto chybu čas od času vykazuje, a že je skutečně nutné hlídat vygenerovanou hodnotu napětí na odpovídajícím displeji, tj. na spodním.



Obr. 37: Zobrazení napájení kamery pomocí zdroje Diametral

Po připojení kamery LILIN k napájecímu generátoru se kamera neinicializovala, byla proto provedena kontrola celého zapojení, včetně generátoru napětí, tj. napájecího zdroje., kde nebyla zjištěna žádná chyba. Kontrolou bylo zjištěno, že hodnota napájecího napětí je měřitelná až k napájecímu konektoru kamery.



Obr. 38: Zapojení ampérmetru na přeměření odběru kamery

Pomocí ampérmetru připojeného mezi fázi zdroje a kameru (viz Obr. 38), tj. do série byl však zjištěn téměř nulový odběr kamery. Proto jsem po konzultaci s vedoucím práce dospěl k názoru, že příčinou je pravděpodobně závada napájecí části kamery. Po podrobnějším prozkoumání kamery, resp. její elektronické části nebylo objeveno žádné viditelné poškození. Za nutné také považuji zmínit, že daná kamera nemá žádnou pojistku. Z důvodu absolutní jistoty byla kamera přepojena zpět na vidlici, při níž při prvním měření fungovala bezchybně, v tomto případě však přepojení nepomohlo.

Jako poslední pokus o oživení kamery jsem se rozhodl rozmontovat samotnou kameru a prozkoumat detail jejích součástí, což bylo znemožněno jedním šroubem, který byl od výrobce zabezpečen pomocí lepidla v závitu.

Dle pokynů vedoucího jsem se pokusil kontaktovat prodejce kamery i převodníků UTP -> SC konektor Allied Telesis AT-MC102XL, a to firmu KPZ electronics spol. s r.o. (www.ekpz.cz). V současnosti ovšem není možné se s výrobcem, jakkoliv spojit, a to z důvodů nefunkčnosti webových stránek, Facebookových stránek a žádné reakce na dotazy zasláné prostřednictvím e-mailu. Z těchto skutečností předpokládám, že daný prodejce ukončil svou podnikatelskou činnost. Komplikace proto nastávají v případě potřeby autorizovaného servisu kamery LILIN, protože na území České republiky se další takový servis nenachází. V tomto případě bude potřeba se obrátit na firmu HDS, a.s. na Slovensku (<http://www.hds.sk>), která je dle oficiálních stránek meritlilin.com nejlepší možností pro zákazníky z České republiky a Slovenska.

Závěrem tohoto nepříjemného zjištění bylo rozhodnuto, že bude v návrhu konstrukce pokračováno s daným typem kamery, avšak samotné měření rušení kamerou a testování její odolnosti bude provedeno na kameře jiné. Bohužel nebyla k dispozici kamera podobných parametrů, kterými disponuje kamera LILIN, rozhodl jsem se proto pro bezpečnostní kameru VIVOTEK FD8136B F3, s předpokladem, že během prováděných měření v daném prostředí se bude chovat obdobně, tj. na ověření vlivu a funkčnosti kamery v tomto prostředí bude dostačující alternativou. Vzhledem k povaze objevené závady se předpokládá její odstranění v nejbližším možném termínu.

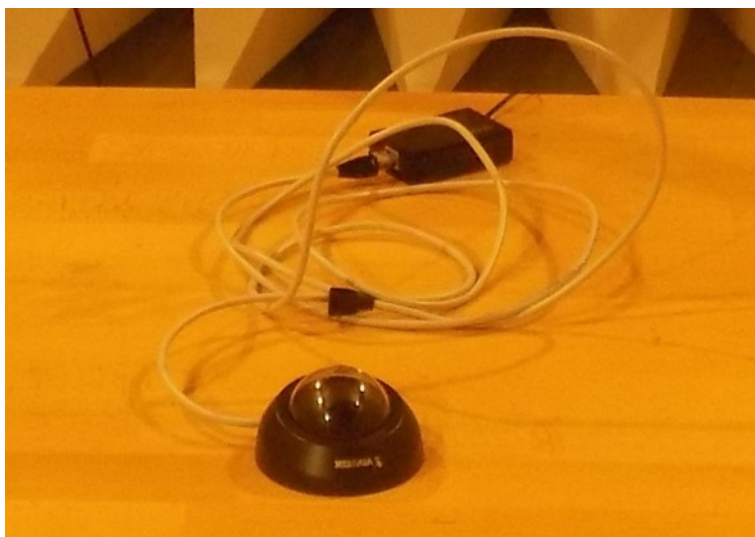
7 OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI IP KAMERY V BEZODRAZOVÉ KOMOŘE

Z výše popsaných důvodů nemohla být pro tato měření použita kamera LILIN, proto byla nahrazena kamerou VIVOTEK FD8136-F3, na které byla provedena všechna měření. Tato měření budou sloužit jako měření orientační, ze kterých můžeme odvodit vliv na kameru LILIN.

„Kamera VIVOTEK FD8136B F3 je vnitřní mini fixdome bezpečnostní IP kamera s HD rozlišením (1280 x 800 bodů při 30 sn./s.), snímací senzor 1/4" CMOS s progresivním skenováním, komprese videa H.264, MPEG4 a MJPEG, ohnisková vzdálenost objektivu $f = 3,6$ mm s úhlem záběru 61° , multistreaming, přístup pomocí mobilního telefonu, napájení PoE 802.3af, slot paměťových karet MicroSD /SDHC, ONVIF.“ [22]

Napájení kamery bylo zajištěno pomocí PoE injektoru od TP-Link, který byl napájen adaptérem přímo z elektrické sítě dostupné v komoře. Nastavení samotné kamery bylo provedeno pomocí software Vivotek Wizard 2. Nastavení pravidel záznamu na MicroSD kartu a správa kamery byla prováděna přes rozhraní ve webovém prohlížeči.

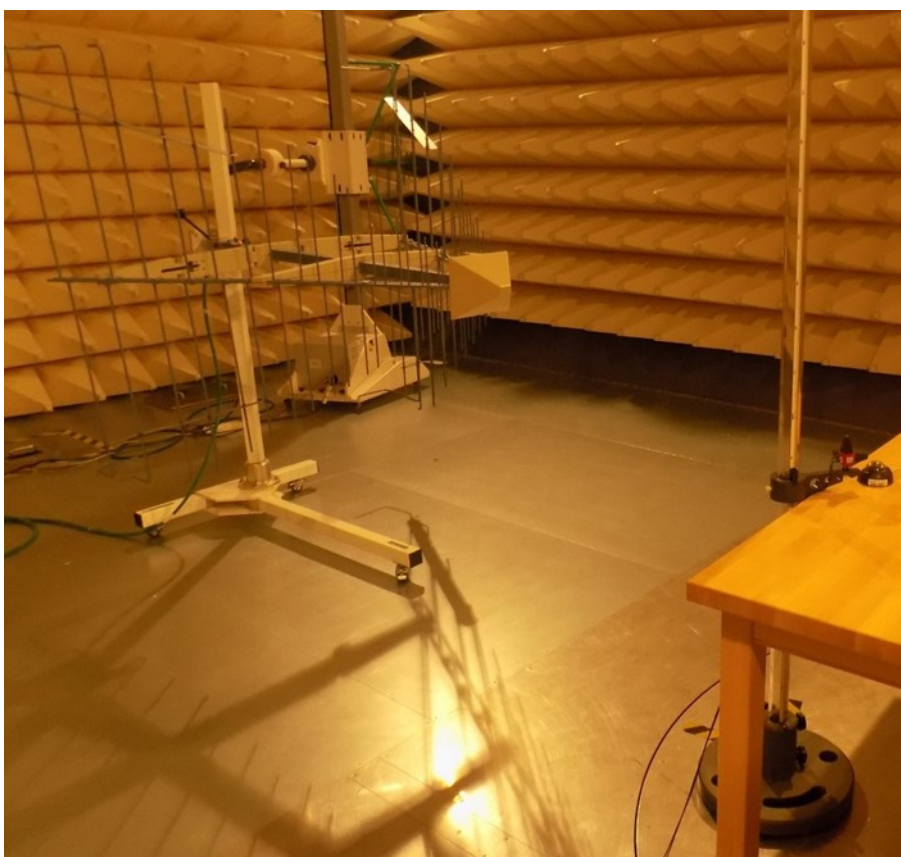
Prvním krokem bylo vložení kamery na stůl umístěný na otočném talíři v komoře a odzkoušení její funkčnosti. Dále byla kamera nastavena na záznam na MicroSD kartu v případě odpojení datového kabelu, tato funkce byla taktéž vyzkoušena.



Obr. 39: Zapojení kamery Vivotek v bezodrazové komoře

Pro ověření správné funkčnosti kamery v komoře byla kamera vystavena intenzitám elektromagnetického pole o hodnotách 10 a 50 V/m. Pro posouzení vlivu těchto intenzit pole na kameru sloužil záznam, který probíhal na MicroSD kartu. Výhodou tohoto záznamu je absence nutnosti připojení kamery do počítače v době měření. Tím bylo eliminované riziko dalšího rušení.

Pro testování odolnosti kamery Vivotek FD8136-F3 byla nastavena měřicí vzdálenost 3 m od měřeného zařízení. Použita byla logaritmicko-periodická anténa, a to jak v horizontální, tak i vertikální orientaci. Pro měření velikosti generovaného pole se využívá malé všesměrové přijímací antény (čidlo pole), pomocí které bylo možno kontrolovat homogenitu pole. Toto čidlo pole bylo umístěno v blízkosti měřené kamery (viz Obr. 40).

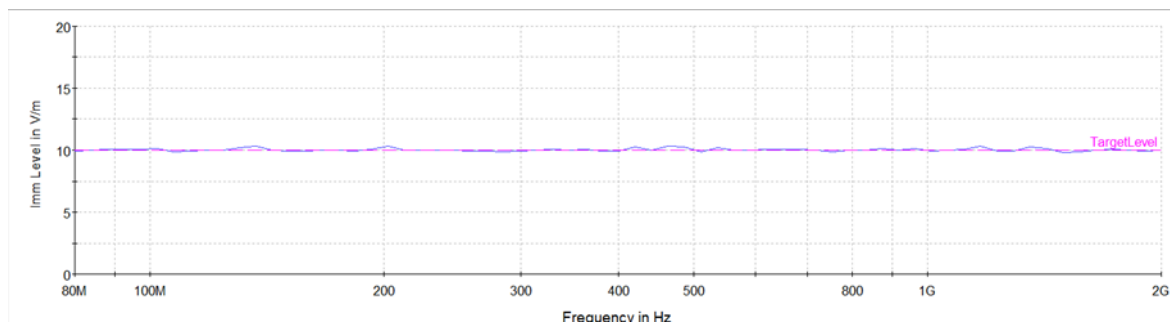


Obr. 40: Nastavení antén vůči měřenému zařízení

Nastavování úrovní vyzařovaných polí z antény probíhá na pracovišti, vně bezodrazové komory, pomocí programu EMC32. Dále se ručně nastavovala polarizace antény na horizontální a vertikální orientaci. Ve výsledku došlo ke čtyřem různým měřením, a to v intenzitách 10, 50 V/m při různých orientacích antény.

7.1.1 Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m horizontální polarizace antény

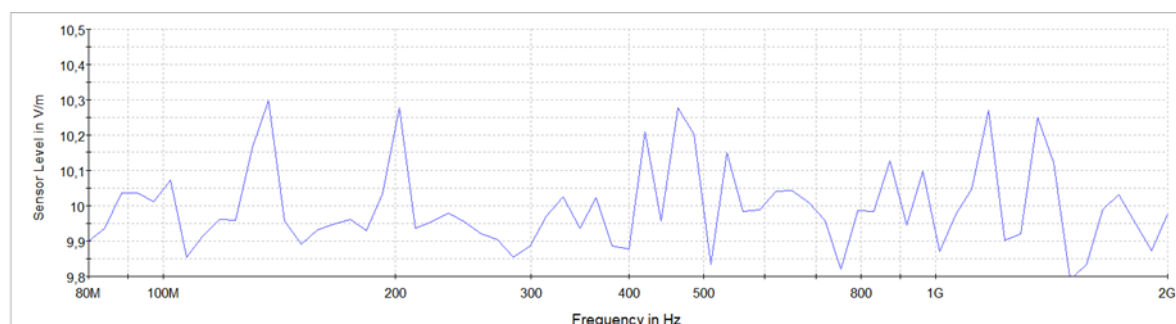
Byl odpojen datový kabel od kamery, čímž byl spuštěn záznam na paměťovou kartu. Pro první měření byla anténa nastavena na horizontální polarizaci. Dále došlo k uzavření dveří od bezodrazové komory a spuštění automatizovaného testu odolnosti při intenzitě vyzařovaného pole 10 V/m.



Obr. 41: Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m při dané frekvenci horizontální polarizace antény

Na tomto grafu (Obr. 41) vidíme úroveň intenzity elektrického pole vůči frekvenci, ovšem tato informace není příliš směrodatná, a to z důvodu nehomogenity pole v celé komoře. Pro určení úrovně intenzity pole v okolí měřeného zařízení slouží výstupní graf (viz Obr. 42) z všesměrové antény umístěné v jeho blízkosti, kde lze vidět, jak při různých frekvencích intenzita pole kolísá.

Po měření byl vyhodnocen výsledný obraz z paměťové karty, obraz byl po celém frekvenčním spektru nezkreslen a nedošlo ani k žádnému nežádoucímu jevu ve funkčnosti kamery.



