

Detektory narušení prostorové ochrany

Jakub Rybár

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jakub Rybár**
Osobní číslo: **A18195**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Detektory narušení prostorové ochrany**
Téma práce anglicky: **Inrerior Intrusion Protection Detectors**

Zásady pro vypracování

1. Specifikujte prostorovou ochranu a její požadavky na detektory narušení prostorové ochrany.
2. Analyzujte základní principy činnosti, používané v detektorech narušení prostorové ochrany. Zaměřte se na omezení a slabiny detekce.
3. Proveďte analýzu zástupců jednotlivých typů detektorů narušení prostorové ochrany, specifikujte jejich klady a nedostatky. Vytvořte ideový návrh ideálního detektoru narušení prostorové ochrany.
4. Identifikujte trendy v oblasti detektorů narušení prostorové ochrany.

Forma zpracování bakalářské práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. KINDL, Jiří. Projektování bezpečnostních systémů I. Zlín: UTB ve Zlíně, 2007. ISBN 978-80-7318-554-1.
2. KRČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Blatenská tiskárna, s.r.o.: CQC Cricetus, 2006. ISBN 80-902938-2-4.
3. LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti I. 3. vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-7318-889-4.
4. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
5. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín: VeRBuM 2012. ISBN 978-80-87500-19-4.
6. UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů: Elektrické zabezpečovací systémy II. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2009. ISBN 978-80-7251-313-0.
7. VALOUCH, Jan. Projektování bezpečnostních systémů. Zlín: UTB ve Zlíně, 2012. ISBN 978-80-7454-230-5.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2021**

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji 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 – 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 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 14.5.2021

Jakub Rybár v. r.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá detektory narušení prostorové ochrany. Cílem práce je vytvoření ideového návrhu ideálního detektoru prostorové ochrany. Práce také obsahuje specifikaci prostorové ochrany a poskytuje ucelený přehled principů činnosti detektorů prostorové ochrany. V závěrečné kapitole jsou představeny trendy v oblasti detektorů prostorové ochrany.

Klíčová slova: prostorová ochrana, detektory narušení, bezpečnost, narušitel

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with space protection intrusion detectors. The aim of the thesis is to create a conceptual design of an ideal space protection detector. The thesis also includes the specification of space protection and provides a comprehensive overview of the principles of operation of space protection detectors. In the final chapter, trends in the field of space protection detectors are presented.

Keywords: space protection, intrusion detectors, security, intruder

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ludřkovi Lukášovi, CSc., za rady a věcné připomínky v průběhu vytváření této bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SPECIFIKACE PROSTOROVÉ OCHRANY	11
1.1 ÚKOLY PROSTOROVÉ OCHRANY	11
1.1.1 Detekce narušitele	12
1.1.2 Zpomalení narušitele	12
1.2 CHARAKTERISTIKA PROSTOROVÉ OCHRANY	12
1.2.1 Velikost prostoru	12
1.2.2 Členitost prostoru	13
1.2.3 Překážky v hlídaném prostoru	15
1.3 ČESKÉ TECHNICKÉ NORMY	15
1.4 POŽADAVKY NA DETEKTORY NARUŠENÍ	16
1.4.1 Požadavky na vlastnosti detektorů narušení	16
1.4.2 Požadavky na detekční charakteristiku	17
1.4.3 Požadavky na prostředí	19
1.4.4 Požadavky na umístění	19
1.4.5 Požadavky na spolehlivost	19
1.4.5.1 Falešný poplach	19
1.4.5.2 Planý poplach	20
1.4.5.3 Antimasking	20
1.4.5.4 Tamper ochrana	20
2 PRINCIPY ČINNOSTI DETEKTORŮ PROSTOROVÉ OCHRANY	21
2.1 DETEKTOR NARUŠENÍ	21
2.2 FYZIKÁLNÍ JEVY	22
2.2.1 Dopplerův jev	22
2.2.2 Emisivita	23
2.2.3 Přerušení paprsku	24
2.2.4 Princip radaru	25
2.3 ROZDĚLENÍ DETEKTORŮ NARUŠENÍ	26
2.3.1 Elektromechanické detektory	26
2.3.2 Elektroakustické detektory	27
2.3.2.1 Ultrazvukové detektory	27
2.3.3 Elektromagnetické detektory	28
2.3.3.1 Pasivní infračervené detektory	28
2.3.3.2 Mikrovlnné detektory	31
2.3.3.3 Radarové detektory	32
2.3.4 Rozdělení detektorů narušení dle způsobu napájení	32
2.3.4.1 Napájené detektory narušení	33
2.3.4.2 Nenapájené detektory narušení	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
3 SPECIFIKACE ZÁKLADNÍCH TYPŮ DETEKTORŮ	35
3.1 ANALÝZA ZÁSTUPCŮ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ DETEKTORŮ NARUŠENÍ	35
3.1.1 Pasivní infračervený detektor	35
Mikrovlnný detektor narušení	38

3.1.2	Infračervená bariéra	39
3.1.3	Radarový detektor narušení	41
3.1.3.1	Radarový modul detektoru pohybu RAD-MOD	41
3.1.3.2	Radarový detektor pohybu Avigilon APD-S1-D	42
3.1.4	Duální detektory narušení	44
	Duální detektor: Pasivní infračervený detektor s mikrovlnným detektorem	44
	Duální detektor: Pasivní infračervený detektor s ultrazvukovým detektorem	47
3.2	<i>IDEÁLNÍ DETEKTOR NARUŠENÍ PROSTOROVÉ OCHRANY</i>	47
3.2.1	Porovnání technologií detektorů narušení	48
3.2.2	Identifikace osob	49
	Návrh na identifikaci osob pomocí technologie Bluetooth	49
	Identifikace pomocí technologie RFID	50
	Návrh bezpečnostního Bluetooth identifikátoru	50
3.2.3	Komunikace s ústřednou	51
	Návrh záložní komunikace s ústřednou	51
4	TRENDY V OBLASTI PROSTOROVÉ OCHRANY	53
4.1	ZVYŠOVÁNÍ KVALITY DETEKCE NARUŠENÍ	53
4.2	ZVYŠOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI DETEKTORŮ NARUŠENÍ	53
4.3	BEZPEČNOST MODERNÍCH TECHNOLOGIÍ	54
4.4	AJAX SYSTEMS - MOTIONCAM	54
	ZÁVĚR	58
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK	67

ÚVOD

Fyzická bezpečnost komerčních objektů, ale i objektů sloužících k soukromým účelům, je velmi žádána, a to z důvodu snahy o ochranu majetku. V dnešní době je velmi mnoho věcí, majících pro své vlastníky významnou hodnotu, ať již jde o peníze, know-how společnosti, důležité dokumenty, vyvíjený prototyp jakéhokoliv zařízení, anebo o pocit nedotknutelnosti našeho domova. Vše, co pro nás má nějaký význam, nebo pro nás má nějakou hodnotu, můžeme označit slovem aktivum. Abychom o daná aktiva nepřišli, nebo aby se k nim nedostala konkurenční firma, což by nám také mohlo způsobit jistou újmu, využíváme k jejich ochraně systém fyzické bezpečnosti. Systém fyzické bezpečnosti zajišťuje perimetrickou, plášťovou, předmětovou, a také prostorovou ochranu. Prostorová ochrana je cílena do vnitřních prostor objektu, a tím se významně podílí na ochraně aktiv. Čím více je pro nás dané aktivum vzácnější, či důležitější, tím více bychom měli dbát na jeho ochranu v podobě systému fyzické bezpečnosti.

Teoretická část bakalářské práce se věnuje specifikaci prostorové ochrany a jejím hlavním úkolům, následně se zabývá hlavními požadavky, jež jsou kladeny na detektory narušení prostorové ochrany. Součástí teoretické části je rovněž rozbor principů činnosti detektorů narušení prostorové ochrany z pohledu fyzikálních jevů.

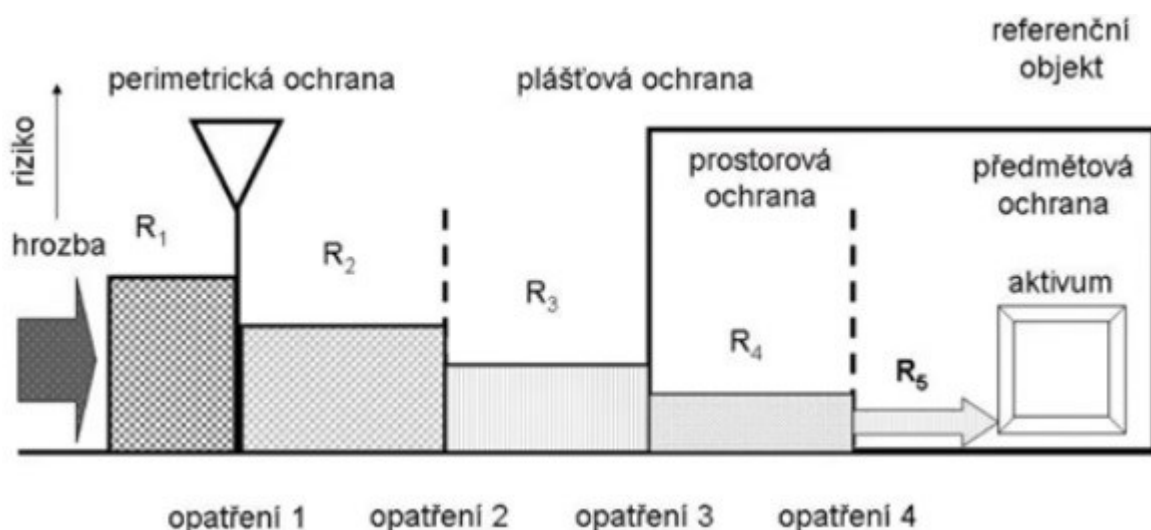
Praktická část bakalářské práce se věnuje analýze zástupců jednotlivých typů detektorů narušení, přičemž se zaměřuje zejména na jejich výhody a nevýhody a dále na trendy v oblasti vývoje detektorů narušení, včetně nastínění možného budoucího vývoje.

Cílem bakalářské práce je rovněž vytvoření ideálního návrhu ideového detektoru narušení prostorové ochrany.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SPECIFIKACE PROSTOROVÉ OCHRANY

System fyzické bezpečnosti se skládá z perimetrické, plášťové, prostorové a předmětové ochrany. Každá z těchto ochran má svá specifika a při návrhu i samotné realizaci zabezpečení konkrétního objektu se musí projektant důkladně zaměřit na všechny zmíněné ochrany, zajišťované v rámci fyzické bezpečnosti. Perimetrická ochrana je umístěna na hranici perimetru pozemku a jejím úkolem je odradit, zpomalit a detekovat narušitele. Hranice pozemku bývají většinou ohraničeny ploty, popřípadě potoky, řekami anebo dalšími přírodními útvary. Plášťová ochrana zabraňuje vniknutí do objektu, tedy do samotné budovy. Prostorová ochrana je jedna z částí fyzické bezpečnosti, která má za cíl odhalit narušení vnitřního chráněného prostoru objektu pachatelem a také pachatele co nejvíce zpomalit [1].



Obr. 1. Fyzická bezpečnost objektu [2]

Na obrázku číslo 1 jsou znázorněny jednotlivé ochrany. Každá ochrana představuje opatření, které snižuje pravděpodobnost překonání překážky a tedy i riziko újmy. Riziko R je nižší po každé aplikované ochraně. Platí tedy, že $R_1 > R_2 > R_3 > R_4 > R_5$. Riziko R_5 má již přijatelnou úroveň [2].

1.1 Úkoly prostorové ochrany

Pokud narušitel překoná plášťovou ochranu a podaří se mu tedy vniknout do vnitřních prostor budovy, přebírá pomyslnou štafetu ochrana prostorová. Mezi hlavní úkoly prostorové ochrany patří detekce vniku narušitele do chráněných vnitřních prostorů a jeho zpomalení.

1.1.1 Detekce narušitele

Abychom narušitele mohli dopadnout při činu, je důležité, abychom měli přehled nejen o tom, kterými dveřmi, kterým oknem, popřípadě jakým jiným vstupem se do daného objektu dostal, ale také i o jeho následném pohybu. Z tohoto důvodu nestačí umístit jeden detektor za vstupní dveře, ale potřebujeme mít pokrytu co největší plochu hlídaného objektu, tak abychom mohli v jakémkoli okamžiku zajistit co největší přesnost při lokalizaci narušitele. Samozřejmě, že vše musíme před instalací detektorů dobře navrhout a promyslet i s přihlédnutím k finanční náročnosti použitého zabezpečení.

1.1.2 Zpomalení narušitele

Zpomalit narušitele mají za úkol mechanické zábranné systémy (MZS), mezi které patří například mříže, dveře a zámkové systémy. Zpomalení narušitele má pozitivní vliv na snížení potenciální škody, kterou může narušitel napáchat. Také může nastat situace, kdy narušitel upustí od svého úmyslu právě z důvodu dlouhého trvání překonávání MZS, popřípadě může být zdržen překonáváním MZS až do příjezdu policie, nebo fyzické ostražky objektu. [3]

1.2 Charakteristika prostorové ochrany

Při střežení vnitřního prostoru musíme přihlédnout k různým vlivům a charakteristickým vlastnostem vnitřních prostor, které ovlivňují úspěšnost detekce narušení. Mezi tyto vlastnosti patří velikost prostoru, kterou budeme zabezpečovat, její členitost, překážky v daném prostoru a další vlivy.

1.2.1 Velikost prostoru

Prostorovou ochranu využijeme pro zabezpečení vnitřních prostorů budov, a to od těch nejmenších, až po velmi rozlehlé. Pozornost při návrhu prostorové ochrany musíme věnovat jak zabezpečení menších prostorů, tak především zabezpečení prostorů rozlehlých. Jednodušší variantou je bezesporu zabezpečení menších prostorů, typicky malých místností, kdy nám většinou postačí jeden detektor narušení na celý prostor. U rozsáhlejších prostorů naopak potřebujeme více detektorů tak, abychom co nejlépe pokryli požadovanou plochu prostoru. Na obrázku číslo 2 je zobrazena místnost s detektorem narušení, který je umístěn v levém spodním rohu.



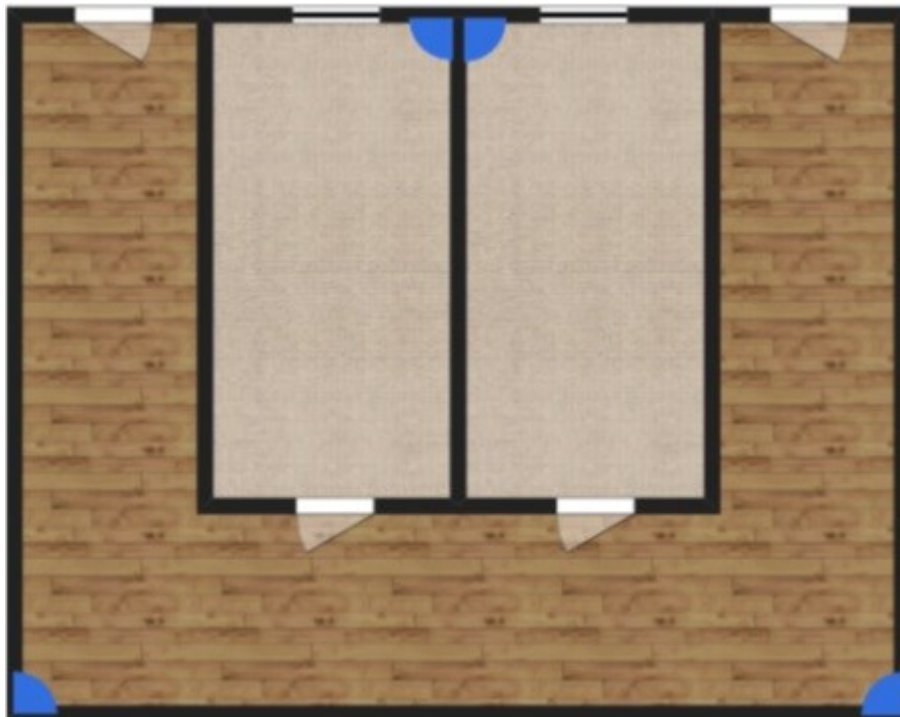
Obr. 2. Umístění detektoru narušení v malé místnosti. [Vlastní zdroj]

Rozdělení prostorů podle velikosti:

- malý prostor do velikosti plochy 10 m²,
- střední prostor do velikosti plochy 25 m²,
- velký prostor nad 25 m² velikosti plochy.

1.2.2 Členitost prostoru

Členitost prostoru je jedním z důležitých faktorů, který ovlivňuje návrh prostorové ochrany. Pokud bychom chtěli zabezpečit místnost, ve které se nacházejí různá zákoutí, výklenky a podobné atypické tvary vnitřního prostoru, je nezbytné tyto aspekty při realizaci zabezpečení zohlednit. V případě chodby ve tvaru písmene „U“, která je typickým příkladem členitosti prostoru, se jeví jako nejlepší varianta umístění dvou detektorů, pro každou sekci jeden. Nejjednodušší variantu představuje prostor ve tvaru čtverce, či obdélníku, nicméně v praktickém životě se setkáme s variantami různě členěného prostoru, a jak bylo již uvedeno výše, je třeba prostorovému rozložení objektu věnovat při realizaci návrhu zabezpečení patřičnou pozornost.



Obr. 3. Chodba ve tvaru písmene „U“. [Vlastní zdroj]

Typické příklady prostorů:

- místnosti

Jedná se nejčastěji o místnosti čtvercových, obdélníkových, popřípadě jiných atypických tvarů. Místnosti mohou být využívány mnoha způsoby, například jako kanceláře, sklady, obchodní prostory, výrobní prostory, galerie, garáže, prodejny a další.

- chodby

Pro chodby jsou typické úzké a dlouhé rozměry. Nejčastěji se můžeme setkat s šířkou chodby od 2 do 5 metrů.

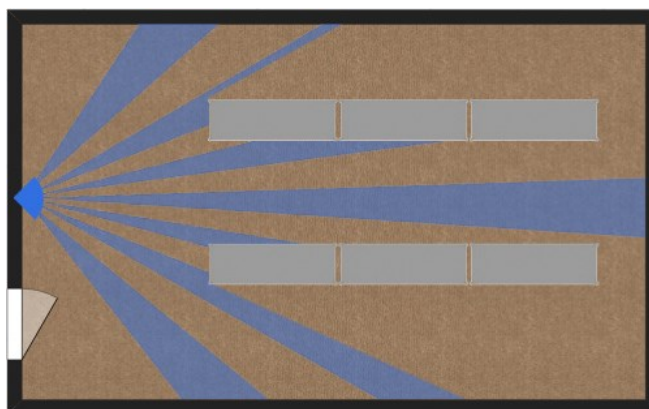
Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby například stanovuje minimální šířku chodby pro hosty u staveb ubytovacího zařízení na 1,5 metru. V případě stavby školských a tělovýchovných zařízení je stanovena minimální šířka 3 metry, a to v případě, kdy jsou výukové prostory po obou stranách chodby, a 2,2 metru v případě, že jsou výukové prostory jen na jedné straně chodby [4].

- schodiště

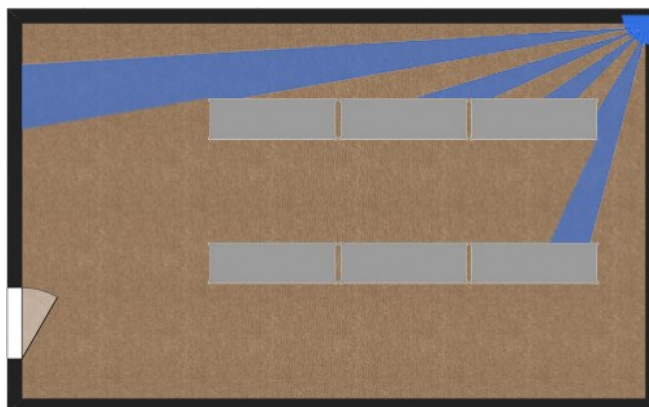
Mezi další stavební prvky, kterým je potřeba se věnovat při návrhu ochrany objektu, patří schodiště, které slouží k propojení jednotlivých podlaží objektu.

1.2.3 Překážky v hlídaném prostoru

Navrhovat prostorovou ochranu musíme i s ohledem na překážky, které se budou v chráněném prostoru vyskytovat. Pokud bychom například měli navrhnout prostorovou ochranu v místnosti s regály, umístíme detektory narušení tak, aby co nejvíce pokryly prostor mezi regály. Na obrázku číslo 4 je znázorněna místnost s vysokými regály, a vhodné umístění detektoru narušení. Na obrázku číslo 5 je znázorněna stejná místnost s nevhodně umístěným detektorem, kterému brání v dostatečném monitorování prostoru vysoké regály.



Obr. 4. Vhodně umístěný detektor. [Vlastní zdroj]



Obr. 5. Nevhodně umístěný detektor. [Vlastní zdroj]

Z uvedených obrázků je patrné, že je důležité brát zřetel na vhodné umístění detektorů narušení za předpokladu, že již nemůžeme přesouvat případné překážky v hlídaném prostoru.

1.3 České technické normy

Technická norma je podrobný předpis, který určuje požadavky a dále specifikuje technickou realizaci jednotlivých prvků a systémů [1].

V oblasti detektorů narušení lze čerpat z Českých technických norem, které mimo jiné stanovují základní pojmy, definují požadavky na odolnost detektoru narušení v klimatických podmínkách, dále určují funkční požadavky a požadavky na napájení. V tabulce 1 je seznam nejdůležitějších Českých technických norem, které se věnují poplachovým systémům – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy.

Tabulka 1. Seznam Českých technických norem [5]

ČSN EN 50131-1 ED.2	Část 1: Systémové požadavky
ČSN EN 50131-2-2 ED.2	Část 2-2: Detektory narušení - Pasivní infračervené detektory
ČSN EN 50131-2-3	Část 2-3: Požadavky na mikrovlnné detektory
ČSN EN 50131-2-4	Část 2-4: Požadavky na kombinované pasivní infračervené a mikrovlnné detektory
ČSN EN 50131-2-5	Část 2-5: Požadavky na kombinované pasivní infračervené a ultrazvukové detektory
ČSN EN 50131-5-3 ED.2	Část 5-3: Požadavky na zařízení využívající bezdrátové spojení
ČSN EN 50131-6 ED.3	Část 6: Napájecí zdroje

1.4 Požadavky na detektory narušení

S ohledem na používání detektorů narušení v prostorové ochraně ve vnitřních prostorech, jsou na tyto detektory narušení kladeny typické požadavky, např. detekční charakteristika, dosah a použité napájení detektoru narušení, které jsou v tomto oddíle níže specifikovány.