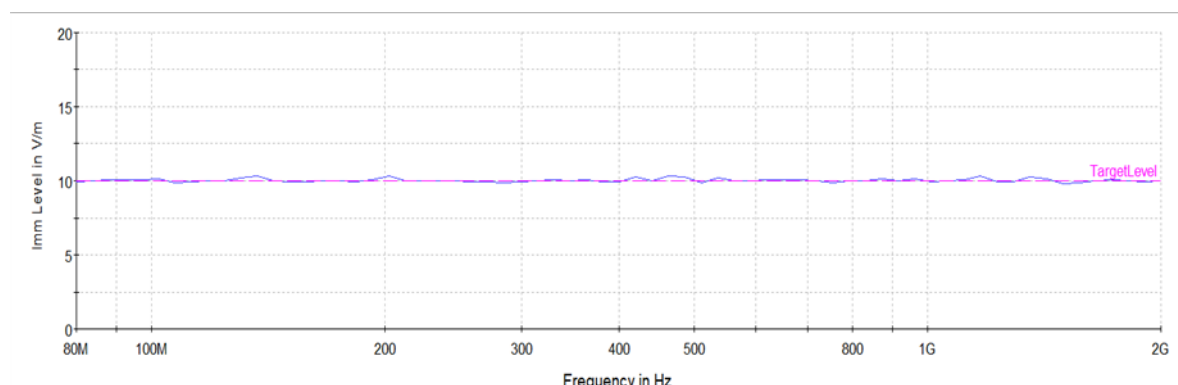
Obr. 42: Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m při dané frekvenci na všesměrové anténě horizontální polarizace antény



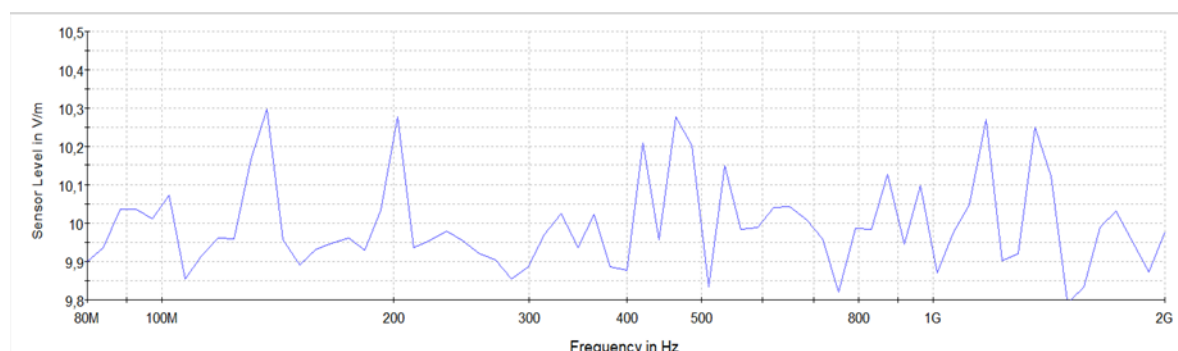
Obr. 43: Screenshot záznamu kamery při testu
odolnosti – horizontální polarizace antény

7.1.2 Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m vertikální polarizace antény

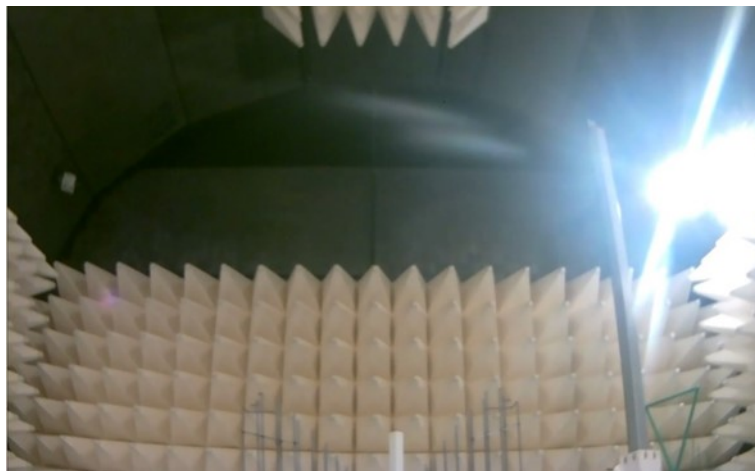
Při tomto testu byla manuálně přenastavena anténa na vertikální polarizaci a spuštěn automatizovaný test při stejné intenzitě jako v předchozím testu.



Obr. 44: Intenzita 10 V/m vyzařovaného pole při dané frekvenci vertikální polarizace antény



Obr. 45: Intenzita 10 V/m pole při dané frekvenci na všesměrové anténě vertikální polarizace antény



Obr. 46: Screenshot záznamu kamery při testu
odolnosti – vertikální polarizace antény

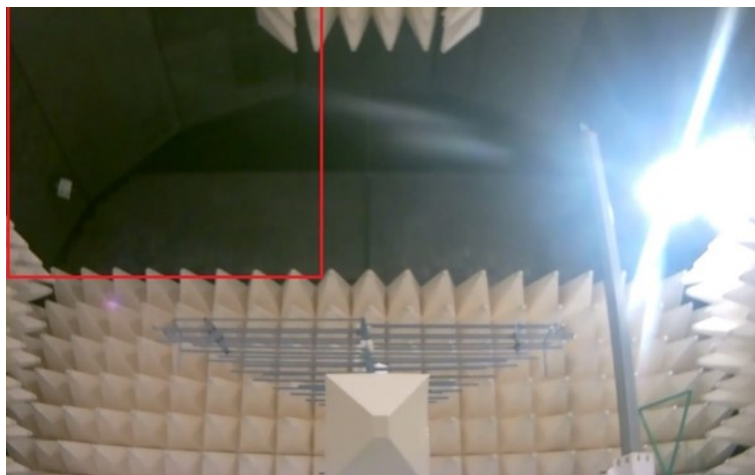
Při testování kamery s anténou s vertikální polarizací při 10 V/m jsem vyhodnotil výsledný obraz jako nezkreslený v celém frekvenčním rozsahu. Nedošlo k žádné poruše funkčnosti kamery. Jak lze vidět na předchozích grafech, změna polarizace antény neměla žádný faktický vliv na jeho průběh.

Jako hodnocení přípustného chování zařízení při testování jsem zvolil funkční kritéria. Dle těchto kritérií jsem testované zařízení umístil do skupiny A. Kamera pracovala nepřetržitě jak během zkoušky, tak po ní. Nebyla pozorována žádná zhoršená činnost nebo ztráta funkce kamery.

7.1.3 Intenzita vyzařovaného pole 50 V/m horizontální, vertikální polarizace antény

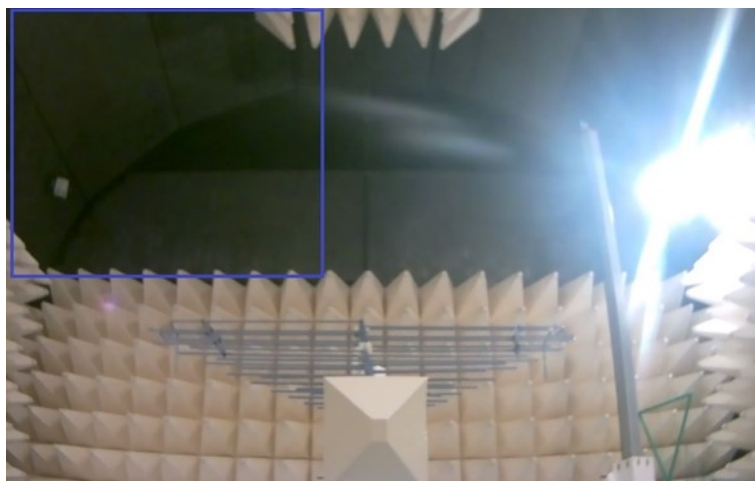
Z důvodu, že při intenzitě elektromagnetického pole 10 V/m nenastala žádná viditelná změna v obraze, ani ve funkčnosti zařízení, bylo přistoupeno k extrémní intenzitě 50 V/m. Jelikož pro tak vysoké intenzity není komora kalibrovaná a použitá kamera se pravděpodobně neseťká s větší intenzitou než 10 V/m, měření bylo provedeno jen pro ukázkovou demonstraci takto extrémních intenzit na výsledný obraz kamery.

Při této intenzitě pole s horizontální polarizací antény můžeme zaznamenat zhoršení kvality obrazu, a to hlavně v levé horní části. Ve vyznačeném červeném obdélníku při vyšších frekvencích začal vznikat šum, který jako by cestoval směrem dolů. Avšak byla to jediná zaznamenaná chyba při tak vysoké intenzitě, která nikterak neohrozila funkčnost celého zařízení.



Obr. 47: Screenshot záznamu kamery při testu odolnosti 50 V/m horizontální polarizace antény

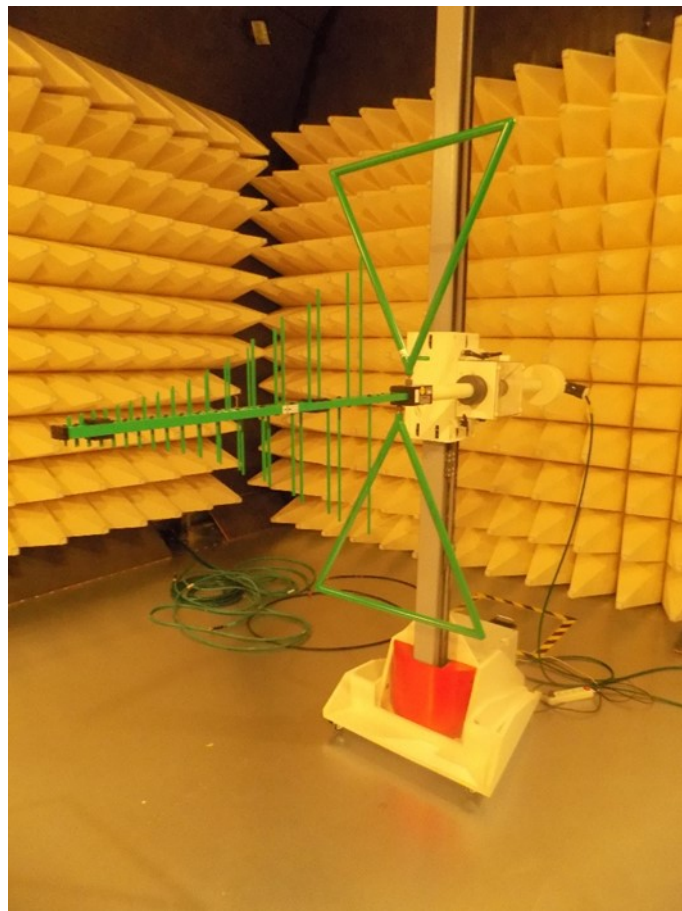
U nastavení vertikální polarizace antény se prakticky nic nezměnilo. V obraze docházelo k podobnému rušení v levém horním rohu, které bylo téměř nezaznamatelné.



Obr. 48: Screenshot záznamu kamery při testu odolnosti 50 V/m vertikální polarizace antény

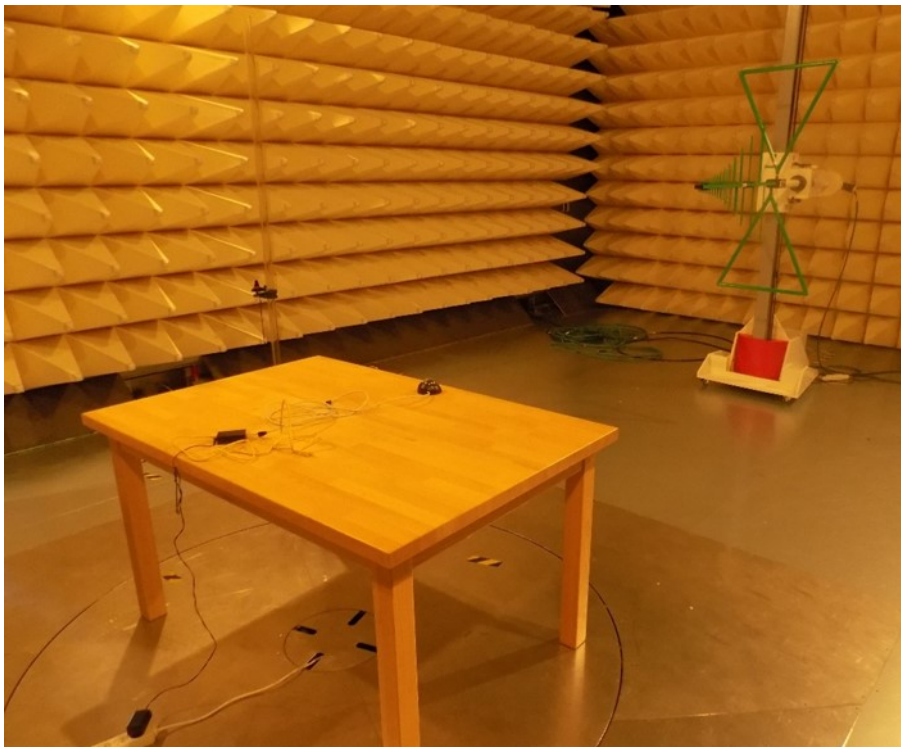
8 VLIV BEZPEČNOSTNÍ KAMERY NA PROBÍHAJÍCÍ MĚŘENÍ V KOMOŘE

K měření emisí kamery byla použita BiLog anténa CBL 6112 od firmy Teseq s měřicím rozsahem od 30 MHz do 2 GHz, která je vhodná pro měření emisí při intenzitách do 10 V/m. Tato anténa je kombinací bikonické a logaritmicko-periodické antény, kde se vlastnosti bikonické antény uplatňují při nízkých kmitočtech, a naopak při vysokých kmitočtech určuje anténní vlastnosti logaritmicko-periodická část.



Obr. 49: BiLog anténa v komoře

Před začátkem měření byla kamera opět umístěna na stůl na otočném podstavci a pomocí notebooku byla odzkoušena její funkčnost. Napájena byla opět pomocí PoE injektoru zapojeného do elektrické sítě 230 V/ 50 Hz dostupné přímo v komoře.

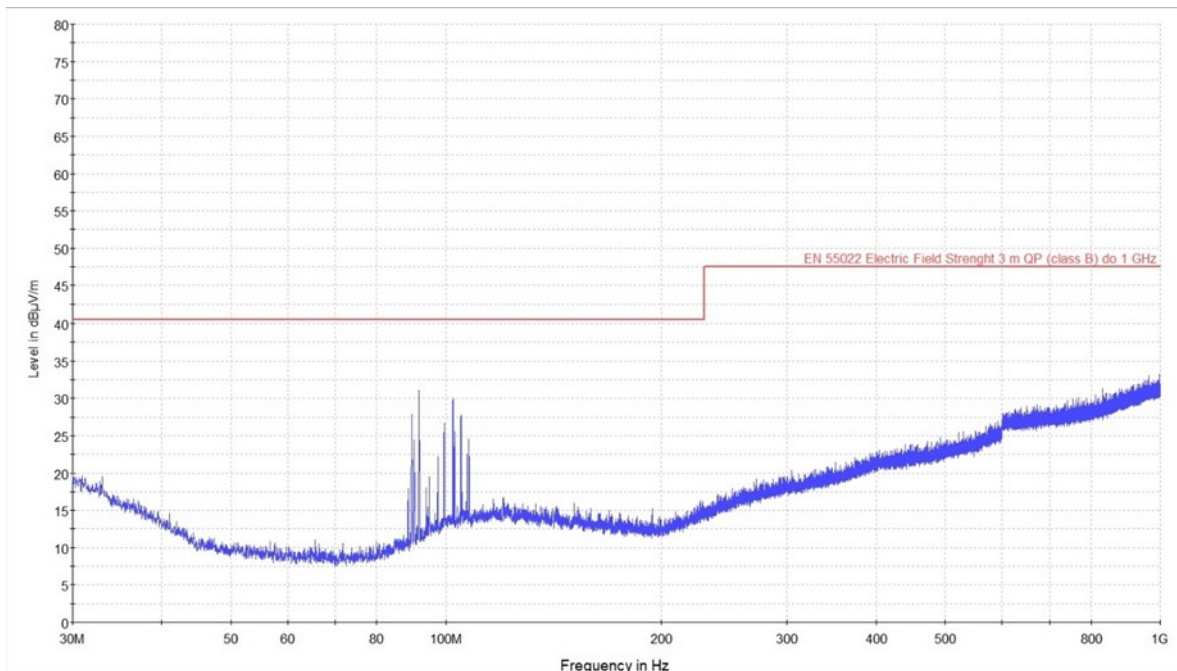


Obr. 50: Pohled na stůl s kamerou a BiLog anténu

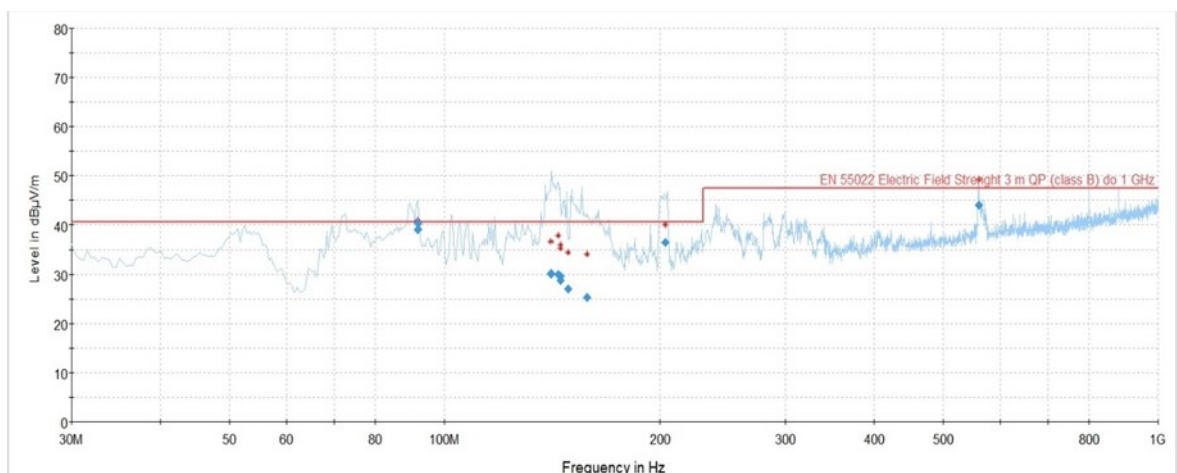
Měření vyzařování kamery VIVOTEK probíhalo automatizovaným testem pomocí programu EMC32. Měřicí vzdálenost byla nastavena na 3 m od měřeného zařízení. Při měření se automaticky měnily některé proměnné, a to:

- Výška antény od 100 cm do 400 cm, krok po 1 mm
- Horizontální i vertikální polarizace antény
- Otáčení rampy od -180° - $+180^\circ$, natáčecí krok je po $0,1^\circ$.

Jako první měření bylo provedeno měření prázdné komory, aby bylo možné výstupní hodnoty použít k porovnání měření s kamerou a bez ní. Na Obr. 52 lze vidět úroveň elektromagnetického pole v prázdné komoře, které splňuje normu ČSN EN 55022. Výkyvy v měření lze zaznamenat jen okolo frekvence 90 MHz, které je způsobeno protaženým ethernetovým kabelem do komory, který se chová jako anténa pro blízký vysílač zlínského rádia.



Obr. 51: Graf úrovně vyzařovaného pole v prázdné komoře



Obr. 52: Graf úrovně vyzařovaného pole v komoře s kamerou VIVOTEK

Kolem 90 MHz můžeme opět vidět rušení způsobené vysílačem zlínského rádia, další viditelná rušení jsou způsobena již přítomností kamery. Měření bylo nastaveno tak, že měřicí software procházel čtyřicet různých pozic, ze kterých bylo vyhodnoceno quasi-peakem deset vybraných kritických frekvencí. Tyto pozice jsou na grafu zobrazeny modrými kosočtverci.

Tab. 8: Intenzita elektromagnetického pole při kritických intenzitách

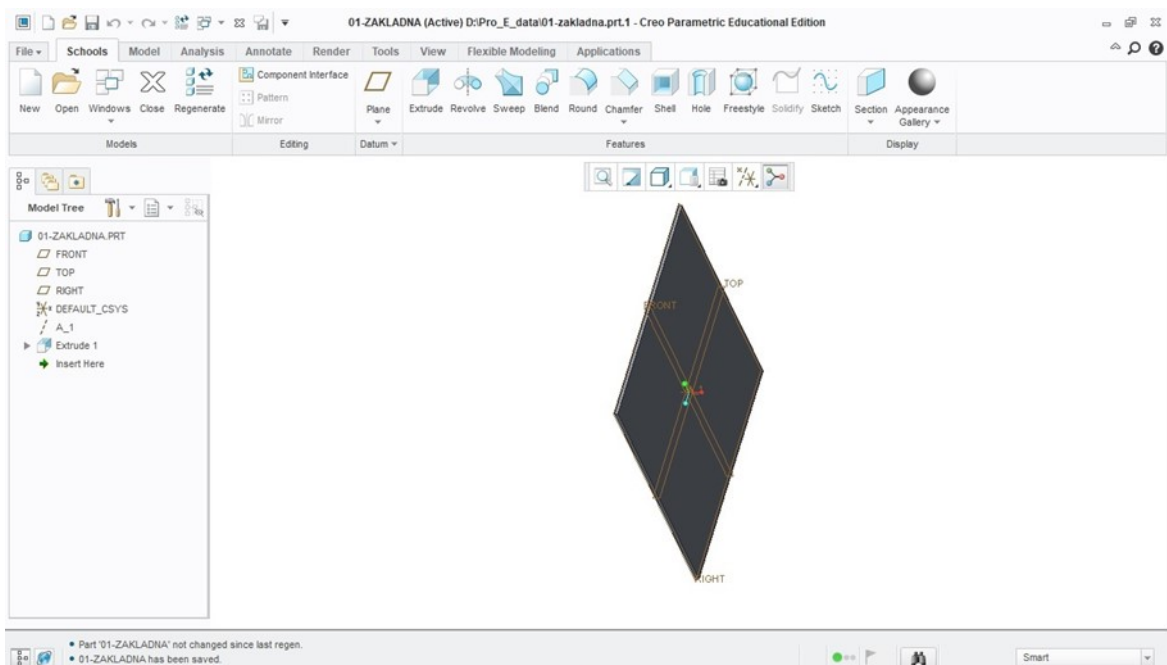
Frekvence [MHz]	Limita pro intenzitu elektromagnetického pole [dB μ V/m]	Naměřená intenzita elektromagnetického pole [dB μ V/m]	Rozdíl [dB μ V/m]
91.72	40.64	40.5	- 0.14
91.73	40.92	40.5	- 0.42
141.06	36.67	40.5	3.83
143.95	37.95	40.5	2.55
145.02	36.11	40.5	4.39
145.31	34.44	40.5	5.15
148.8	34.44	40.5	6.06
158.11	34.07	40.5	6.43
203.51	40.07	40.5	0.43
560.03	49.1	47.5	- 1.6

V tabulce Tab.8 lze vidět, že limita pro intenzitu elektromagnetického pole byla přesažena v případě třech kritických frekvencích. Jedná je o frekvence **91.72 a 91.73** MHz které odpovídají kmitočtům Zlínského rádia, při kterých limita v prázdné komoře přesažena nebyla. To bylo způsobeno také použitou kamerou, která se mohla chovat jako anténa, a tím zesilovat nebo vytvářet zpětné vazby a odrazy. Poslední přesažení limity bylo na frekvenci **560.03** MHz, které bylo už způsobeno samotnou kamerou.

Ani v případech, kde rušení nepřesahuje normativně danou limitu vyzařování, tak kamera nemůže být použita bez patřičného stínění. V tomto případě by se mohlo stát, že v kombinaci s jiným měřeným zařízením se bude navzájem ovlivňovat úroveň jejich vyzařování a limitu přesáhnout.

9 KOMPLETNÍ NÁVRH ZODOLNĚNÉ KONSTRUKCE

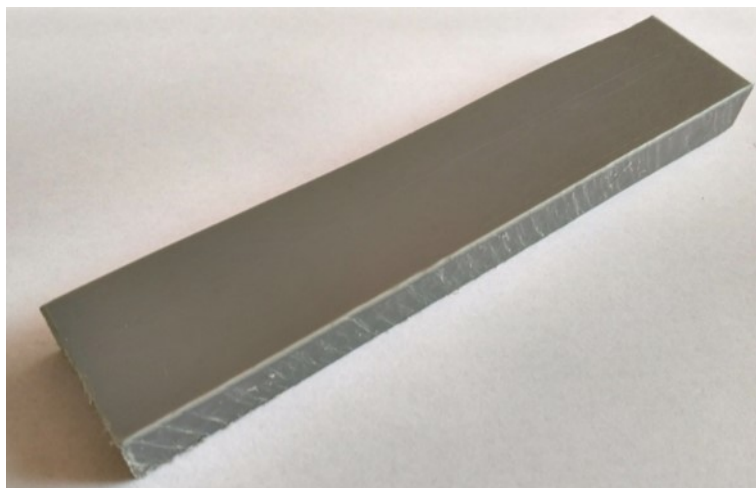
Tato kapitola pojednává o kompletním návrhu zodolněné konstrukce pro určený kamerový systém jak již bylo uvedeno v kapitole 8. Veškerý návrh probíhal v 3D CAD programu společnosti PTC Creo 3.0 v akademické edici, kterou společnost nabízí. Společnost dále nabízí technickou podporu pro studenty, na webu PTC je dostupná řada tutoriálů pro nejrůznější aplikace. Jediná podmínka získání akademické verze byla ve vyplnění pole navštěvované univerzity a zadání školního e-mailu. Prostředí PTC/Creo 3.0 (viz Obr. 53) je intuitivní a nabízí téměř nekonečné možnosti realizace nejrůznějších návrhů. Veškeré velikosti u návrhů jsou uvedené v mm.



Obr. 53: Prostředí PTC Creo 3.0 – Creo Parametrics

9.1 Návrh stojanu pro zodolněný kryt kamerového systému

Kamera použitá pro tento návrh je primárně určená k montáži na strop, ale jelikož je celá vnitřní část komory pokryta absorpčním materiálem a na většině místech i absorpčními jehlami, montáž na strop není vhodná. Jelikož zásah do integrity stěn není možný, je nutné pro kamerový systém navrhnout stojan, a to z materiálu vhodného z hlediska elektromagnetické kompatibility. Jako materiál tohoto stojanu byl zvolen polypropylen, což je jeden z nejběžnějších plastů a zároveň lze spojovat bez problémů jak svařováním, tak pomocí vybraných lepidel.



Obr. 54: Ukázka výrobního materiálu

Stojan je navrhnout, tak aby bylo možné měnit jeho výšku dle potřeb obsluhy komory. Výška stojanu je nastavitelná od 1,5 m do 2,5 m s délkou kroku po 10 cm. Nastavená výška je aretována pomocí plastového třmenu.



Obr. 55: Návrh stojanu 3D

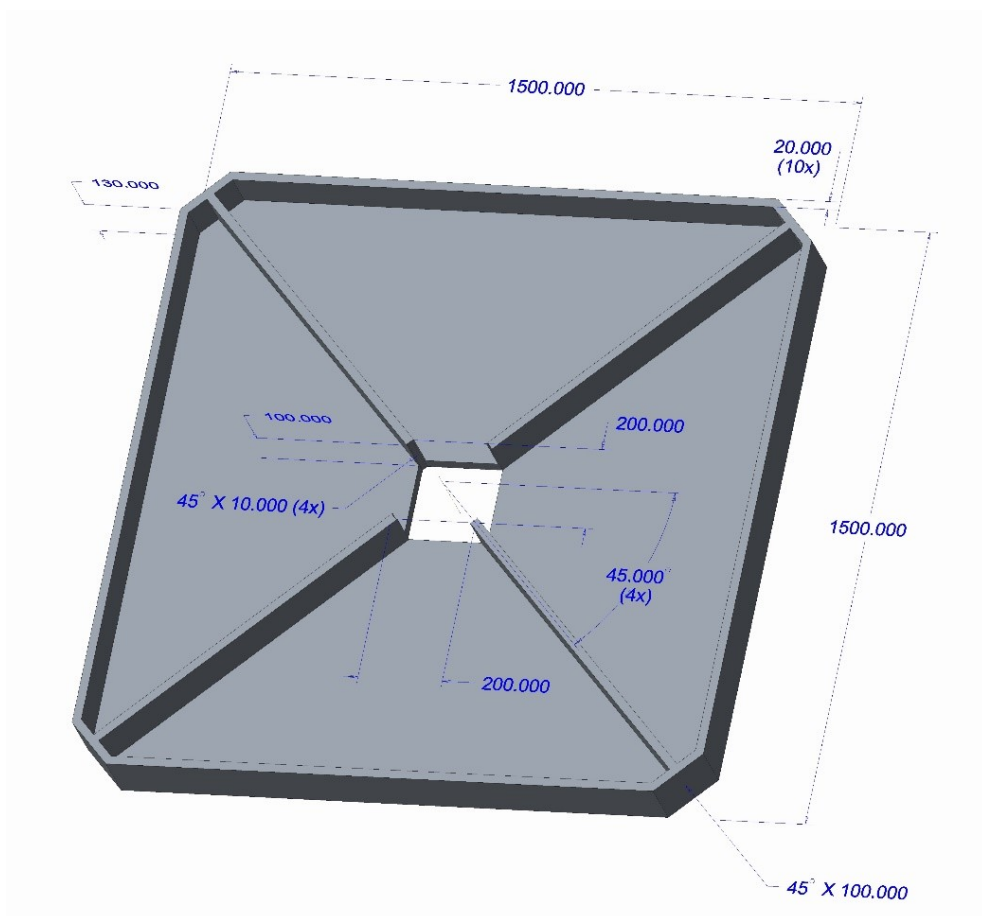
Konstrukce stojanu je složena z pěti částí, a to:

- základny
- spodního dílu stojanu
- vnitřního dílu stojanu
- horní upínací desky
- třmenu

Základna bude přivařena ke spodnímu dílu stojanu, který je do ní zapuštěn. Do spodního dílu stojanu bude následně vložen vnitřní díl, na který bude přivařena horní upínací deska. Výška stojanu bude nastavena pomocí třmenu, s tím že vytažením třmenu ven bude výška 1,5 m.