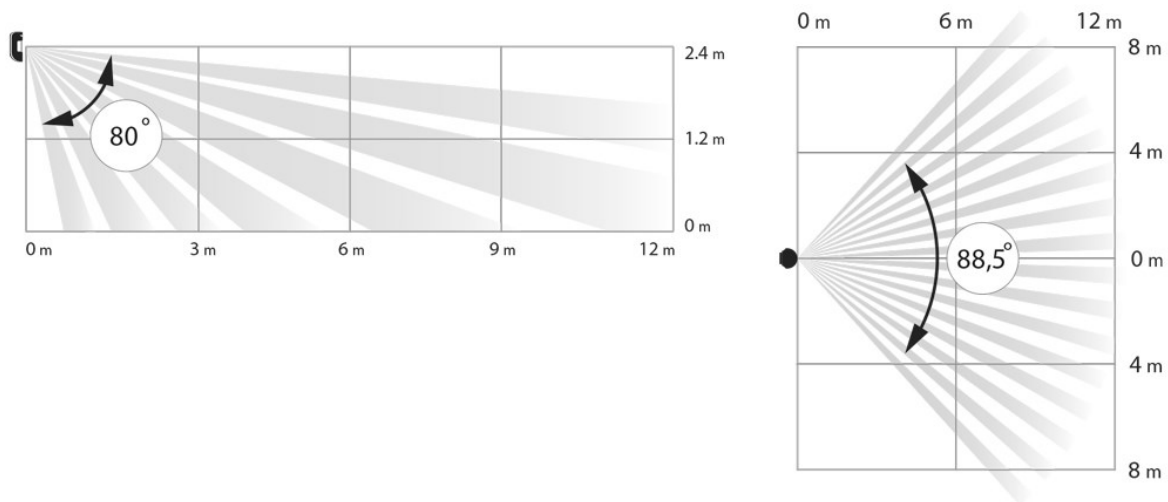
1.4.1 Požadavky na vlastnosti detektorů narušení

Obecně lze konstatovat, že detektory narušení slouží k tomu, aby detekovaly pohyb narušitele v místě, kde se předpokládá jeho pohyb. Požadavky na konkrétní detektor narušení plynou z prostoru, který se bude zabezpečovat, a to tak, aby byl co nejlépe zabezpečen požadovaný prostor. Dosah detektoru narušení je závislý na jeho kvalitě. Dále také musíme zohlednit, zda můžeme použít více detektorů narušení pracujících na stejném principu, tak aby se navzájem negativně neovlivňovaly a nehlásily falešné popluchy. Například u ultrazvukových detektorů nastává situace, kdy se dva detektory narušení, umístěné v jedné místnosti, mohou navzájem negativně ovlivňovat. Další požadavky jsou kladeny na detekovatelnou rychlost pohybu, tak aby detektor zaznamenal pohyb od velmi pomalého, tedy například

velmi pomalé chůze, až po velmi rychlý, tedy běh. Pokud by byla rychlost pohybu narušitele mimo technickou specifikaci detekovatelné rychlosti pohybu u konkrétního výrobku, mohla by se snížit spolehlivost detekce narušení.

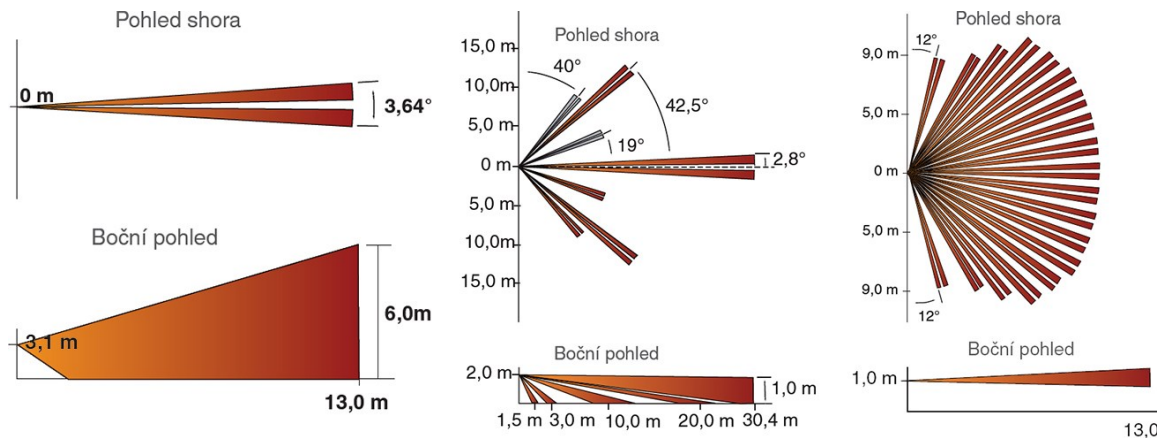
1.4.2 Požadavky na detekční charakteristiku

Detekční charakteristika detektoru narušení vymezuje prostor, který je chráněn, a vyjadřuje se úhlem detekce a dosahem. Požadavek na dosah detektoru narušení plyne z prostoru, který budeme zabezpečovat. Ideální možností by byl dosah takový, aby pokryl celý prostor. Na obrázku číslo 6 je zobrazen příklad detekční charakteristiky pasivního infračerveného detektoru. V levé části obrázku je zobrazena detekční charakteristika z bočního pohledu, v pravé části je zobrazena charakteristika při pohledu shora.



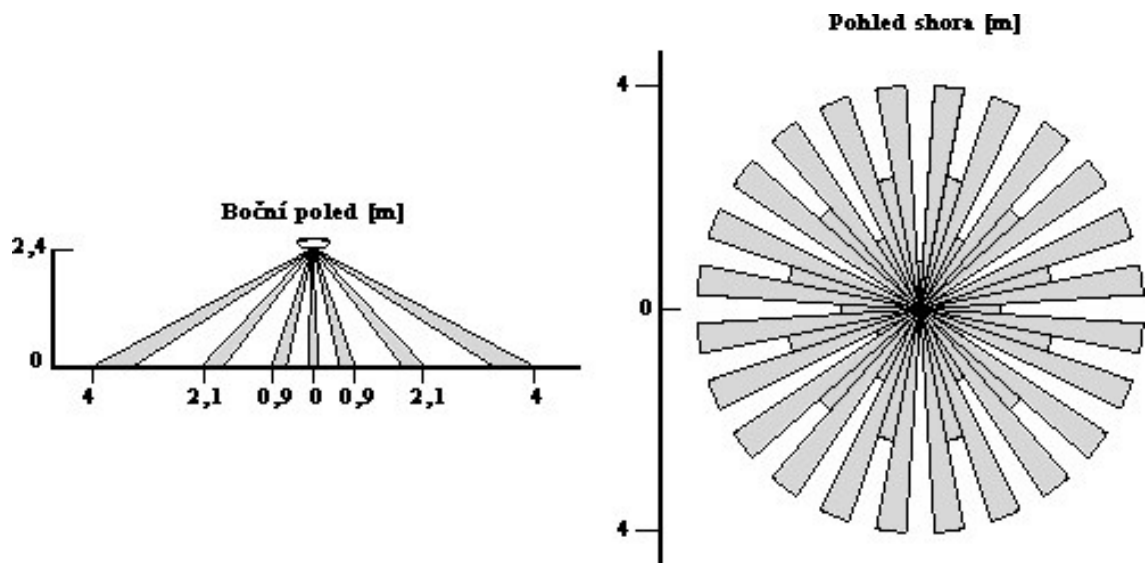
Obr. 6. Příklad detekční charakteristiky PIR detektoru [6]

Úzká a dlouhá chodba bude vyžadovat užší úhel detekční charakteristiky detektoru narušení, zatímco požadavek na dosah bude větší. U velkých prostorů naopak požadujeme co největší úhel detekční charakteristiky. Požadavek na detekční charakteristiku může být u detektorů využívajících principu optiky do jisté míry upraven použitím různých optických čoček. Dosah lze pomocí optické čočky u pasivních infračervených detektorů upravit až na 60 metrů, avšak tím se značně zúží úhel detekce. Typický požadavek na úhel detekce je 110 °, ale samozřejmě se liší v závislosti na prostoru, ve kterém je detektor použit. Mezi základní typy detekčních charakteristik patří záclona, vějíř a dlouhý dosah.



Obr. 7. Příklad změny detekční charakteristiky PIR detektoru pomocí čoček [7]

Na obrázku číslo 7 jsou zobrazeny změny detekční charakteristiky po aplikaci různých optických čoček na stejném modelu pasivního infračerveného detektoru. První detekční charakteristika zleva je typu svislé záclony, detekční charakteristika uprostřed je typu dlouhého dosahu a poslední detekční charakteristika vpravo je typu vodorovné záclony.



Obr. 8. Detekční charakteristika PIR detektoru umístěného na strop. Upraveno z [8]

Další možností je umístění detektoru narušení na strop místnosti. Na obrázku číslo 8, v jeho pravé části, je znázorněna detekční charakteristika detektoru narušení s detekční charakteristikou zabezpečeného prostoru ve tvaru kruhu. Tuto možnost instalace využijeme v případech velkých otevřených prostor, jako jsou haly, nebo otevřené kanceláře.

1.4.3 Požadavky na prostředí

Na rozdíl od perimetrické a plášťové ochrany není kladen důraz na klimatickou odolnost detektoru narušení, protože není vystaven vlivům počasí. Ovšem i pro detektory narušení prostorové ochrany jsou definovány maximální přípustné hodnoty teploty, vlhkosti, výskytu vody, popřípadě výskytu cizích pevných těles v hlídaném prostoru. V případě prostorové ochrany se klasifikace prostředí dle ČSN EN 50131-1 ED.2 dělí na třídu I pro vnitřní prostředí a třídu II pro prostředí vnitřní všeobecné. U třídy I se předpokládají změny teplot v rozmezí + 5 °C až 40 °C a se střední relativní vlhkostí okolo 75 %. V případě třídy II se změny teplot pohybují v rozmezí -10 °C až 40 °C, také se střední relativní vlhkostí okolo 75 % [9].

1.4.4 Požadavky na umístění

Samotné umístění detektorů může negativně ovlivnit míru planých poplachů. Pokud bychom umístili pasivní infračervený detektor do prostoru se značným prouděním vzduchu, mohla by nastat situace, kdy bude v důsledku rychlé změny teploty docházet k planým poplachům. Obdobná situace může nastat u ultrazvukových detektorů, které využívají vzduch jako přenosové médium [1].

1.4.5 Požadavky na spolehlivost

Spolehlivost výrobku je žádána v jakémkoli odvětví, nejinak tomu je u detektorů narušení. Pokud bychom měli detektor narušení, který by hlásil několikrát denně planý poplach, těžko bychom se na něj mohli spolehnout. Takováto nespolehlivost by mohla vést k situaci, kdy bychom na poplach nereagovali v domněnání, že jde o poplach planý, přitom ve skutečnosti by se právě v té konkrétní situaci o planý poplach nejednalo. Nedůvěra ve výrobek, plynoucí z jeho osobně ověřené nespolehlivosti, pak podstatně snižuje účinnost těchto opatření.

1.4.5.1 Falešný poplach

Tento typ poplachu je způsoben neznámou technickou příčinou. Na vině může být vada elektronické součástky, nebo například vadný ochranný kontakt. Falešný poplach také může nastat kvůli vysokofrekvenčnímu rušení [9]. Přijatelná hodnota falešných poplachů je rovna jednomu falešnému poplachu za dva roky.

1.4.5.2 Planý poplach

O planý poplach se jedná v případě, že není způsoben na základě vloupání, nebo pohybem narušitele, ale například obsluhou, zvířaty, nebo vnějšími vlivy jako je průvan, nebo vlivem počasí. Přijatelnou úrovní je jeden planý poplach týdně. Čím je tato frekvence planých poplachů nižší, tím je odolnost vůči planým poplachům vyšší [1].