Základna

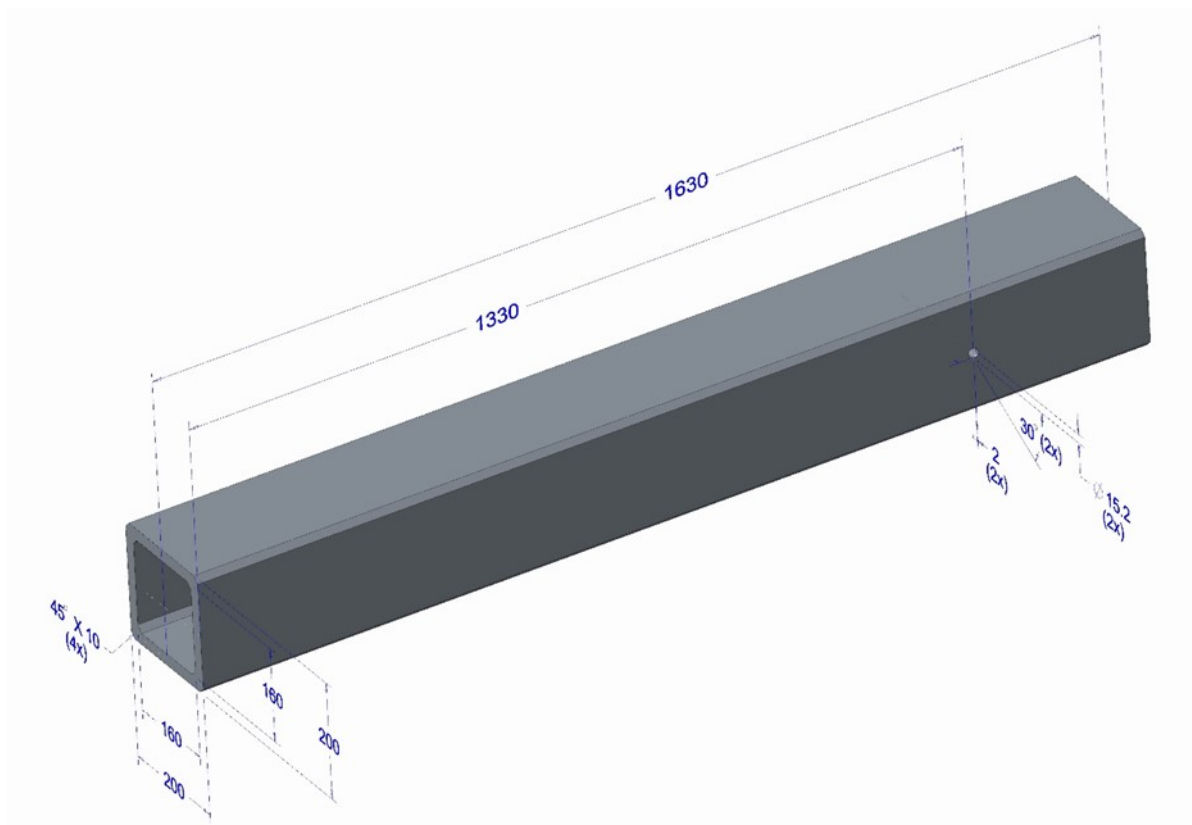
Jedná se o spodní díl stojanu, který byl pro požadovanou stabilitu a pevnost ztužen překřížením nosníků. Rozměry základny jsou 1500x1500 mm což je taktéž z důvodu požadované stability celku.



Obr. 56: Návrh stojanu - základna

Spodní díl stojanu

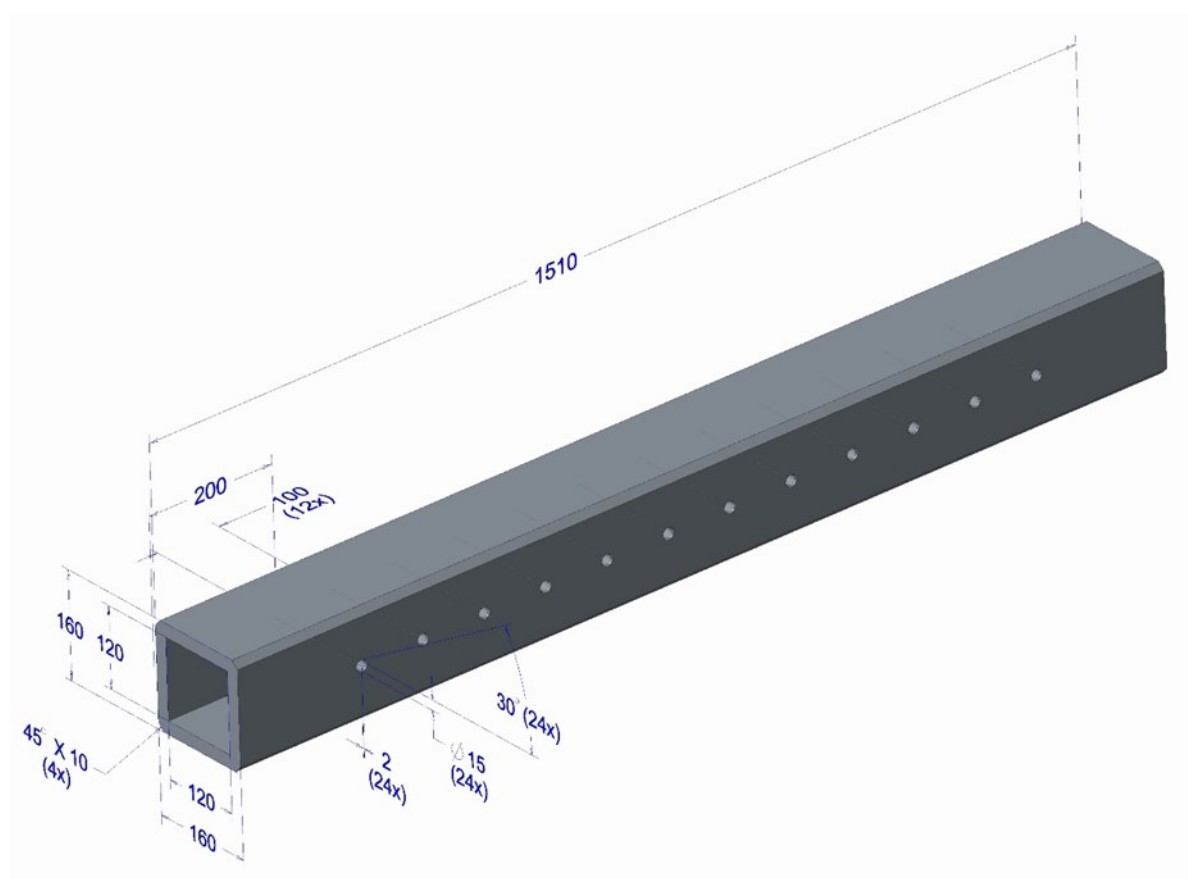
Spodní díl stojanu se skládá z jednoho kusu dutého kvádra. Ve výšce 1330 mm je umístěná díra o velikosti 15,2 mm, do které se bude vkládat třmen. Pro lepší úchop a manipulaci se stojanem byly zkoseny jeho hrany.



Obr. 57: Návrh stojanu – spodní díl

Vnitřní díl stojanu

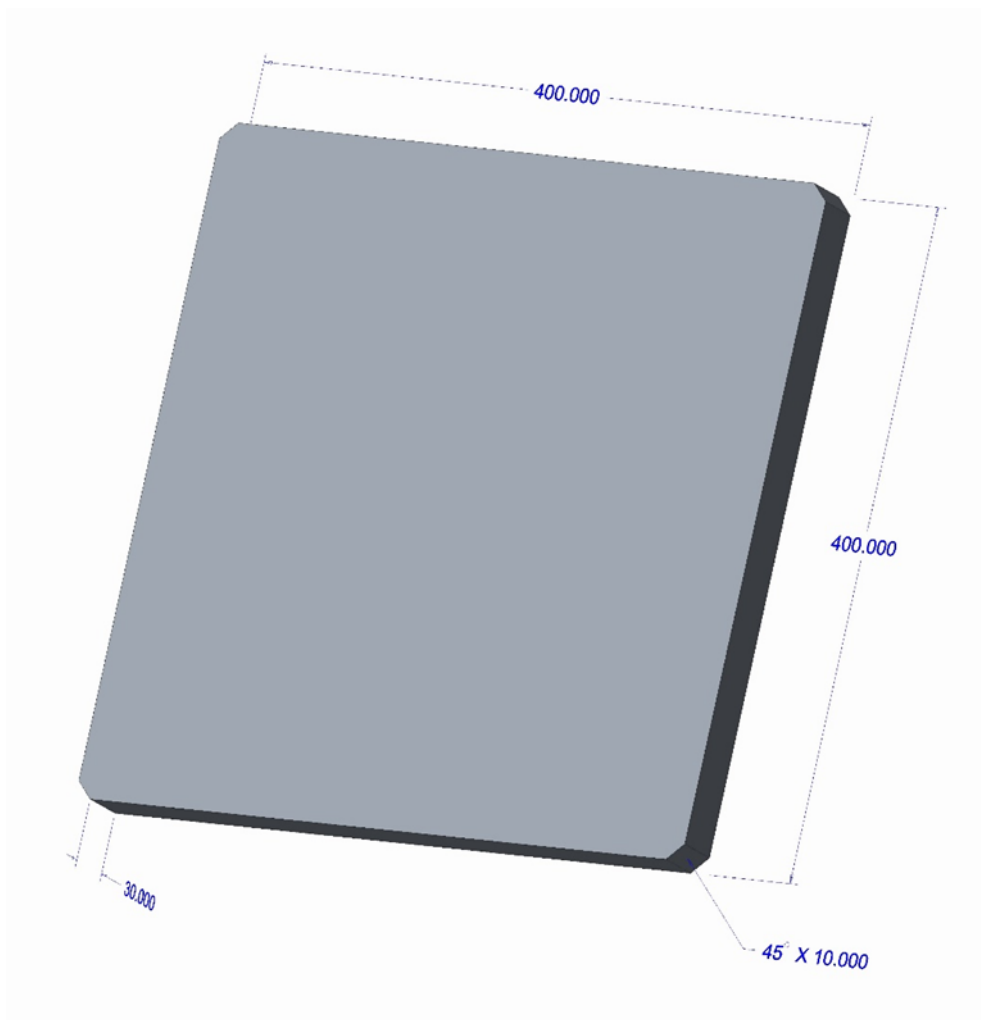
Vnitřní díl stojanu je stejného tvaru jako spodní díl, ale menších rozměrů. Je navrhnout pro zasunutí do spodního dílu, s tím že je mezi nimi malá tolerance pro snadný posun. Díl obsahuje dvanáct děr rozmístěných po 10 cm od sebe, sloužících pro změnu velikosti stojanu.



Obr. 58: Návrh stojanu – vnitřní díl

Upínací deska

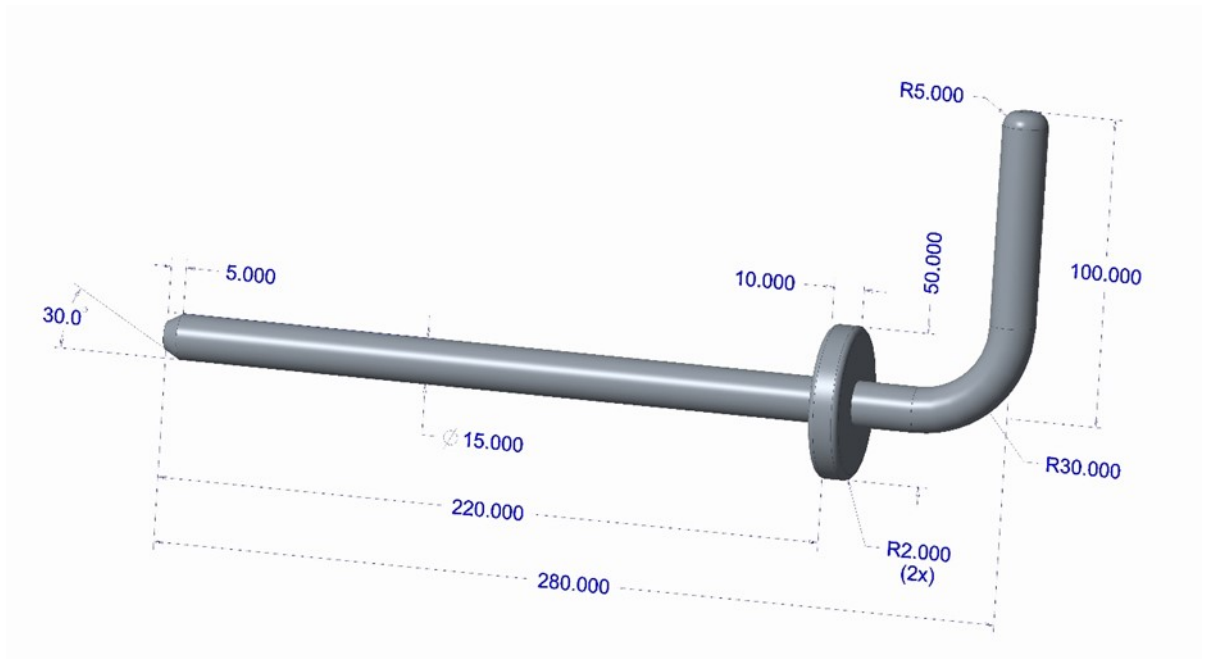
Jedná se o vrchní díl stojanu, na který bude připevněn zodolněný kryt pro kameru. Kryt bude k tomuto dílu připevněn pomocí speciálního lepidla kov – plast. Velikost tohoto dílu byla zvolena z hlediska velikosti kamery, a to 400x400 mm.



Obr. 59: Návrhu stojanu – upínací deska

Třmen

Tento díl slouží k aretaci nastavené výšky stojanu. Délka třmenu byla zvolena tak, aby přečníval na druhé straně stojanu o několik centimetrů. Třmen také obsahuje dorážku, která je zvolena tak, aby bylo možné zasunout ruku mezi stojan a úchytku, což zjednoduší celkové zajišťování a odjišťování stojanu. Jako poslední bylo provedeno zkosení konce třmenu pro snadnější vsunutí do otvoru stojanu.

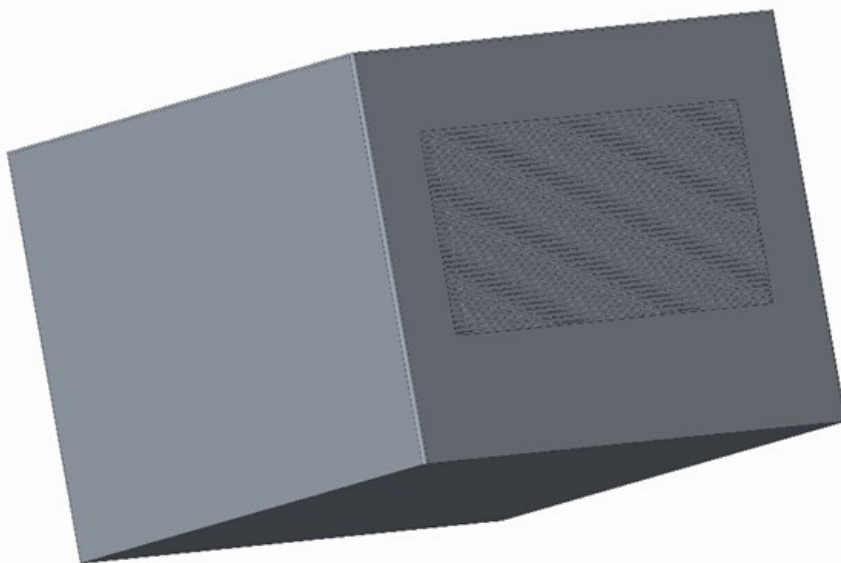


Obr. 60: Návrh stojanu – třmen

9.2 Návrh krytu kamerového systému

Pro umístění kamery do prostor bezodrazové komory ji musíme umístit do krytu zodolněnému proti elektromagnetickým polím. Kamera by po umístění do krytu neměla nijak negativně ovlivňovat probíhající měření v komoře, a zároveň by neměla být nijak negativně ovlivněna její funkčnost. Kryt byl navrhnout s ohledem na rozměry kamery, které jsou uvedeny v parametrech kamery (Tab. 5.). Kamera byla ručně přeměřena a kryt byl zvolen větší, a to z důvodu chlazení kamery a možnosti umístění media konvertoru. Jako materiál krytu byl zvolen nerezový plech o tloušťce 2 mm, což je vhodná tloušťka plechu pro tak velkou konstrukci bez toho, aby se plech vlnil. Návrh byl také proveden v programu PTC/Creo 3.0 viz Obr. 53). Zodolněný kryt bude následně připevněn na výše navržený stojan pomocí vhodného lepidla kov – plast.

Návrh je koncipován s otvorem pro výhled, umístěným na přední stěně krytu, reálně může být tento otvor umístěn i na stěnách bočních, čímž naplno využijeme potenciál PTZ kamery.



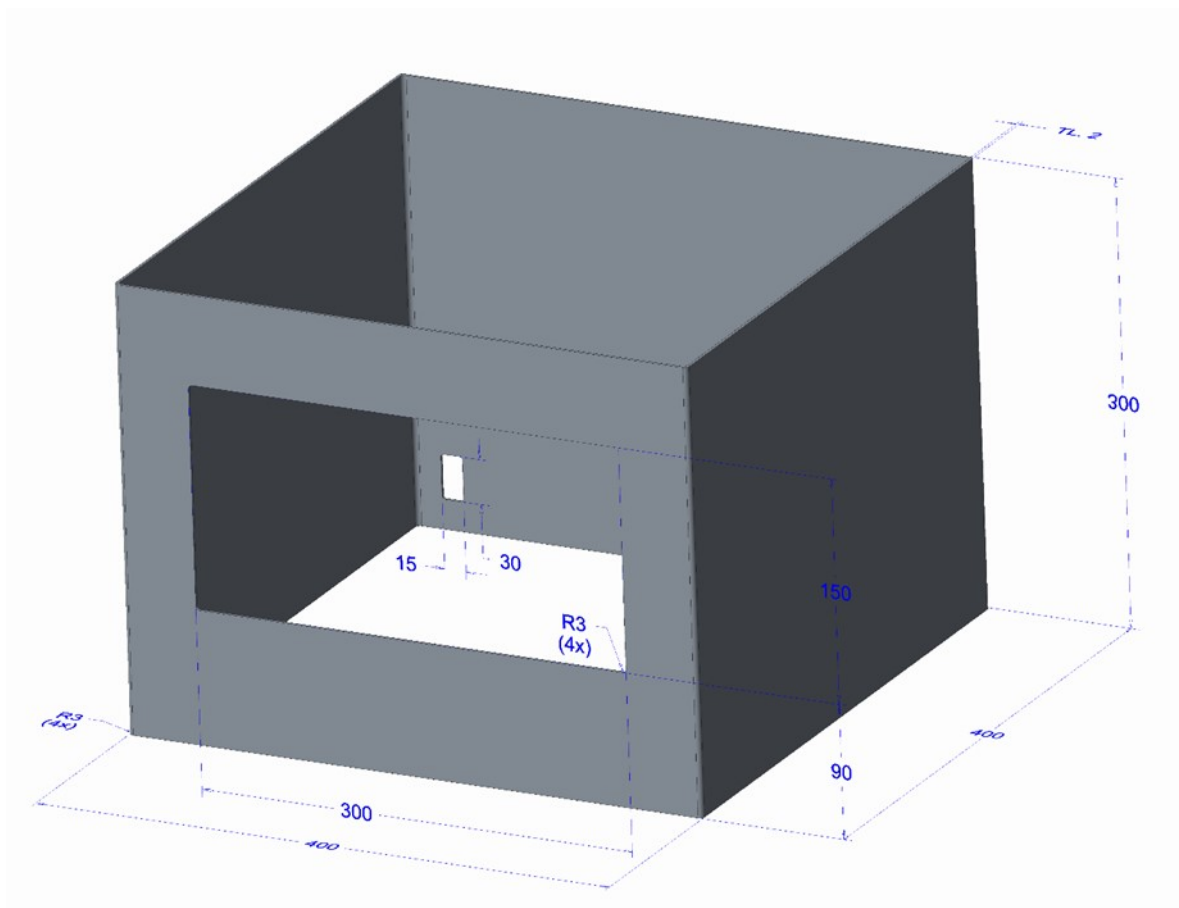
Obr. 61: Návrh krytu 3D

Zodolněný kryt se skládá ze čtyře do sebe zapadajících částí, které k sobě budou pevně přidělána, krom víka, které bude otevírací.

- Plášť krytu
- Průzor krytu
- Dno krytu
- Víko krytu

Plášť krytu kamery

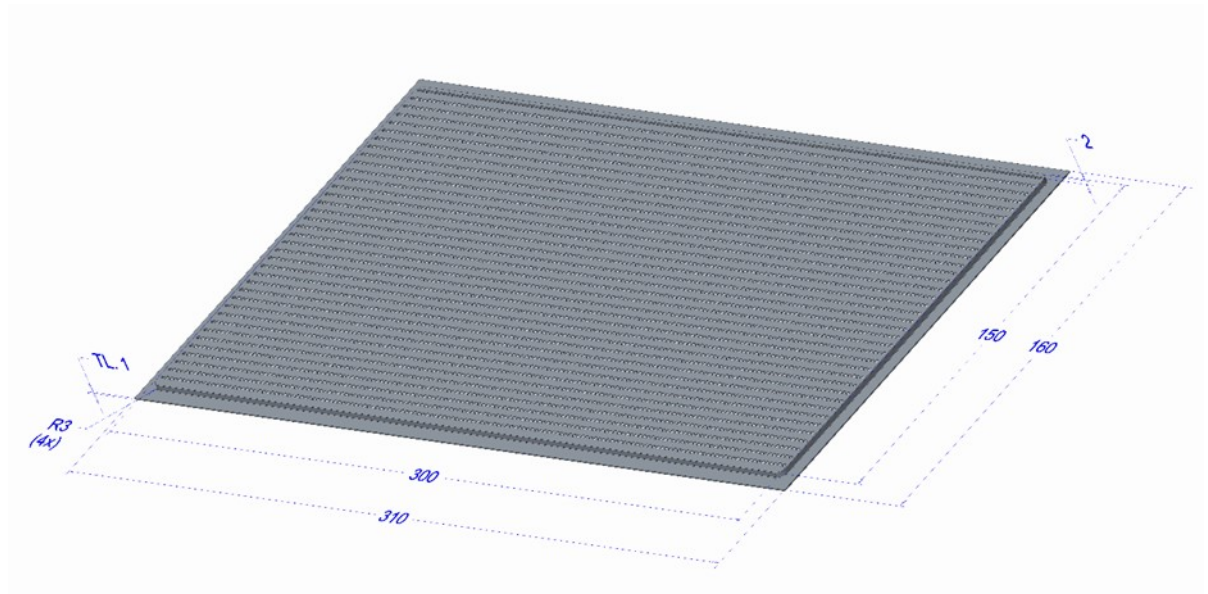
Plášť krytu je hlavní částí stínícího krytu. Tvoří ji jeden otvor na zadní stěně velikosti 30 x 15 mm, který slouží pro vývod kabeláže. Svislý tvar otvoru byl zvolen s ohledem na pravidla elektromagnetické kompatibility popsané v kapitole 1.6.



Obr. 62: Návrh pláště krytu kamery 3D

Mřížka

Mřížka je zapuštěna do přední stěny pláště krytu. Vložena bude z vnitřní strany pláště, s tím že bude svařena na několika bodech. Rozměry mřížky byly zvoleny, tak aby bylo dosaženo požadovaného rozhledu.



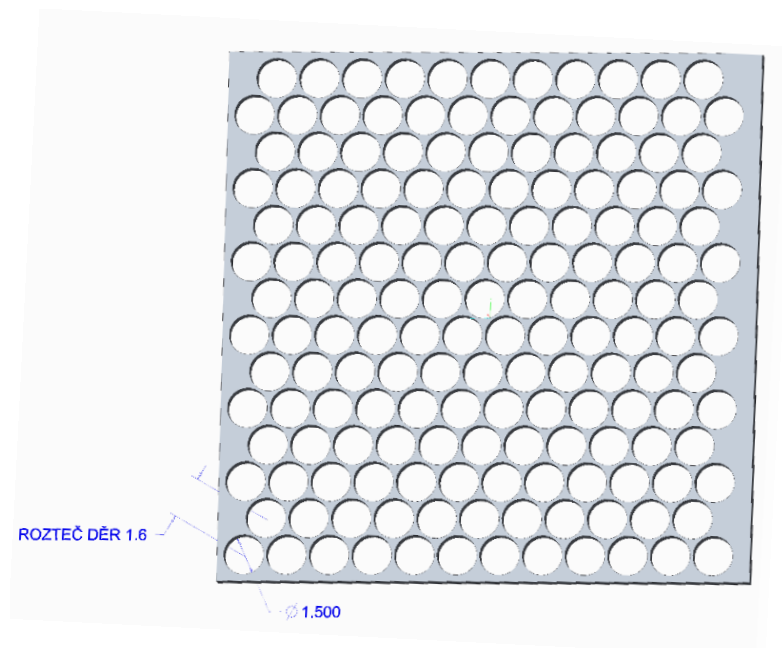
Obr. 63: Průzor krytu kamery

Velikost jednotlivých děr byla navrhnutá na základě frekvencí, které jsou v komoře používány, a to 26 MHz do 18 GHz, což odpovídá vlnovým délkám 11.53 m až 16.66 mm. Velikost děr je 1,5 mm s mezerami 1 mm což je vzhledem k vlnovým délkám dostatečné.