1.4.5.3 Antimasking

Antimasking je doplňková funkce detektoru narušení, která má za úkol detekovat pokus o zastínění, například zakrytím, nebo zastříkáním sprejem. Pokud je například detektor narušení posprejován lakem na vlasy, nebude schopen detekovat případného narušitele, přičemž běžnou kontrolou pohledem se toto zakrytí zjistit nedá [10].

1.4.5.4 Tamper ochrana

Tamper ochrana slouží k vyvolání poplachového signálu při pokusu o úmyslné poškození nebo narušení integrity detektoru.

Dílčí závěr

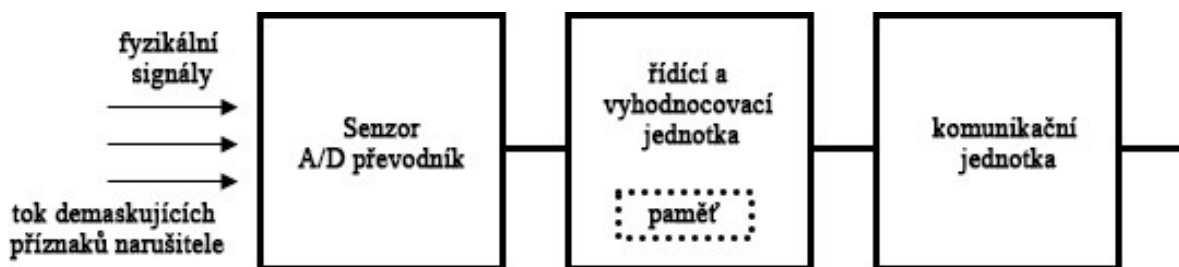
V úvodní kapitole byla specifikována prostorová ochrana v systému fyzické bezpečnosti. Můžeme konstatovat, že prostorová ochrana je bezesporu velmi důležitá při ochraně majetku. Při navrhování komplexní ochrany musíme mít na paměti, jaké úkoly plní prostorová ochrana, a z toho plynoucí požadavky na detektory narušení. Mezi základní požadavky na vlastnosti detektorů narušení patří detekční charakteristika, dosah samotného detektoru narušení a jeho spolehlivost. Detekční charakteristiku detektoru narušení volíme na základě prostoru, který bude střežen, tak, aby byl prostor určený ke střežení co nejlépe chráněn. Požadavky na prostředí se řídí normou ČSN EN 50131-1 ED.2.

2 PRINCIPY ČINNOSTI DETEKTORŮ PROSTOROVÉ OCHRANY

Z pohledu prostorové ochrany potřebujeme s velkou přesností určit, zda došlo k narušení střeženého objektu a zda se nejedná o planý poplach. Detektory narušení prostorové ochrany využívají ke své činnosti fyzikální jevy, díky kterým jsou schopny detekovat pohyb případného narušitele. V této kapitole budou popsány fyzikální jevy, které se využívají v detektorech narušení prostorové ochrany k detekci pohybu.

2.1 Detektor narušení

Detektor narušení je zařízení, reagující na fyzikální změny, které případný narušitel vyvolá svojí přítomností ve střeženém prostoru. Detektor narušení se zpravidla umísťuje do místa předpokládaného pohybu narušitele, jako jsou vstupní haly, schodiště, chodby a samotné místnosti. Pokud je detektor narušení aktivní a zaznamená fyzikální změnu, kterou vyhodnotí jako narušení hlídaného prostoru, zareaguje vysláním signalizace narušení. Dle normy ČSN EN 50131-1 je definice detektoru následující: „zařízení konstruované ke generování signálu nebo zprávy o vniknutí, jako reakci na nenormální stav detekující přítomnost nebezpečí.“ [11] V rámci Poplachových zabezpečovacích systémů (PZS) plní detektory narušení senzoricou funkci, která zajišťuje přeměnu daného fyzikálního jevu na signál poplachový [1] [9].



Obr. 9. Blokové schéma detektoru narušení. Upraveno z [1]

Na obrázku číslo 9 je zobrazeno blokové schéma obecného detektoru narušení využívajících senzorů.

Některé detektory narušení, například detektory tříštění skla, využívají k vyhlášení poplachu porovnávání přijatého signálu se signálem uloženým v paměti. Princip spočívá v příjmu fyzikálního signálu, například akustické vlny, senzoricou částí, kde je přeměněn na elektrický signál. Tento elektrický signál by měl být úměrný síle vstupního fyzikálního signálu. Součástí senzoricke části bývá A/D (analogově digitální) převodník, který převádí spojitý (ana-

logový) signál na signál diskrétní (digitální). Paměť v řídicí a vyhodnocovací jednotce obsahuje vzorky signálů, které jsou označeny jako narušení. Řídicí a vyhodnocovací jednotka porovná přijatý signál se signály uloženými v paměti. Pokud tato jednotka vyhodnotí shodu, dojde k vyhlášení poplachu pomocí komunikační jednotky, která je napojena na poplachový zabezpečovací systém bezdrátovou technologií, nebo metalickými kabelem [1].

2.2 Fyzikální jevy

K tomu, aby detektory narušení správně fungovaly, využívají známé fyzikální jevy, mezi které patří:

- Dopplerův jev,
- emisivita,
- přerušování paprsku,
- princip radaru.

2.2.1 Dopplerův jev

Jedná se o fyzikální jev, který se projevuje změnou frekvence přijímané vlny oproti vysílané, způsobenou pohybem zdroje, přijímače anebo obou zároveň. „Dopplerův jev se projevuje nejen u zvukových vln, ale také u elektromagnetických vln včetně mikrovln, rádiových vln a viditelného světla.“ [12]

Pro výpočet frekvence přijímaného signálu přijímačem použijeme následující vzorec podle toho, zda se pohybuje zdroj, nebo přijímač.

Zdroj signálu je v klidu, přijímač se pohybuje:

$$f' = \frac{c \pm v_p}{c} \cdot f \quad (1)$$

Pokud se přijímač přibližuje, použijeme vzorec se znaménkem plus, a naopak pokud se bude přijímač vzdalovat, použijeme vzorec se znaménkem mínus.

Zdroj signálu se pohybuje, přijímač je v klidu:

$$f' = \frac{c}{c \pm v_z} \cdot f \quad (2)$$

V této situaci použijeme vzorec se znaménkem plus v případě, kdy se zdroj vzdaluje, a vzorec se znaménkem mínus pro zdroj, který se přibližuje.

Zdroj signálu i přijímač se navzájem pohybují:

Následující vzorec použijeme v případě, že se zdroj i přijímač přibližují:

$$f' = \frac{c + v_p}{c - v_z} \cdot f \quad (3)$$

Pro variantu, kdy se zdroj i přijímač vzdalují, použijeme vzorec:

$$f' = \frac{c - v_p}{c + v_z} \cdot f \quad (4)$$

Popis použitých označení:

f' – frekvence signálu přijímaného přijímačem,

f – frekvence signálu vysílaného zdrojem,

c – rychlost šíření signálu

v_z – rychlost pohybu zdroje signálu

v_p – rychlost pohybu přijímače signálu.

Pro doplnění upřesním, že u detektorů narušení je specifická situace v tom, že zdroj ani přijímač, které jsou zpravidla v jednom pouzdře, se nepohybují. Fyzikální změnu zde vyvolává narušitel svým pohybem.

Nedostatky Dopplerova jevu:

Směr pohybu můžeme rozdělit na tangenciální a radiální. Tangenciální směr pohybu je v úhlu 90° vůči detektoru, zatímco radiální je ve směru poloměru do středu pomyslné kružnice detekční charakteristiky. Detektory narušení, které využívají Dopplerova jevu, mají nižší citlivost na tangenciální pohyb.

2.2.2 Emisivita

Emisivita je vlastnost, která popisuje poměr množství emitovaného záření určitého materiálu, k množství emitovaného záření absolutně černého tělesa. Absolutně černé těleso pohlcuje veškeré záření, které dopadá na jeho povrch, nezávisle na vlnové délce [13].

Absolutně černé těleso je zároveň ideální zářič, protože emituje největší množství záření ze všech těles. Pokud se emisivita absolutně černého tělesa rovná jedné $\varepsilon = 1$, tak emisivita lidské pokožky je $\varepsilon = 0,98$ [14].

Tento koeficient emisivity je bezrozměrný a může nabývat hodnoty vyšší než 0 a nižší než 1. Koeficient emisivity u reálných těles závisí na typu materiálu a vlastnostech povrchu, tedy

jestli se jedná o hladký, nebo drsný povrch, a jestli je nějakým způsobem povrch tělesa opracován, a podobně. Emisivita běžných materiálů je v intervalu od 0,1 do 0,95. Například emisivita zrcadla, které má leštěný povrch, nabývá hodnoty 0,1. Mezi další vlastnosti, které ovlivňují koeficient emisivity, patří teplota [15].

Tento fyzikální jev využijeme v Pasivních infračervených detektorech (PIR).



Obr. 10. Emisivita lidského těla [16]

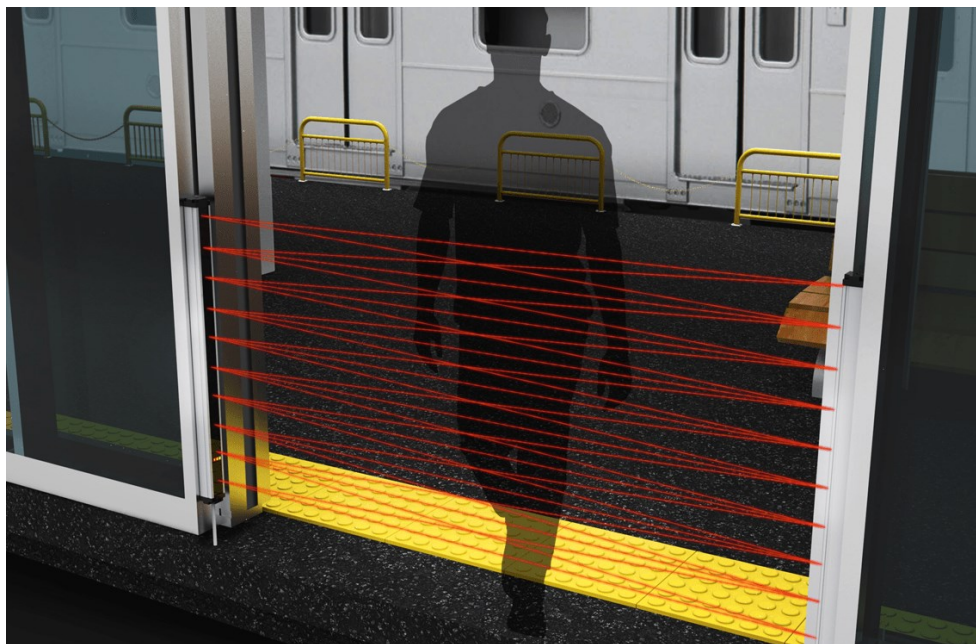
Na obrázku číslo 10 je zobrazena emisivita lidského těla.

Nedostatky:

Mezi nedostatky detektorů narušení využívajících emisivity patří možnost ovlivnění těchto detektorů narušení prouděním vzduchu, anebo nemožnost detekce pachatele ukrývajícího se za dostatečně velkým a nepropustným objektem, například štítem, který zamezuje detekci záření lidského těla detektorem narušení.

2.2.3 Přerušování paprsku

Princip přerušování paprsku spočívá ve vytvoření bariéry z infračervených paprsků, které jsou generovány a vyzařovány vysílačem a nasměrovány k přijímací části. Pokud dojde k přerušování paprsku tělem narušitele, dojde k vyhlášení poplachu. S tímto typem detektoru narušení se nejvíce setkáváme ve venkovním použití, ale stejného principu lze využít i ve vnitřních prostorech. Typické využití detektorů přerušování paprsku najdeme například v budovách, kde mají návštěvníci vymezený prostor, ve kterém se mohou pohybovat, a hranici, za kterou již nesmí jít.



Obr. 11. Přerušení paprsku [17]

Na obrázku číslo 11 je zobrazena možnost detekce neoprávněného vkročení osoby do zakázaného prostoru s využitím principu přerušení paprsků. Přerušení paprsku by znamenalo vyhlášení poplachu.

Nedostatky:

Rovněž detektor narušení využívající principu přerušení paprsku má své nedostatky, které spočívají zejména ve snížení intenzity paprsku částicemi kouře, nebo mlhou. Tyto jevy, které se vyskytují převážně ve vnějších prostorech, pak ve svém důsledku mohou vést ke snížení účinnosti detektoru narušení a možným planým poplachům.

2.2.4 Princip radaru

Radar je zkratkou pro anglická slova „Radio Detection and Ranging“. V překladu tato slova znamenají rádiové detekování a zaměřování. Princip radaru spočívá ve vysílání velmi krátkých impulsů rádiových vln směrem k předmětu, jehož vzdálenost od radaru chceme měřit. Tyto impulsy se od daného předmětu odrazí a vracejí se zpět jako ozvěna. Radar je složen z vysílače krátkých elektromagnetických vln a z přijímače. Vysílač vyšle několik krátkých impulsů, které jsou reflektorem soustředěny v určeném směru. Vysílač poté přestane vysílat a očekává na přijímači část odražených vln od překážky. Pouze impulsy, které dopadnou na objekt pod úhlem 90° , se odrazí zpět do antény. Stejná anténa, která vysílala krátké pulsy, je použita i pro příjem odražených vln. Vzdálenost je určována pomocí porovnání času vyslaného a přijatého signálu [18].

V prostorové ochraně se princip radaru využívá tak, že se při zastřežení daného prostoru vytvoří výchozí obraz prostoru s naměřenými vzdálenostmi objektů v chráněném prostoru, a jakákoli změna vzdálenosti, ať se jedná o pohyb objektu, nebo člověka, pak vede k vyhlášení poplachového signálu.

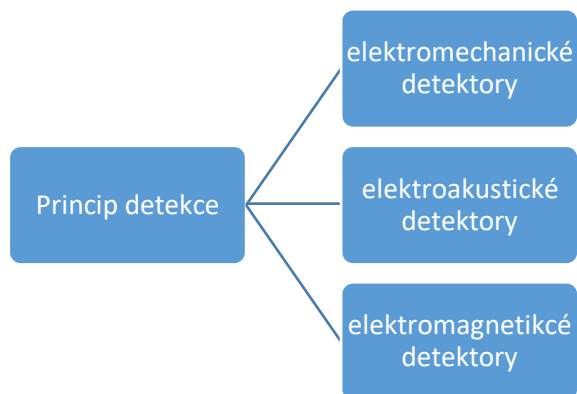
Výhodou bezesporu je, že radarový detektor narušení prostorové ochrany dokáže detekovat pohybující se objekty i přes zdi, a tedy nemusí mít přímý výhled na střežený prostor. Díky této vlastnosti můžeme detektor umístit skrytě před zrakem narušitele [19].

Nedostatky:

Účinnost principu radaru je snižována speciálními materiály, které dobře pohlcují elektromagnetické vlny a snižují odrazivost vln na velmi malou úroveň. Rovněž ta skutečnost, že k vysílači se odrazí pouze vlna dopadající pod úhlem 90° , je pro použití tohoto typu detektoru limitujícím faktorem, proto se v prostorové ochraně s touto technologií s nejvyšší pravděpodobností nesetkáme. V případě objektu se spoustou ostrých hran, které paprsky co nejvíce rozptylují do stran, by radar vyhodnotil, že se jedná o malou překážku. S popisovanou technologií se setkáme především v letectví.

2.3 Rozdělení detektorů narušení

Detektory narušení můžeme dělit na elektromechanické, elektroakustické a elektromagnetické [1].



Obr. 12. Rozdělení detektorů narušení [Vlastní zdroj]

2.3.1 Elektromechanické detektory

Elektromechanické detektory pracují na principu detekce mechanických změn. Mezi mechanické změny řadíme posuvný pohyb, vibrace a mechanické chvění. Detektor, který detekuje vibrace nebo mechanické chvění v chráněném prostoru, je přeměněn na střídavý elektrický

proud. Posuvný pohyb způsobuje sepnutí obvodu, čímž dojde k vyslání signálu poplachu [1].

2.3.2 Elektroakustické detektory

Elektroakustické detektory využívají ke své schopnosti detekovat narušitele akustické vlny. Aktivní elektroakustické detektory vysílají do střeženého prostoru akustické vlny na určitém kmitočtu a pomocí elektroniky je vyhodnocována změna frekvence odražené vlny. Pokud se v hlídaném prostoru nachází narušitel, dojde ke změně frekvence odražené vlny a detektor vyhlásí poplach. Druhým případem je pasivní elektroakustický detektor, který žádné vlny nevysílá, pouze vyhodnocuje přijaté signály ve střeženém prostoru [1].

2.3.2.1 Ultrazvukové detektory

Ultrazvukové detektory pracují s využitím akustických vln ve frekvenčním pásmu 20 až 60 kHz. Nejčastěji se však používá frekvence 40 kHz. Lidské ucho dokáže slyšet akustické vlny o frekvenci 20 Hz až 20 kHz, z toho plyne, že ultrazvukové detektory jsou pro lidské ucho neslyšitelné. Slyšitelná horní hranice se s věkem postupně snižuje, a to až k 10 kHz [20].

Detektor je rozdělen na dvě části, a to na přijímací a vysílací. Přijímací část vyhodnocuje změny přijaté akustické vlny, mezi které patří změna amplitudy, frekvence a fáze, které vznikají v důsledku pohybu případného narušitele v hlídaném prostoru. Tyto změny nastávají díky Dopplerovu jevu [21].

Zpracování přijatého signálu může probíhat buď analogově, nebo digitálně, avšak v dnešní době již převládají detektory, které signál zpracovávají digitálně. Digitální zpracování signálu probíhá pomocí mikropočítače, kdy je vstupní analogový signál zesílen a převeden pomocí A/D převodníku na digitální. Typický dosah ultrazvukových detektorů je 10 m.

Nedostatky ultrazvukových detektorů:

Předměty, které pohlcují zvuk, jako jsou závěsy či koberce, mohou negativně ovlivnit dosah ultrazvukových detektorů. Pozor si také musíme dát při přemísťování předmětů po instalaci detektoru, neboť může dojít ke vzniku interference vln a následného vyhlášení falešného poplachu. Z tohoto důvodu se nedoporučuje používání těchto detektorů v místnostech, kde častěji dochází k přemísťování objektů v chráněném prostoru, jako jsou skladiště. Při návrhu prostorové ochrany se také musí dbát na vhodné umístění detektoru. Nedoporučuje se umístění ultrazvukových detektorů do míst s prouděním vzduchu, a to ani nad zařízení určená

k vytápění. Další omezení při vybírání vhodného umístění se týkají širokospektrálních zdrojů zvuku, typicky starších telefonních přístrojů. I umístění několika ultrazvukových detektorů do jedné místnosti může vést k falešným poplachům, a to z důvodu interference akustických vln. Dalším zdrojem falešných poplachů může být zvuk vydávaný svazkem klíčů [1] [10].

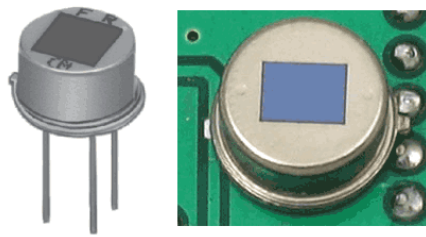
2.3.3 Elektromagnetické detektory

Elektromagnetický detektor může elektromagnetické vlny vysílat a odražené vlny vyhodnocovat, nebo je jen pasivně přijímat. V obou případech, pokud detektor vyhodnotí přítomnost narušitele, je vyslán signál poplachu.

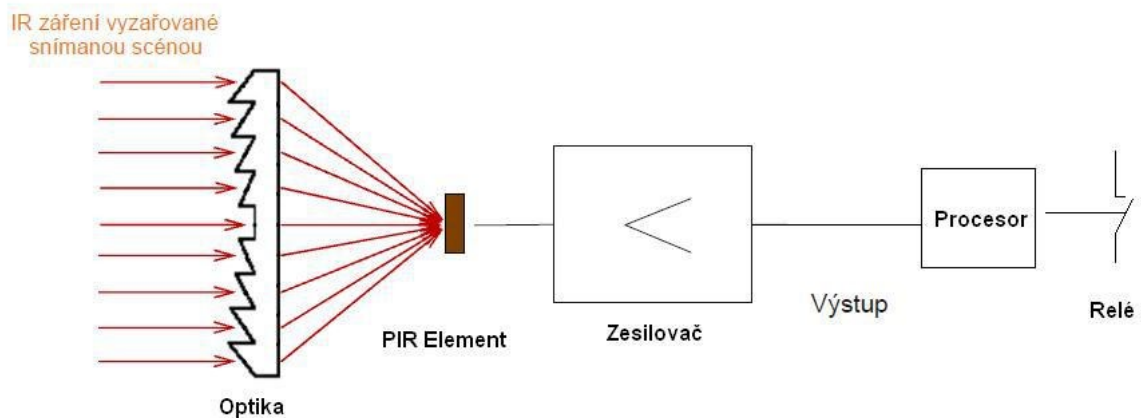
2.3.3.1 Pasivní infračervené detektory

Pasivní infračervené detektory pracují na principu změny ve vyzařování v infračerveném spektru elektromagnetických vln. Využívají faktu, že jakékoliv těleso, které má teplotu vyšší než $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nižší než $560\text{ }^{\circ}\text{C}$, je zdrojem vyzařování vlnění v infračerveném pásmu, jehož vlnová délka odpovídá teplotě tělesa. Teplota lidského těla se pohybuje přibližně mezi $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, s vlnovou délkou $9,4\text{ }\mu\text{m}$. [22]

Pasivní infračervené detektory, neboli PIR (Passive Infrared Receiver), jsou vybaveny pyroelektrickým elementem (PIR element, obrázek číslo 13), schopným detekovat infračervené záření, které na něj dopadá. Pokud se tedy změní intenzita infračerveného záření, které na tento pyroelektrický element dopadá, změní se i velikost elektrického povrchového náboje, která je měřena FET (Field-Effect Transistor) tranzistorem, umístěným přímo ve snímači. Před pyroelektrický element je umístěn filtr, který propustí infračervené záření pouze o vlnové délce 8 až $14\text{ }\mu\text{m}$, a tedy je schopen detekovat pohyb lidského těla. Před pyroelektrický element se také umístí optický systém, který rozdělí chráněný prostor na detekční zóny. Pokud v chráněném prostředí přechází člověk z jedné detekční zóny do druhé, je tímto generována změna elektrického povrchového náboje. Mezi optické systémy, které se v dnešní době používají, patří zrcadla, nebo levnější varianta, Fresnelovy čočky [23].