Dle vzorce: $\lambda = c / f$

- λ – vlnová délka
- c – rychlost světla (300 000 km/s)
- f – frekvence

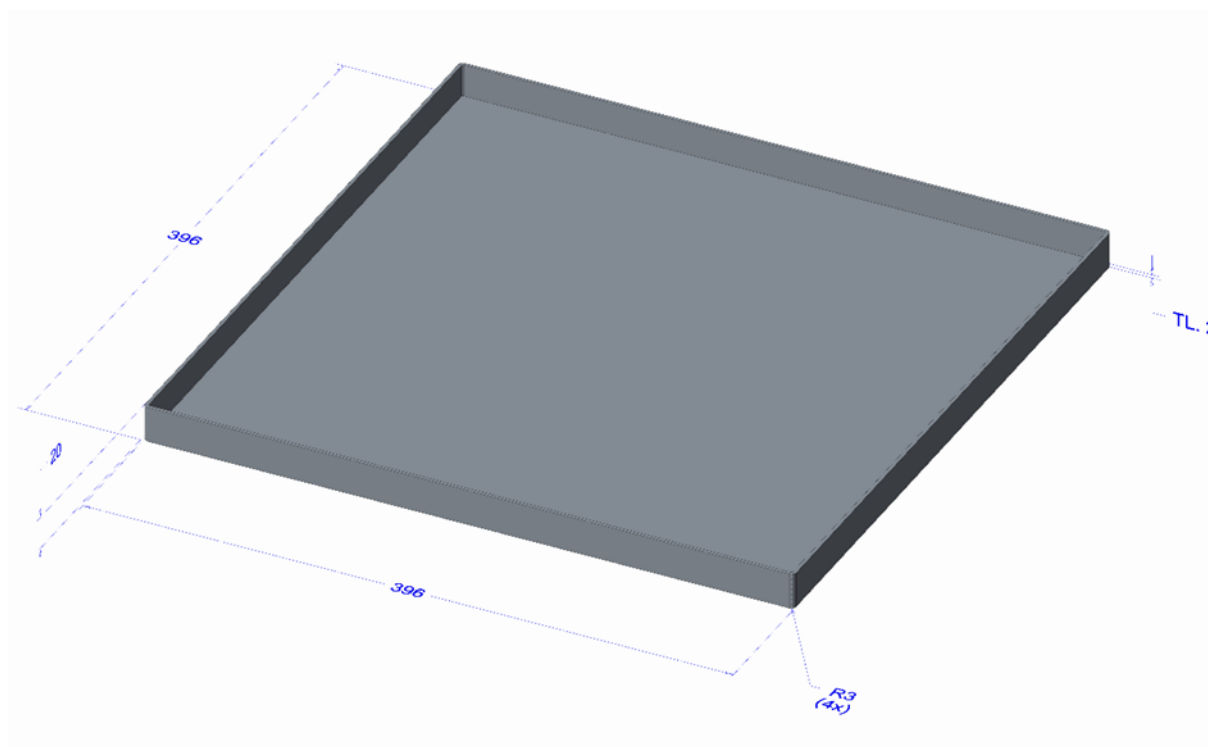
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300000000}{26000000} = 11,53 \text{ m}$$



Obr. 64: Detail rastru mřížky

Dno krytu

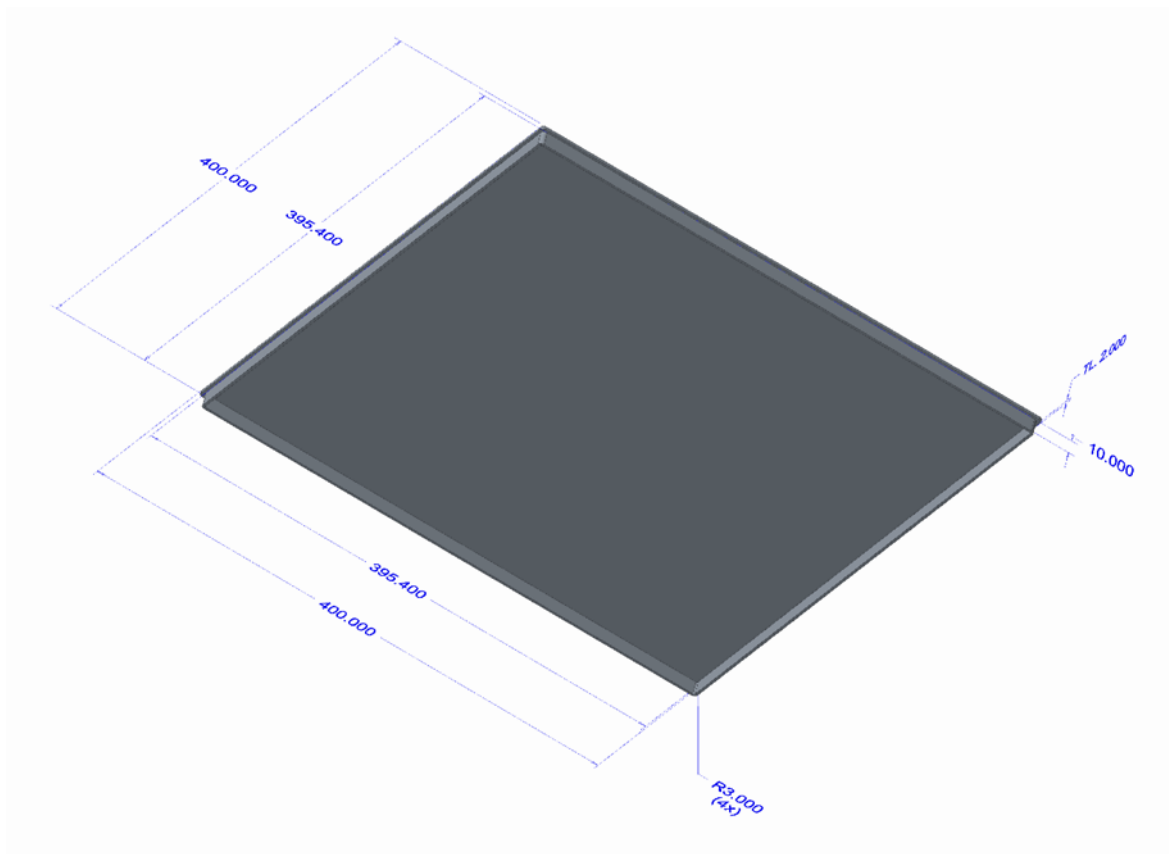
Velikost dna krytu je dimenzováno tak, aby mohlo být vlisováno do pláště krytu kamery.



Obr. 65: Návrh dna krytu 3D

Víko krytu

Víko krytu je nasazovací, ale na rozdíl od dna krytu je počítáno s malou tolerancí mezi víkem a pláštěm krytu. Díky této toleranci bude možno bez větších obtíží s víkem dle potřeby manipulovat.



Obr. 66: Návrh víka krytu kamery 3D

9.3 Umístění stojanu v komoře

Hlavní podmínkou umístění stojanu je, aby konstrukce nestála ve směru vyzařování antény, a zároveň měla kamera dobrý výhled na stůl s měřeným zařízením (viz Obr. 20). Další podmínkou je dobrá dostupnost elektrického napájení v blízkosti stojanu, aby se netahala kabeláž na velké vzdálenosti. Neméně důležitá je blízkost penetračního panelu pro vedení datového signálu (viz Obr. 27).

Jako zdroj elektrického napájení přímo v bezdrazové komoře slouží zásuvky s napětím 230 V/50 Hz, které jsou situovány v podlaze pod poklopem. Jelikož napájení kamery je 24 V AC, bude v prostoru zdroje napětí umístěn malý průmyslový zdroj, který požadované napětí zprostředkuje. Délka přívodního kabelu by neměla být delší než 5 m.

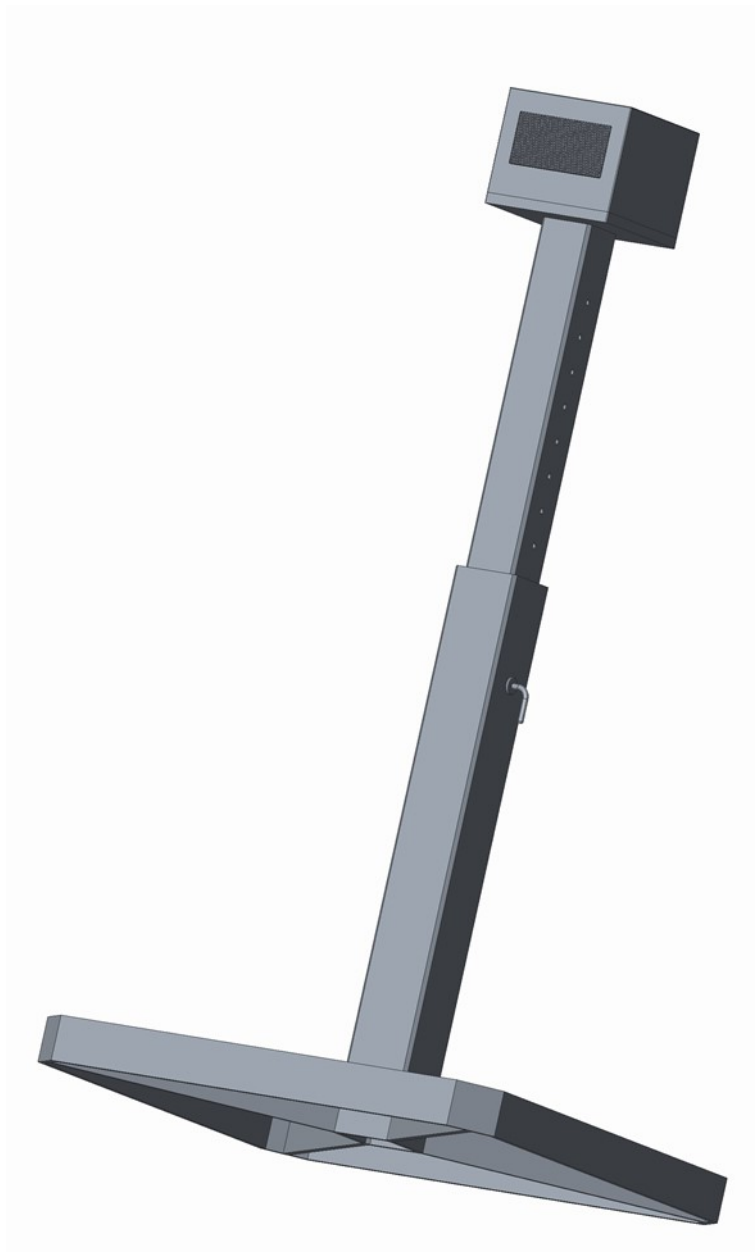


Obr. 67: Zdroj napájení umístěný pod podlahou

Výše jsou uvedeny jen základní požadavky pro umístění stojanu, ale pro skutečně nejlepší polohu se bude muset provést řada referenčních měření, které určí místo kde konstrukce nejméně ovlivňuje probíhající měření.

Náhled kompletní sestavy stojanu:

Zde je zobrazení kompletního návrhu z odolné konstrukce pro kamerový systém. Na náhledu můžeme vidět poměry velikostí jednotlivých dílů kompletu. Spodní část byla navržena větší v porovnání k ostatním částem konstrukce z důvodu dostatečné stability.



Obr. 68: Náhled kompletní sestavy stojanu

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo posoudit a ověřit funkčnost dodaného kamerového systému značky LILIN určeného pro monitorování v prostředí silných elektromagnetických (EM) polí, tj. v bezdrazové komoře Frankonia SAC-3 Plus S, která je součástí Vědeckotechnického parku ve Zlíně. Nutnost instalace kamerového systému spočívá v dosavadní nemožnosti sledování probíhajících měření ve vnitřních prostorech uvedené komory, při kterých může dojít k poškození měřených zařízení, a to z důvodu otáčení pracovního stolu, při kterém může dojít k překřížení kabeláže nebo pádu zařízení. Dále na základě vyhodnocení možného vlivu monitorovacího systému na měření v bezdrazové komoře navrhnout jeho zodolněnou konstrukci s ohledem na elektromagnetickou kompatibilitu. Předložená práce je koncipována na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část pojednává o obecné problematice elektromagnetické kompatibility a jejím základním členěním na elektromagnetickou susceptibilitu a elektromagnetickou interferenci. Nemalá část je také věnována možným zdrojům rušení a jejich projevům. Dále se zaměřuje na problematiku elektromagnetického stínění a jeho využití při návrhu zodolněných konstrukcí pro elektronická zařízení. Závěr této části práce je zaměřen na samotnou konstrukci bezdrazové komory a teorii kamerových systémů, jejich základního dělení a popsání jednotlivých částí kamery spolu s teorií komprese.

Praktická část práce se vzhledem k tomu, že se jednalo o zcela nový a nepoužitý kamerový systém zabývá jeho prvotním nastavením a ověřením funkčnosti, tj. po hardwarové i softwarové stránce. Následně byl podroben sérii měření na jeho vyzařování a testování jeho odolnosti v prostředí silných elektromagnetických polí za účelem zhodnocení jeho případného použití v bezdrazové komoře. Podstatná část práce je pak zaměřena na samotný návrh zodolněné konstrukce pro tento monitorovací systém, a to s ohledem na kladené požadavky obsluhy bezdrazové komory i podmínek kladených po stránce EMC.

Poskytnutá bezpečnostní kamera LILIN IPS5184S dle mého názoru splňuje všechny hardwarové parametry kladené obsluhou zmíněného pracoviště, a to kvalitu obrazu a noční režim kamery, který je v komoře velmi důležitý z hlediska měření ve tmě. Za kvalitu pořizovaného obrazu v místnosti s minimem světla se zaručuje samotný výrobce. Musím však konstatovat, že při instalaci a nastavení kamery nastal problém s kompatibilitou dodaného softwaru CMX s operačním systémem Windows 10, který byl součástí notebooku. Tento problém byl vyře-

šen aktualizací na novější verzi ovládacího softwaru, tj. Lilin Navigator Software. Dále kamera vyžaduje specifické napájecí napětí 24 V AC, které není zcela běžně dostupné. Bylo tedy využito specializovaných laboratoří Fakulty aplikované informatiky ve Zlíně, které mají elektrické rozvody požadovaného napětí. Pro samotné účely testu v bezodrazové komoře, která obsahuje pouze elektrické napájení 240 V / 50 Hz byl zapůjčen laboratorní generátor střídavého napětí Diametral AC250K1D. Při opětovném ověření funkčnosti tohoto systému s uvedeným zdrojem došlo k neočekávané závadě, a to pravděpodobně napájecího zdroje kamery. Podrobnosti probíhajícího zjištění závady jsou popsány v kapitole 6.2. Po konzultaci s vedoucím diplomové práce bylo rozhodnuto, že bude v návrhu konstrukce pokračováno s daným typem kamery, avšak samotné měření rušení kamerou a testování její odolnosti bude provedeno na kameře jiné. Bohužel nebyla k dispozici kamera podobných parametrů, kterými disponuje kamera LILIN, rozhodl jsem se tedy pro bezpečnostní kameru VIVOTEK FD8136B F3 s předpokladem, že během prováděných měření v daném prostředí se bude chovat obdobně, tj. na ověření vlivu a funkčnosti kamery v tomto prostředí bude dostačující alternativou.

Jak již bylo uvedeno ověření elektromagnetické kompatibility probíhalo s referenční kamerou. Výhodou této kamery byla možnost záznamu přímo na MicroSD kartu. Z toho důvodu nebylo nutné v komoře použít notebook, který by pravděpodobně ovlivňoval průběh měření. K ovládní měření v komoře bylo využito měřicího software EMC32 a měřilo se pro intenzity pole 10 V/m a 50 V/m s horizontální a vertikální polarizací antény. Z výsledku je patrné, že kamera při intenzitách 10 V/m není nikterak negativně ovlivňována. Při intenzitách 50 V/m již bylo patrné zhoršení obrazu při vyšších frekvencích, ale jelikož komora není pro tak vysoké intenzity dimenzována, nebude těmto intenzitám v praxi nikdy vystavena. Předpokládá se, že kamera LILIN, která bude do komory instalována, bude proti elektromagnetickým polím ještě odolnější. Za tohoto předpokladu mohu říci, že návrh krytu jen z hlediska odolnosti kamery by neměl smysl, rozhodujícím vlivem bude proto vliv kamery na probíhající měření v komoře.