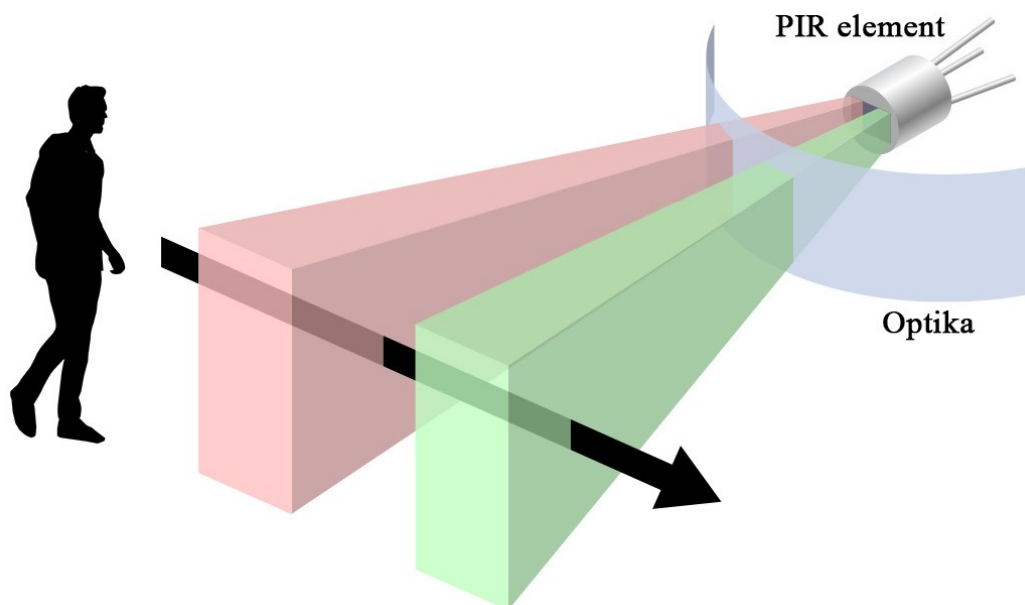


Obr. 13. PIR element [24]



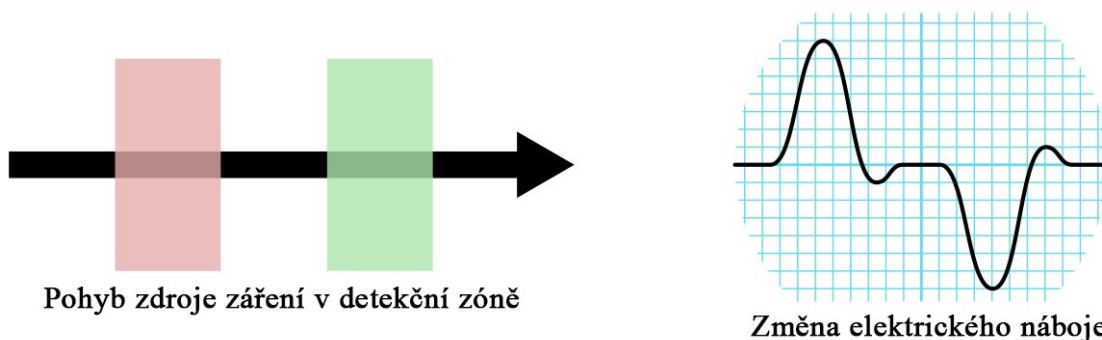
Obr. 14. Blokové schéma PIR detektoru [23]

Na obrázku číslo 14 je znázorněno blokové schéma PIR detektoru. Zesilovač, který je umístěný za PIR elementem, zesiluje změny elektrického náboje, procesor dále vyhodnocuje, zda se jedná o narušení chráněného prostoru, či nikoliv.



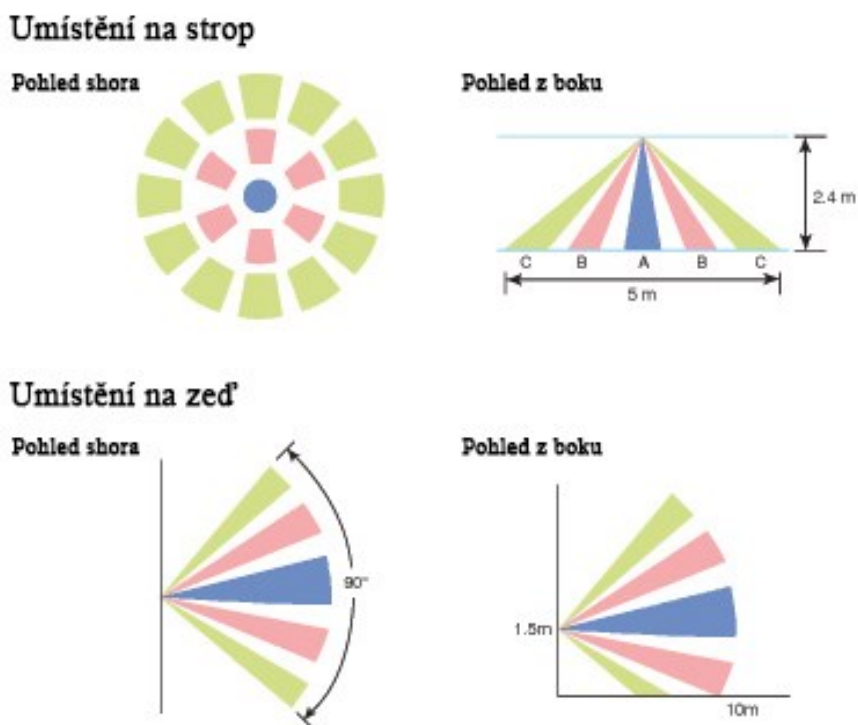
Obr. 15. Detekční zóny. Upraveno z [24]

Na obrázku číslo 15 jsou zobrazeny detekční zóny, které jsou vytvořeny v tomto případě pomocí Fresnelových čoček.



Obr. 16. Pohyb zdroje záření v detekční zóně. Upraveno z [24]

Na obrázku číslo 16 je zobrazen pohyb zdroje záření, čili lidského těla, v detekční zóně a změna elektrického náboje na povrchu PIR elementu.



Obr. 17. Detekční charakteristika. Upraveno z [24]

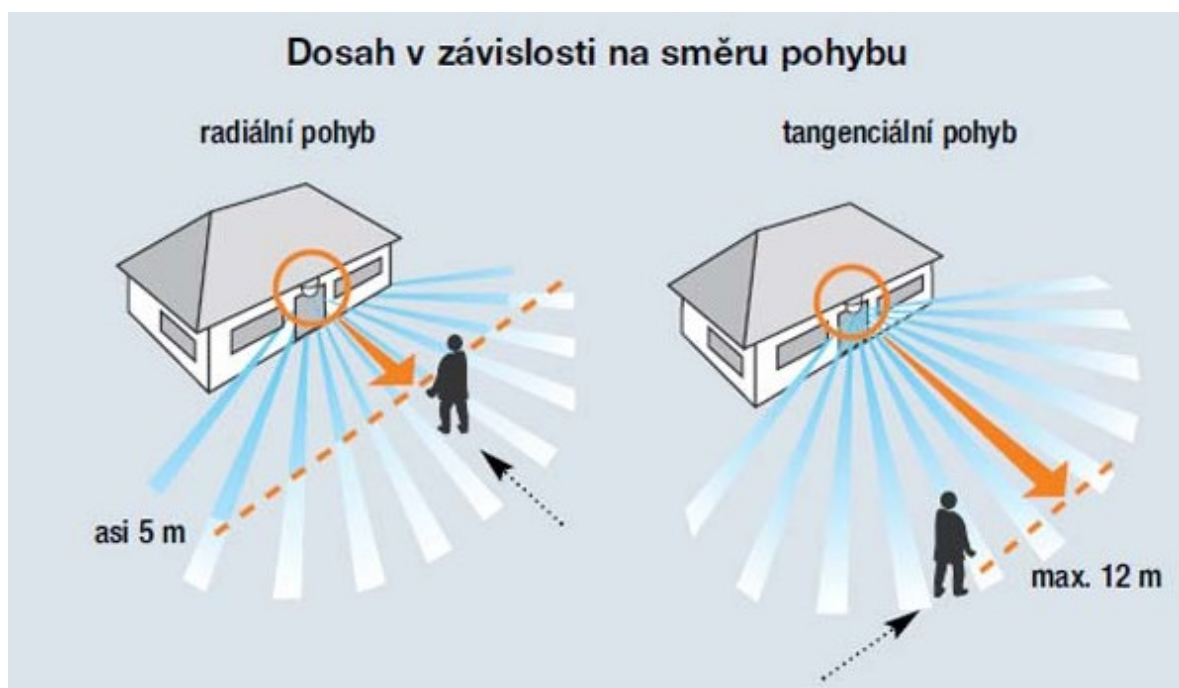
Pasivní infračervené detektory lze umístit nejen na stěnu místnosti, ale i na její strop. Na obrázku číslo 17 jsou zobrazeny detekční zóny v případě umístění detektoru narušení na strop místnosti a na zeď místnosti. Umístění detektoru narušení by nemělo být naproti oknům.

Mezi výhody pasivních infračervených detektorů můžeme zařadit jejich nízkou energetickou náročnost a schopnost detekce narušitele, který se k detektoru narušení přibližuje tangenciálně.

Nedostatky pasivních infračervených detektorů:

Nejčastější příčinou planých poplachů bývá jejich nevhodné umístění. V těsné blízkosti detektoru narušení nesmí být žádné objekty, které by detektoru narušení bránily ve výhledu. Dále by se v detekční zóně neměly vyskytovat předměty, které rychle mění svou teplotu, typicky elektrická kamna, a ani žádné jiné předměty s teplotou blízkou lidskému tělu, které se mohou pohybovat, a to například závěsy zahřáté topným tělesem, nebo sluncem [1] [25].

Dalším nedostatkem je citlivost v závislosti na směru pohybu vůči detektoru.



Obr. 18. Dosah detektoru v závislosti na směru pohybu [26]

Z obrázku číslo 18 je patrné, že citlivost PIR detektoru narušení na radiální pohyb je nižší, než jeho citlivost na pohyb tangenciální [26].

2.3.3.2 Mikrovlnné detektory

Mikrovlnné detektory patří mezi aktivní, tudíž vysílají elektromagnetické vlny a vyhodnocují změny frekvence vln odražených. Využívají k tomu stejně jako ultrazvukové detektory Dopplerova jevu. Tyto detektory narušení pracují v pásmech 2,5 GHz, 10 GHz a 24 GHz.

Mikrovlnný detektor narušení se skládá z vysílače a přijímače, které jsou umístěny v jednom pouzdře. Dosah mikrovlnných detektorů pro vnitřní použití se pohybuje mezi 15 až 30 metry [1].

Nedostatky mikrovlnných detektorů:

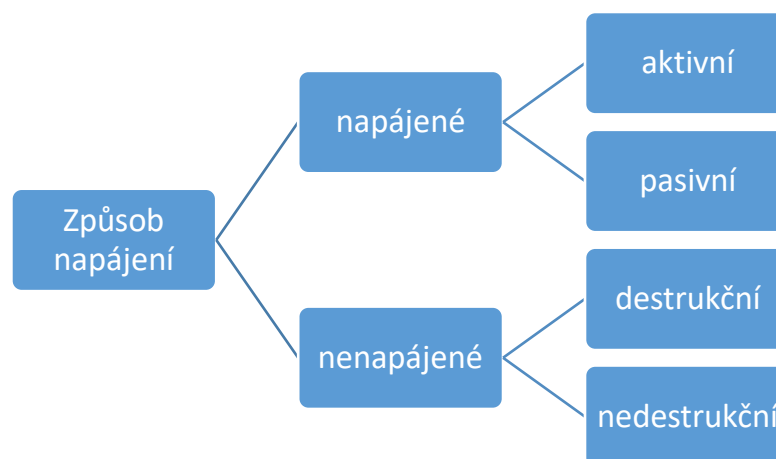
U mikrovlnných detektorů musíme počítat s vyšší četností falešných poplachů, protože jsou citlivé na rušení, které může pocházet mimo střeženou oblast [1].

2.3.3.3 Radarové detektory

Radarové detektory můžeme rozdělit do dvou skupin z pohledu konstrukce, a to na detektory, které mají vysílač i přijímač v jednom pouzdře, a detektory, které mají vysílací a přijímací část zvlášť. Nevýhoda varianty vysílače i přijímače v jednom pouzdře je v dosahu, který je třetinový. Další nevýhodou radarových detektorů je v pořizovací ceně, která je oproti jiným technologiím vyšší. Výhodou je naopak jednodušší instalace detektoru. I u radarových detektorů se využívá princip Dopplerova jevu [27].

2.3.4 Rozdělení detektorů narušení dle způsobu napájení

Detektory narušení můžeme dělit podle různých kritérií. Podle způsobu napájení můžeme detektory narušení rozdělit na napájené a nenapájené. V prostorové ochraně se můžeme setkat s napájenými i nenapájenými detektory narušení. V dnešní moderní době bude patrně převládat zastoupení napájených detektorů narušení.



Obr. 19. Rozdělení detektorů dle způsobu napájení [Vlastní zdroj]

2.3.4.1 Napájené detektory narušení

Napájené detektory narušení potřebují ke své činnosti elektrický proud, který jim může poskytnout buď baterie, nebo napájení z elektrické sítě objektu. Pokud bychom chtěli umístit detektor narušení v historicky chráněném objektu, například v historické budově, zámku, hradu a podobně, pravděpodobně bychom narazili na nemožnost dodatečné instalace napájecích kabelů k detektorům narušení. V tomto případě bychom museli využít již zmíněné možnosti napájení pomocí baterie. Baterii můžeme využít i jako záložní zdroj, pokud nastane výpadek elektrické energie [1].

Napájené detektory narušení se dále dělí na aktivní a pasivní, podle toho, zdali musí vyzařovat signál, či nikoliv. Aktivní detektory narušení vysílají signál do hlídaného prostoru v podobě akustických nebo elektromagnetických vln. Oproti pasivním detektorům mají nevýhodu ve vyšší náročnosti na odebíraný elektrický proud a také jsou snadněji zjištělné narušitelem. Nevýhodou pasivních detektorů je větší míra hlášení planých poplachů [1].

2.3.4.2 Nenapájené detektory narušení

Detektory narušení, které nepotřebují elektrický proud, jsou v podstatě jednoduché systémy, které jsou založeny na principu přerušení nebo spínání metalického vodiče. Tyto detektory narušení můžeme dále dělit na destrukční a nedestrukční, a to podle toho, zda při aktivaci poplachového signálu dojde k nevratným změnám v samotném detektoru. Mezi destrukční detektory narušení patří například fóliové polepy. Principem je detekce přerušení poplachové smyčky, kterou tvoří fóliové polepy s hliníkovou fólií. Detektory narušení nedestruktivní, mezi které patří například magnetické kontakty a mikrospínače, mohou hlásit narušení prostoru opakovaně [1].

Dílčí závěr

V této kapitole byly analyzovány principy činnosti detektorů narušení prostorové ochrany. Pro výběr vhodného detektoru narušení v chráněném prostoru je třeba znát, v jakém prostředí bude detektor použit. Každý princip detekce má své výhody, ale také nevýhody, na které je potřeba při navrhování prostorové ochrany myslet.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 SPECIFIKACE ZÁKLADNÍCH TYPŮ DETEKTORŮ

V praktické části bude provedena analýza zástupců jednotlivých typů detektorů narušení prostorové ochrany, a to konkrétně:

- pasivního infračerveného detektoru,
- mikrovlnného detektoru,
- infračervené bariéry,
- radarového detektoru,

dále duálních detektorů, a to:

- pasivního infračerveného detektoru s mikrovlnným detektorem a
- pasivního infračerveného detektoru s ultrazvukovým detektorem.

V druhé části této kapitoly je zpracován ideový návrh ideálního detektoru narušení prostorové ochrany.

3.1 Analýza zástupců jednotlivých typů detektorů narušení

Možností zabezpečení objektů pomocí prostorové ochrany je mnoho. Každá technologie zabezpečení nabízí jak klady, tak i zápory. Vždy záleží na použití v konkrétním prostoru a objektu, kdy nás případné nedostatky dané technologie nebudou při střežení limitovat.

3.1.1 Pasivní infračervený detektor

Mezi nejpoužívanější detektory narušení patří pasivní infračervené detektory narušení, a to zejména pro svou nízkou cenu, nízkou spotřebu elektrické energie a vysokou míru spolehlivosti. Jako zástupce PIR detektorů byl vybrán model AS-DPD01. Jedná se o drátový detektor s úhlem detekce 110 °, který digitálně zpracovává poplachové signály, má nastavitelnou citlivost detekce a používá Fresnelovu čočku. Tento model garantuje vysokou spolehlivost a odolnost vůči falešným poplachům díky digitálnímu zpracování signálů. Dále je detektor narušení vybaven funkcí tamper, která při neoprávněné manipulaci s detektorem narušení informuje ústřednu o sabotáži. Detektor narušení je vybaven červenou LED diodou, která indikuje pohyb osoby v detekční zóně. Další funkcí LED diody je indikace poplachu. LED diodu lze pomocí jumperu deaktivovat, a tím do jisté míry stížit narušiteli možnost zjištění, že byl vyhlášen poplach. [28].

Mezi výhody tohoto pasivního infračerveného detektoru narušení patří možnost nastavení ze dvou úrovní citlivosti PIR elementu. Snížením citlivosti můžeme docílit snížení počtu

planých poplachů. Další výhodou tohoto detektoru narušení je funkce teplotní autokompence, která má za cíl udržovat vysokou schopnost detekce vůči planým poplachům v prostorech s velkým rozsahem teplot. [28]

Nedostatky tohoto detektoru narušení spočívají v samotných limitacích fyzikálního jevu emisivity, mezi které patří snížená schopnost detekce narušitele v případě velmi vysokých teplot uvnitř hlídaného prostoru. Mezi nedostatky můžeme dále zařadit schopnost detekce v případě velmi pomalého pohybu narušitele uvnitř detekční zóny.

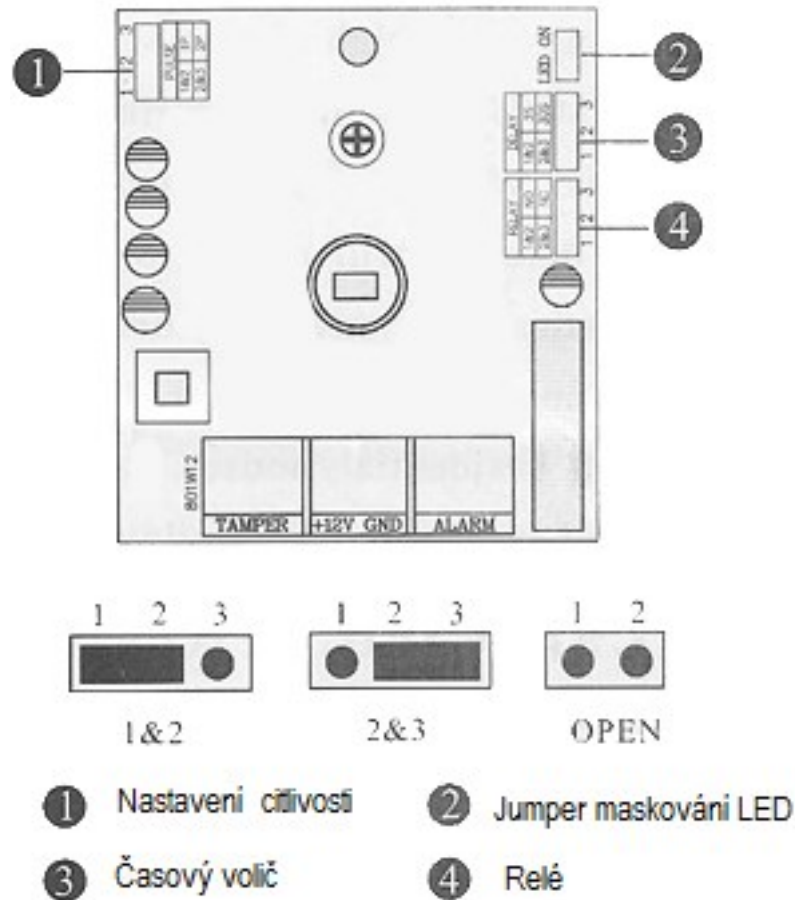


Obr. 20. PIR detektor AS-DPD01.

Upraveno z [28]

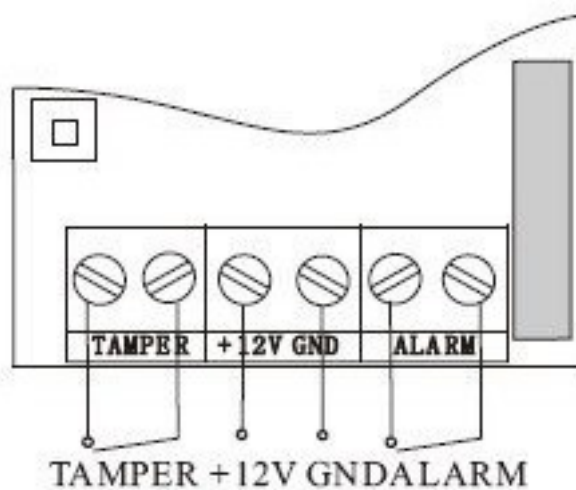
Tabulka 2. Technické parametry PIR detektoru AS-DPD01 [28]

Pracovní napětí:	9 – 12 V
Spotřeba proudu při přenosu:	Méně, jak 18 mA
Detekční vzdálenost:	12 m (při 25° C)
Detekovatelná rychlost narušitele:	0,3 m/s – 3,0 m/s
Alarmový výstup:	N.C. – klidový stav, N.O. – poplachový stav
Rozměry:	106 x 62 x 46 mm



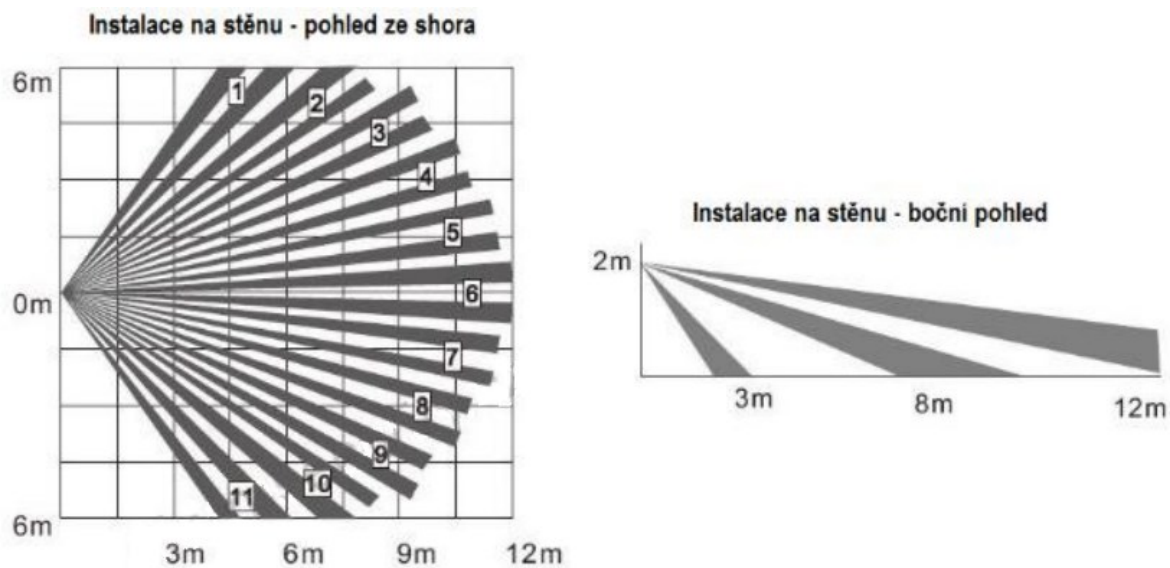
Obr. 21. Pohled po odejmutí čelního krytu. Upraveno z [28]

Na obrázku číslo 21 je zobrazen a popsán pohled na detektor narušení AS-DPD01 a jeho části po odejmutí čelního krytu.