Při měření emisí kamery můžeme vidět, že kamera způsobuje v komoře značné rušení na několika frekvencích a při měření spolu s jiným zařízením by pravděpodobně toto rušení bylo ještě vyšší. Měření probíhalo na fixní dome bezpečnostní kameře VIVOTEK, která je napájena pouze přes PoE, proto lze předpokládat, že kamera LILIN, která disponuje mnohem

větším zdrojem napájení, bude i větším zdrojem případného rušení. Z tohoto výsledku měření proto mohu konstatovat, že bezpečnostní kamera nemůže být v bezodrazové komoře použita bez příslušného stínícího krytu.

Z měření tedy vyplynula nutnost řešit návrh stínícího krytu na kamerový systém. Jako první byl navrhnut stojan, na kterém bude tento kryt umístěn. Stojan je vyroben z polypropylenu a složen z pěti částí, které jsou popsány v kapitole 9.1. V kapitole 9.2 je zobrazen kompletní návrh krytu kamery. Návrh, krytu a kamery je zobrazen v 3D náhledu. Stojan i kryt je rozebrán na jednotlivé součásti, ze kterých je sestaven. Tyto součásti jsou opatřené kótami, na základě kterých lze tyto návrhy zadat do výroby.

Přínos téhle práce spočívá v dokázání nutnosti použití stínícího krytu pro kamerový systém a zpracování možného řešení. Dle tohoto návrhu lze dané součástky zadat do výroby a zkompletovat. Návrh tohoto řešení z odolnění kamery by ve srovnání s kamerou, kterou nabízí společnost Frankonia pro bezodrazové komory stál jen zlomek ceny.

Z důvodu uvedené závady na kameře LILIN IPS5184S nebyl tento návrh konstrukce realizován. Jeho výroba proběhne až po opravě kamery. Tedy až bude zcela jasné, že kamera zůstává stejného typu a rozměrů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SVACINA, Jiří. *Elektromagnetická kompatibilita: principy a poznámky*. Brno: Vysoké učení technické, 2001. Připojujeme se k Evropské unii. ISBN 80-214-1873-7.
- [2] PAUL, Clayton R. *Introduction to electromagnetic compatibility*. 2nd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. ISBN 9780471755005.
- [3] *Encyklopedie elektromagnetické kompatibility* [online]. Brno: VUT [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.radio.feec.vutbr.cz/emc>
- [4] Nařízení vlády č. 1/2008 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením ČESKO.
- [5] *EMC v technické praxi II: Rušivé signály, jejich zdroje a šíření*. Automa [online]. 2006, 2006(13), 9 [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/emc-v-technicke-praxi-ii-rusive-signaly-jejich-zdroje-a-sireni-2006_03_30991_751/
- [6] ČSN EN 61000-4-2 ED. 2. *Elektromagnetická kompatibilita (EMC): Zkušební a měřicí technika-Elektrostatický výboj-Zkouška odolnosti*. 2. Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [7] CLAYTON, Ronald. *Introduction to electromagnetic compatibility*. 2. vydání. Hoboken : Wiley-Interscience, 2006. 983 stran. ISBN 9780471755005.
- [8] LONG, Ben a Sonja SCHENK. *Velká kniha digitálního videa*. Brno: CP Books, 2005. Video & DVD. ISBN 80-251-0580-6.
- [9] *K ČEMU JE DOBRÁ SLUNEČNÍ CLONA*. Wwww.fotoaparát.cz [online]. Praha 6: FOTOAPARÁT.CZ, 2001 [cit. 2017-03-31]. Dostupné z: <https://www.fotoaparát.cz/clanek/85/k-cemu-je-dobra-slunecni-clona-2203/>
- [10] *CCD vs. CMOS. Teledyne dalsa* [online]. [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://www.teledynedalsa.com/imaging/knowledge-center/appnotes/ccd-vs-cmos/>
- [11] *Pixim - Digital Pixel System (DPS)*. Basesystem [online]. 2007 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.basesystem.cz/pixim-digital-pixel-system-dps>
- [12] LAŽOVÁ, Michaela. *Moderní metody využití integrovaných bezpečnostních systémů v ochraně průmyslových objektů*. Zlín, 2013. Diplomová. UTB. Vedoucí práce JuDr. Vladimír Laucký.
- [13] Nevíte si rady s výběrem kamerového systému? Popis a základy IP kamer a jejich připojení. Internetový obchod NEJCENY.cz [online]. © 2004-2013 [cit.

- 2017-03-25]. Dostupné z: <http://www.nej-ceny.cz/clanky/nevite-si-rady-svyberem/nevite-si-rady-s-vyberem-kameroveho-systemu--popis-a-zaklady-ipkamer-a-jejich-pripojeni>
- [14] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [15] HORÁK, Martin. *IP kamery a jejich využití v průmyslu komerční bezpečnosti*. Zlín, 2007. Bakalářská. UTB.
- [16] *Kamerové systémy CCTV. Kamery zabezpečení* [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.alarmy-zabezpeceni-plzen.cz/s8-kamerove-systemy.html>
- [17] VOSECKÝ, Michal. *Antény používané pro testování elektromagnetické kompatibility*. Plzeň, 2013. Bakalářská.
- [18] Přístroje pro měření elektromagnetické kompatibility. Fakulta aplikované informatiky [online]. Zlín: UTB, 2016 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.utb.cz/fai/struktura/pristroje-pro-mereni-elektromagneticke-kompatibility>
- [19] Anechoic Chambers / RF-Shielded Rooms. Frankonia [online]. , 27 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: http://www.frankoniagroup.com/cms/fileadmin/shared/downloads/rooms%26chambers/Anechoic_Chambers.pdf
- [20] Rohde Schwarz [online]. USA: Rohde & Schwarz USA [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: https://www.rohde-schwarz.com/us/product/env216-productstartpage_63493-9775.html
- [21] Media Converters | Product Information. Allied telesis [online]. AT [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://www.alliedtelesis.com/sites/default/files/mc100_series_reva.pdf
- [22] VIVOTEK FD8136B F3. IP secure [online]. web: ipsecure, 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.ipsecure.cz/vnitri-ip-kamery-vivotek-fixdome-mini-dome/vivotek-fd8136b-f3/>
- [23] *Účinky elektromagnetického pole na lidský organismus*. Tzb-info [online]. 2015 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/13319-ucinky-elektromagnetickeho-pole-na-lidsky-organismus>

- [24] SENGUPTA, Dipak L. a Valdis V. LIEPA. *Applied electromagnetics and electromagnetic compatibility*. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2006. ISBN 9780471165491.
- [25] HORÁK, Martin. *IP kamery a jejich využití v průmyslu komerční bezpečnosti* [online]. Zlín, 2007 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/4399/hor%C3%A1k_2007_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. UTB.
- [26] ADÁMEK, Milan. *Kamerové systémy: Materiály k předmětu A9KAS*. Zlín, 2015.
- [27] EDER, RADEK. MODERNÍ KOMPRESNÍ FORMÁTY DIGITÁLNÍHO OBRAZU [online]. Brno, 2014 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=87656. Bakalářská. VUT.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EMI	Elektromagnetická interference
EMS	Elektromagnetická susceptibilita
FCC	Federální komunikační komise (normy pro USA)
EUT	Equipment Under Test
PoE	Power Over Ethernet
CCD	Charge-coupled device
CMOS	Complementary MOS
DC	Direct current
AC	Alternate current
HD	High-Definition
IP	Internet Protocol
IR	InfraRed
CISPR	Mezinárodní zvláštní výbor pro rádiové rušení
CEBIA	Centrum bezpečnostních, informačních a pokročilých technologií
LED	Light Emitting Diode
DPS	Digital Pixel Systém
VCR	Video Cassette Recorder
DVR	Digital Video Recorder
DVD	Digital Versatile Disc
SD	Secure Digital
CCTV	Closed circuit TV
RF	Radio Frequency
WiFi	Wireless Fidelity

VDSL	Very-high-data-rate Digital Subscriber line
VTP	Virtual Terminal Protocol
OATS	Open Area Test Site
LEMP	Lightning Electromagnetic Pulse
NEMP	Nuclear Electromagnetic Pulse
DSP	Digital Signal Processor
GSM	Global System for Mobile communications
NTFS	New Technology File System
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
CPU	Central Processing Unit
DRAM	Dynamic Random Access Memory
EZS	Elektrické zabezpečovací systémy
EUT	Equipment Under Test
CAD	Computer Aided Design

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Základní členění EMC [1]	11
Obr. 2: Definice úrovní a mezí vyzařování a odolnosti [1]	13
Obr. 3: Interferenční zdroje [1]	16
Obr. 4: Nepřerušené řady impulzů [1]	17
Obr. 5: Seskupení jednotlivých impulzů.....	18
Obr. 6: Nespojitě rušení-dvě mžikové poruchy v intervalu 2 s vzdálené o více než..	18
Obr. 7: Jedna impulzová porucha	18
Obr. 8: Dvě impulzové poruchy v odstupu menším než 200 ms [1]	19
Obr. 9: Více než dvě poruchy v intervalu 2 s [1].....	19
Obr. 10: Druhy elektromagnetických vazeb: a) galvanická, b) kapacitní, c) induktivní, d) vyzařováním [1]	22
Obr. 11: Mnohonásobné odrazy na vstup	26
Obr. 12: Hodnocení zásad pro konstrukci elektromagneticky stíněných krytů chybná konstrukce z hlediska EMC; b) zlepšená konstrukce k dosažení vyšší účinnosti stínění [1].....	29
Obr. 13: Třívrstvá absorpční stěna [1]	31
Obr. 14: Konstrukce pyramidálních absorbérů [1]	31
Obr. 15: Konstrukční provedení jehlanového absorpčního	32
Obr. 16: Blokové schéma analogové kamery [16]	41
Obr. 17: Blokové schéma IP kamery [14]	41
Obr. 18: Bezodrazová komora Frankonia SAC-3 Plus S [19]	47
Obr. 19: Vstupní dveře do komory	48
Obr. 20: Pracovní stůl v komoře na otočném talíři.....	49
Obr. 21: Měřicí přijímač ESU8 Rohde-Schwarz [20]	49
Obr. 22: Měřicí software EMC32	50
Obr. 23: Generátor SMA100A Rohde-Schwarz [20]	51
Obr. 24: Řídící počítač s generátorem,	52
Obr. 25: Kamera LILIN IPS5184S	54
Obr. 26: Media konvertor AT-MC102XL	57
Obr. 27: Penetrační poklop uvnitř komory	57
Obr. 28: Zásuvka na 24 V AC	58
Obr. 29: Vidlice pro zásuvku 24 V AC	59

Obr. 30: Zapojení kamery do sítě	59
Obr. 31: Zapojení kamery LILIN do notebooku, napájeno ze sítě	60
Obr. 32: Navigátor Control Center přihlášení	61
Obr. 33: Prostředí programu Navigator Control Center	61
Obr. 34: Device Manager.....	62
Obr. 35: Nastavení zobrazení kamer.....	63
Obr. 36: Diametral AC250K1D zdroj AC napětí	64
Obr. 37: Zobrazení napájení kamery pomocí zdroje Diametral	65
Obr. 38: Zapojení ampérmetru na přeměření odběru kamery	65
Obr. 39: Zapojení kamery Vivotek v bezodrazové komoře.....	67
Obr. 40: Nastavení antén vůči měřenému zařízení	68
Obr. 41: Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m při dané frekvenci horizontální	69
Obr. 42: Intenzita vyzařovaného pole 10 V/m při dané frekvenci na všesměrové anténě horizontální polarizace antény.....	69
Obr. 43: Screenshot záznamu kamery při testu	70
Obr. 44: Intenzita 10 V/m vyzařovaného pole při dané frekvenci vertikální polarizace antény	70
Obr. 45: Intenzita 10 V/m pole při dané frekvenci na všesměrové anténě vertikální polarizace antény	70
Obr. 46: Screenshot záznamu kamery při testu	71
Obr. 47: Screenshot záznamu kamery při testu	72
Obr. 48: Screenshot záznamu kamery při testu	72
Obr. 49: BiLog anténa v komoře	73
Obr. 50: Pohled na stůl s kamerou a BiLog anténu	74
Obr. 51: Graf úrovně vyzařovaného pole v prázdné komoře	75
Obr. 52: Graf úrovně vyzařovaného pole v komoře s kamerou VIVOTEK.....	75
Obr. 53: Prostředí PTC Creo 3.0 – Creo Parametrics	77
Obr. 54: Ukázka výrobního materiálu	78
Obr. 55: Návrh stojanu 3D.....	78
Obr. 56: Návrh stojanu - základna	79
Obr. 57: Návrh stojanu – spodní díl.....	80
Obr. 58: Návrh stojanu – vnitřní díl.....	81
Obr. 59: Návrhu stojanu – upínací deska.....	82

Obr. 60: Návrh stojanu – třmen	83
Obr. 61: Návrh krytu 3D.....	84
Obr. 62: Návrh pláště krytu kamery 3D	85
Obr. 63: Průzor krytu kamery	86
Obr. 64: Detail rastru mřížky	87
Obr. 65: Návrh dna krytu 3D	87
Obr. 66: Návrh víka krytu kamery 3D	88
Obr. 67: Zdroj napájení umístěný pod podlahou	89
Obr. 68: Náhled kompletní sestavy stojanu	90

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Nejvyšší přípustné hodnoty [4]	15
Tab. 2: Účinnost stínění velmi tenkých měděných povlaků [1]	26
Tab. 3: Hodnocení elektromagnetického stínění dle orientačních hodnot SE [1]	28
Tab. 4: Přehled měřicích antén pro systémy EMI [1].....	33
Tab. 5: Parametry kamery LILIN IPS5184S	54
Tab. 6: Parametry media konvertorů AT – MC102XL	56
Tab. 7: Příklady nastavení IP adres	62
Tab. 8: Intenzita elektromagnetického pole při kritických intenzitách	76

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Datasheet IP kamery Merit Lilin, typ IPS5184S
- P II Datasheet Media konvertoru AT-MC102XL
- P III Datasheet kamery VIVOTEK FD8136B F3

PŘÍLOHA P I: DATASHEET IP KAMERY MERIT LILIN, TYP IPS5184S



IPS5184S / IPS5188S

IMEGAPRO

18X Day & Night 1080P HD WDR
Speed Dome IP Camera (Indoor)



Features

- 18X Optical Zoom Lens(4.7 – 84.6mm)
- HD 3 megapixel CMOS image sensor
- True H.264 AVC/MPEG-4 part 10 real-time video compression
- H.264 and Motion JPEG multi-profile video streaming
- Wide Dynamic Range
- Digital Noise Reduce Function
- Sens. Up Function
- Dynamic Privacy Zone Mask
- 2-way audio supported
- Onvif supported

Dimensions 245 mm (H) x 155 mm (D)

(Unit:mm)



SPEED DOME IP CAMERA SERIES	
Name	18X Day & night 1080P HD WDR Speed Dome IP Camera
Model	IPS5184S IPS5188S
Power supply	AC24V AC100 – 240V
Power consumption	15.5W 16W
Image pick-up device	1/2.8 Type Exmor CMOS Sensor
Effective pixels	2096 (H) x 1561 (V) = 3,269,760 (pixels)
Total number of pixel	2144 (H) x 1588 (V) = 3,404,672 (pixels)
Scanning system	Progressive scan
Video output	CVBS 1.0 Vp-p / 75 Ω BNC
Minimum illumination	0.1 lux (F1.6, 50IRE)
Ambient operating temperature	-10°C – +50°C (14°F – 122°F)
Operating humidity	0% – 90%
Dimension	245 mm (H) x 155 mm (D)
Weight	2300 g
Pan & tilt	
Panning range	360° Endless
Panning mode	Manual , auto , manual position , sequential position
Panning speed	Manual approx. 0.15°/s – 120°/s 8 Steps, Preset approx. 1°/s – 255°/s, Alarm Trigger Speed 360°/s
Tilting range	- 6° – + 96°
Tilting mode	Manual , auto , manual position , sequential position
Tilting speed	Manual approx. 0.15°/s – 120°/s 8 Steps, Preset approx. 1°/s – 255°/s, Alarm Trigger Speed 360°/s
Lens	
Zoom ratio	18X Optical zoom
Focal length	4.7 mm (WIDE) to 84.6.0 mm(TELE)
Minimum aperture ratio	1 : 1.6 (Wide) – 3.5 (Tele)
Minimum object distance	10 cm (WIDE end), 1.5M (TELE end)
Iris range	F1.6 – 36.0 , Close
Angle field of view	54.1 degrees (WIDE end), approx. 3.2 degrees (TELE end), (1080P mode)
Main functions	
Control function	Pan and Tilt / Zoom and Focus / Iris and ICR / 128 Preset Position / Home Position
Zoom speed	Slow / MID / Fast Selectable [Fast : Approx. 5.0 Second(Tele to Wide) in Manual Mode]
Focus speed	Slow / MID / Fast Selectable [Fast : Approx. 5.0 Second (Far to Near) in Manual Mode]
Auto focus	Auto / One Push Focus
Iris	Auto / Manual
Day & night	Day / Night / Auto / Schedule
Sense up (slow shutter)	OFF / ON
Electronic shutter speed	1/1 to 1/10,000
Exposure mode	Auto / Manual
Back light compensation	OFF / ON
Digital Wide dynamic range (atr)	OFF / ON
Sharpness	Adjustable
White balance	ATW / AWC / Manual (1700K – 11000K)
Auto gain control	0 – 28dB (12 Step)
Digital noise reduction	(2D) OFF / LEVEL=1 – 5
Auto mode	OFF / AUTO / SEQ / TOUR
Dynamic privacy zone mask	OFF / ON (Up to 14 area)
Digital effect	OFF / Mirror
Alarm input / output	6 Input (TTL 5Vdc) , 2 Output (0.5A 120Vac, 1A 24Vac)
Schedule setting	OFF / Auto Mode / Preset Position

NETWORK	
Video compression	H.264, Motion JPEG
Resolution	1080P(1920 x 1080), 720P(1280 x 720), D1(720 x 480), CIF(352 x 240)
Frame rate	H.264 : up to 30 FPS at 1080P(1920 x 1080) Motion JPEG : up to 30 FPS at D1(720 x 480)
Video streaming	RTP/HTTP, RTP/RTSP, RTP/UDP, Multicast 128 Kbps to 5 Mbps
Video bitrate	Frame rate and bitrate controllable on-the-fly VBR / CBR / GOP supported
Security	Base64 HTTP encryption Multiple user access levels with password protection 10 user accounts available
Users	8 simultaneous users
OSD	Text overlay for date, time, and camera name
Alarm function	Image upload over FTP and E-mail by alarm / motion detection
Cpu, memory	Embedded SoC ARM11, 528MHz, 256MB DDR2, 256MB flash memory
Web PTZ control	Pan , tilt , zoom in / out , absolute position, and video-click-n-move
PTZ preset scheduling	Yes, via web interface
Maintenance	Firmware update via HTTP
Network interface	Firmware available at web site 10Mbps / 100Mbps RJ-45
Client pc requirement	OS : Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8 Browser : Windows Internet Explorer 6.0 or above CPU : intel pentium 4 1.8GHz or above RAM : 1GB or above, Independent Display Card
Network protocols	IP, TCP, UDP, HTTP, SMTP, NTP, DDNS, UPnP, FTP, ARP, DHCP, PPPoE, DNS, RTSP, RTCP, Telnet, ICMP, IGMP, ONVIF, SNMP
Mobile phone	iPhone, iPad, and Android support
System integration	ONVIF & LILIN HTTPAPI
CMX	CMX HD 3.6 support
Video display	LILIN Universal ActiveX & LILIN Java Applet
OS	Embedded Linux 2.6.32
Two-way audio	G.711
SD card recording	Support Micro SD/SDHC/SDXC card for circular recording (card is not included)

PŘÍLOHA P II: DATASHEET MEDIA KONVERTORU AT-MC102XL

MC100 Series | Fast Ethernet Media Converters

PORT TYPE (CONNECTOR)	CABLE DISTANCE	OPTICAL FREQUENCY	LAUNCH POWER (dBm)			RECEIVE POWER (dBm)		
			MAXIMUM	AVERAGE	MINIMUM	MINIMUM SENSITIVITY	TYPICAL SENSITIVITY	SATURATION
100FX MMF (2 km)	2 km	1310nm	-14.0	-16.8	-19.0	-31.8	-34.5	-14.0
100FX MMF (2 km)	15 km	1310nm	-8.0	-11.5	-15.0	-31.0	-31.0	-8.0
100FX MMF (2 km)	40 km	1310nm	0.0	-3.0	-5.0	-35.0	-38.0	0.0
100FX SMF (15 km)	15 km	1310nm	-8.0	-11.5	-15.0	-31.0	-31.0	-8.0
100FX SMF (40 km)	40 km	1310nm	0.0	-3.0	-5.0	-35.0	-38.0	0.0

Technical Specifications

Status Indicators

Power:	Indicates power is applied to the converter
Link (2):	Indicates a valid receive link exists
Activity (2):	Indicates TX/RX on the port
FDX:	Indicates full-duplex operation (MC104XL only)
ML:	Indicates MissingLink

Switches

ML - link Test:	Enable MissingLink
A/N:	Enable auto-negotiation

Packet Transmission Characteristics

Round trip delay:	0.4µs maximum
Bit Error Rate (BER):	<10 ⁻¹²

Power Characteristics

External power supply	120V AC, 60Hz (US model) 240V AC, 50Hz (European models)
Input supply voltage	12vDC
Max current	500mA
Power consumption	6W

Environmental Specifications

Operating temperature	0°C to 40°C (32°F to 104°F)
Relative humidity	5% to 95% (non-condensing)
Storage temperature	-20°C to 80°C (-4°F to 176°F)
Operating altitude	0 to 10,000 feet

Physical Characteristics

Dimensions (W x D x H)	10.5 cm x 9.5 cm x 2.5 cm (4.12 in x 3.75 in x 1.0 in)
Weight:	294 g (10.4 oz)

Electrical/Mechanical Approvals

EMC	FCC Class A (MC104XL)
EMC	FCC Class B
Safety compliant	UL-Cul, CSA/CSA, NRTL, TUV, CE compliant

Ordering Information

AT-MC101XL-xx
UTP to multi-mode ST (2 km) fiber

AT-MC102XL-xx
UTP to multi-mode SC (2 km) fiber

AT-MC103XL-xx
UTP to single-mode SC (15 km) fiber

AT-MC103LH-xx
UTP to single-mode long-haul SC (40 km) fiber

AT-MC104XL-xx
Multi-mode fiber to single-mode SC (15km) fiber

Where xx = 10 for US power adapter
20 for European power adapter
30 for UK power adapter
40 for Australian power adapter
60 for multi-region power adapter, APAC only
90 for NA power adapter, TAA compliant

Associated Products

AT-TRAY1
Rackmounting tray for one media converter

AT-TRAY4
Rackmounting tray for up to four media converters

AT-WLMT
Wallmount bracket for one media converter

AT-MCR12
12-slot AC/DC powered chassis for media converters



NETWORK SMARTER

North America Headquarters | 19800 North Creek Parkway | Suite 100 | Bothell | WA 98011 | USA | T: +1 800 424 4284 | F: +1 425 481 3895

Asia-Pacific Headquarters | 11 Tai Seng Link | Singapore | 534182 | T: +65 6383 3832 | F: +65 6383 3830

EMEA & CSA Operations | Incheonweg 7 | 1437 EK Rozenburg | The Netherlands | T: +31 20 7950020 | F: +31 20 7950021

alliedtelesis.com

© 2015 Allied Telesis, Inc. All rights reserved. Information in this document is subject to change without notice. All company names, logos, and product designs that are trademarks or registered trademarks are the property of their respective owners.
617-00576_RevA

PŘÍLOHA P III: DATASHEET KAMERY VIVOTEK FD8136B F3

Technical Specifications	
Models	FD8136-F2 (Lens f = 2.5 mm) FD8136-F3 (Lens f = 3.6 mm) FD8136-F6 (Lens f = 6 mm)
System Information	
CPU	Multimedia SoC (System-on-Chip)
Flash	16MB
RAM	128MB
Camera Features	
Image Sensor	1/4" Progressive CMOS
Maximum Resolution	1280x800
Lens Type	Fixed-focal
Focal Length	f = 2.5 mm (FD8136-F2) f = 3.6 mm (FD8136-F3) f = 6 mm (FD8136-F6)
Aperture	F2.0 (FD8136-F2, FD8136-F3) F1.8 (FD8136-F6)
Field of View	H=89.9°, V=62°, D=101° (FD8136-F2) H=61°, V=38°, D=73° (FD8136-F3) H=35.5°, V=22.6°, D=41.6° (FD8136-F6)
Shutter Time	1/5 sec. to 1/32,000 sec.
Minimum Illumination	0.45 Lux @ F1.8, 50 IRE
Pan Range	45°
Tilt Range	33° ~ 90°
Pan/tilt/zoom	ePTZ:
Functionalities	16x digital zoom (4x on IE plug-in, 4x built-in)
On-board Storage	MicroSD/SDHC/SDXC card slot
Video	
Compression	H.264, MJPEG & MPEG-4
Maximum Frame Rate	H.264: 30 fps at 1280x800 MPEG-4: 25 fps at 1280x800 MJPEG: 30 fps at 1280x800
Maximum Streams	2 simultaneous streams
S/N Ratio	Above 62dB
Video Streaming	Adjustable resolution, quality and bitrate Configurable video cropping for bandwidth saving
Image Settings	Adjustable image size, quality and bit rate Time stamp, text overlay, flip & mirror Configurable brightness, contrast, saturation, sharpness, white balance, exposure control, gain, backlight compensation, privacy masks Scheduled profile settings
Audio	
Audio Capability	Audio input
Compression	GSM-AMR, G.711
Interface	Internal microphone
Effective Range	5 meters
Network	
Users	Live viewing for up to 10 clients
Protocols	IPv4, IPv6, TCP/IP, UDP, HTTP, HTTPS, UPnP, RTSP/RTP/RTCP, IGMP, SMTP, FTP, DHCP, NTP, DNS, DDNS, PPPoE, CoS, QoS, SNMP, 802.1X
Interface	10Base-T/100BaseTX Ethernet (RJ-45) *It is highly recommended to use standard Cat. 5e & Cat. 6 cables which are compliant with the 3P/ETL standard.
ONVIF	Ver. 1.02
Intelligent Video	
Video Motion Detection	Triple-window video motion detection
Alarm and Event	
Alarm Triggers	Video motion detection, manual trigger, digital input, periodical trigger, system boot, recording notify, camera tampering detection
Alarm Events	HTTP, SMTP, FTP and NAS server File upload via HTTP, SMTP, FTP and NAS server
General	
Connectors	RJ-45 for Network/PoE connection Terminal block*2 for digital input MicroSD/SDHC card slot
LED Indicator	System power and status indicator
Power Input	IEEE 802.3af PoE Class 1
Power Consumption	Max. 3.84W
Dimensions	Ø: 90 mm x 50 mm
Weight	Net: 143g
Safety Certifications	CE, LVD, FCC Class B, VCCI, C-Tick, UL
Operating Temperature	0°C ~ 50°C (32°F ~ 122°F)
Warranty	24 months
System Requirements	
Operating System	Microsoft Windows 7/Vista/XP/2000
Web Browser	Mozilla Firefox 7~10 (streaming only) Internet Explorer 7.x or 8.x
Other Players	VLC: 1.1.11 or above QuickTime: 7 or above
Included Accessories	
CD	User's manual, quick installation guide, Installation Wizard 2, ST7501 32-channel recording software
Others	Quick installation guide, warranty card, screws pack, focus kit
Dimensions	

All specifications are subject to change without notice. Copyright © VIVOTEK INC. All rights reserved.

Distributed by:



VIVOTEK INC.
6F, No.192, Lien-Cheng Rd., Chung-Ho, New Taipei City, 235, Taiwan, R.O.C.
[T: +886-2-82455282 | F: +886-2-82455532 | E: sales@vivotek.com
VIVOTEK USA, INC.
2050 Ringwood Avenue, San Jose, CA 95131
[T: 408-773-8686 | F: 408-773-8298 | E: salesusa@vivotek.com

Ver 1.4