Obr. 22. Schéma zapojení. Upraveno z [28]

Na obrázku číslo 22 je zobrazeno zapojení smyčky pro funkci tamper, a dále poplachové svorky alarmu.



Obr. 23. Detekční charakteristika detektoru narušení AS-DPD01 [28]

Mikrovlnný detektor narušení

V dnešní době se mikrovlnné detektory narušení nepoužívají samostatně pro detekci narušení vnitřního prostoru. Mikrovlnný detektor, sloužící k detekci narušení prostoru, se používá společně s pasivním infračerveným detektorem, jehož zástupce je popsán v textu níže. Následující zástupce mikrovlnných detektorů pohybu pro vnitřní použití je od výrobce NBB Bohemia s označením ST752. Detektor vyzařuje mikrovlnné vlny o frekvenci 5,8 GHz. Jeho maximální dosah činí 12 m a má vertikálně nastavitelný směr snímání v rozmezí 0 až 60 °. Primárně se využívá pro ovládání osvětlení v případě detekce osoby v detekční zóně, za pomoci mikrovlnných vln [29].

Mezi výhody tohoto detektoru řadíme nastavitelnou citlivost na pohyb v detekční zóně.

Jak již bylo zmíněno, samotný mikrovlnný detektor se již pro detekci narušení vnitřního prostoru nepoužívá, a proto se tato práce jeho popisu blíže nevěnuje.



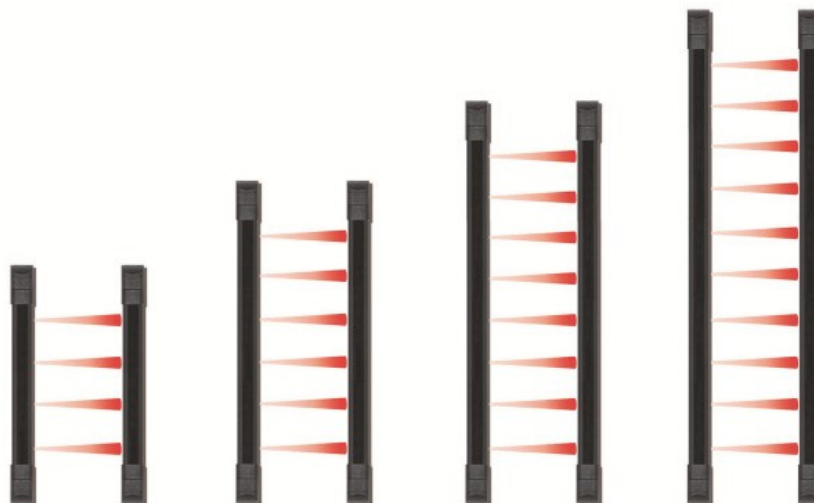
Obr. 24. Mikrovlnný detektor ST752 [29]

Tabulka 3. Technické parametry mikrovlnného detektoru ST752 [29]

Pracovní napětí:	240 V
Vysílací výkon:	0,2 mW
Detekční vzdálenost:	12 m
Horizontální úhel detekce:	180 °
Nastavení úrovně intenzity osvětlení, při níž čidlo detekuje pohyb:	2-2000 lx
Stupeň krytí	IP 54
Rozměry:	95 x 85 x 86 mm

3.1.2 Infračervená bariéra

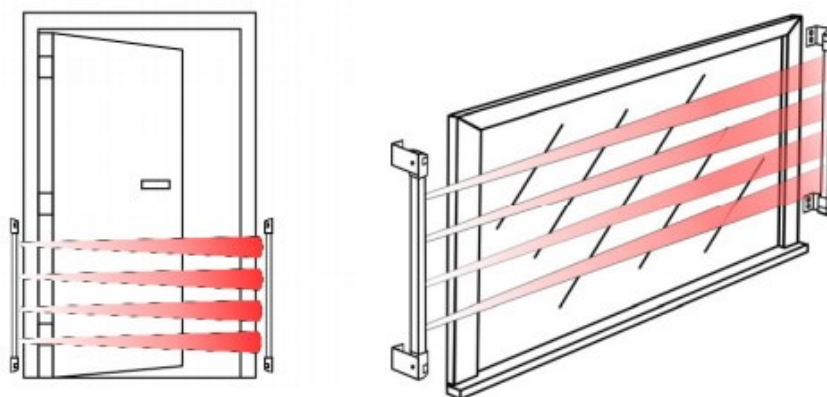
Jako zástupce infračervených bariér byl vybrán produkt s označením E-9660-8B25 řady Enforcer, což je produktová řada společnosti SECO-LARM, která se již 50 let zabývá produkty, jež pomáhají chránit majetek před zloději.



Obr. 25. Varianty počtu paprsků infračervených bariér [30]

Tato infračervená bariéra může být instalována v blízkosti oken, dveří, a to jak ve vnitřním, tak i venkovním použití. Takové použití je možné díky stupni krytí IP54, který poskytuje ochranu proti stříkající vodě z každého směru a částečnou ochranu před prachem. Popisovaný model disponuje 8 paprsky, avšak k dispozici jsou i varianty se 4, 6 a 10 paprsky. Tato infračervená bariéra nabízí možnost naprogramování, zda se vyhlásí poplachový signál již při přerušení jednoho paprsku, nebo zda dojde k vyhlášení při přerušení minimálně dvou paprsků. Dále poskytuje ochranu proti neoprávněné manipulaci, kdy při přerušení napájení spouští poplachový signál. Další výhodou je možnost výběru ze tří přednastavených frekvencí paprsků, a to z důvodu eliminace možnosti interference, pokud by bylo umístěno více infračervených bariér vedle sebe [30].

Mezi nevýhody můžeme zařadit možnost ovlivnění infračerveného paprsku mlhou, kouřem, popřípadě svitem slunečního záření, které by směřovalo do přijímací části infračervené bariéry. V případě prostorové ochrany jsou však tyto nevýhody z velké části irelevantní.



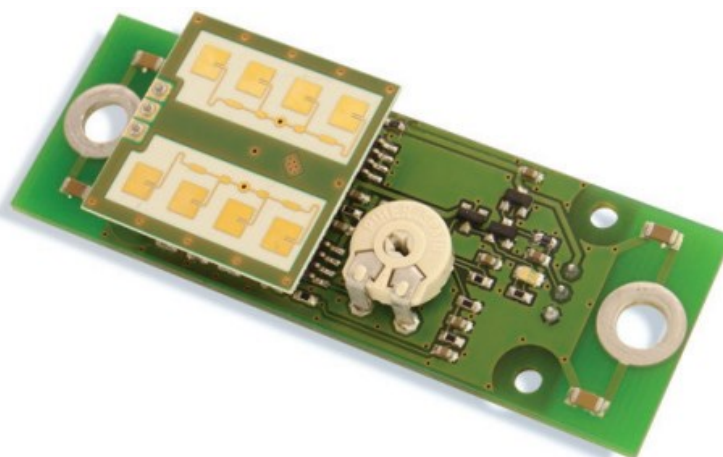
Obr. 26. Možnosti instalace infračervené bariéry [30]

3.1.3 Radarový detektor narušení

V kategorii radarových detektorů narušení byly vybrány dva produkty. V případě prvního se jedná o samostatný modul bez pouzdra, u druhého se již jedná o komplexní radarový detektor narušení.

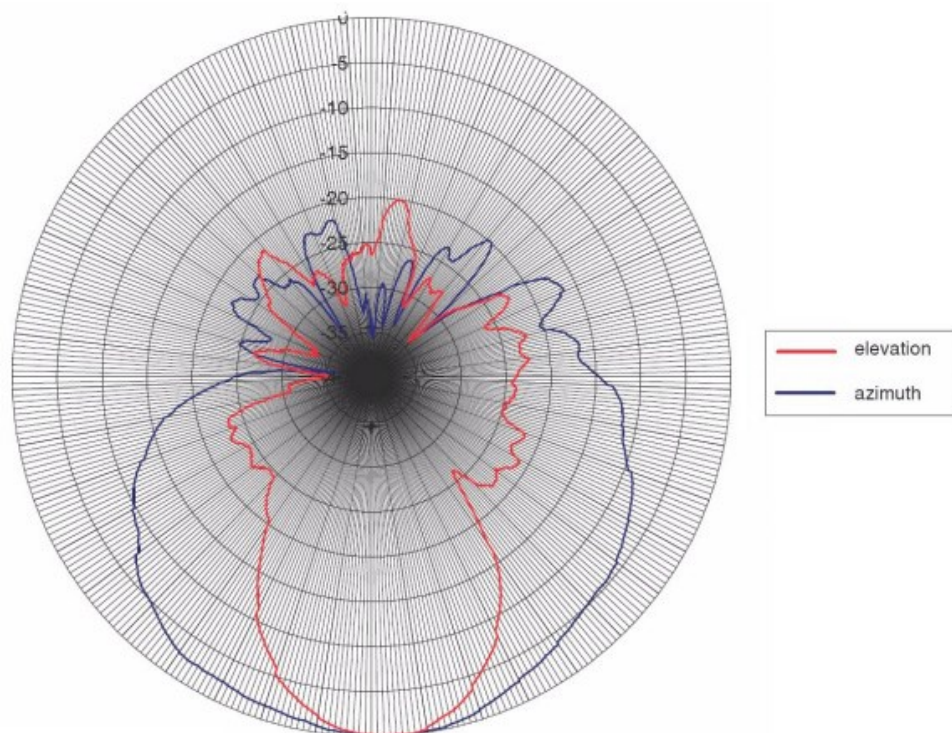
3.1.3.1 Radarový modul detektoru pohybu RAD-MOD

Radarový detektor pohybu RAD-MOD vyrábí německý výrobce B & B Thermo-Technik. Jedná se o modul bez pouzdra, který je určen k instalaci do zařízení na míru. Je vhodný pro širokou škálu aplikací, kde je třeba registrovat přítomnost nebo pohyb osob, popřípadě narušitele. Citlivost na pohyb je v případě tohoto detektoru narušení extrémně vysoká, takže odhalí i velmi pomalý pohyb blížící se klidu, což je značná výhoda. Citlivost lze navíc regulovat potenciometrem, tudíž je zde možnost přizpůsobení detektoru narušení přesně pro konkrétní použití. RAD-MOD splňuje normy Evropského ústavu pro telekomunikační normy. [31]



Obr. 27. Radarový detektor narušení pohybu [31]

Velkou výhodou oproti pasivním infračerveným detektorům je, že radarové detektory narušení jsou velmi citlivé na radiální pohyb, na tangenciální pohyb jsou však citlivější pasivní infračervené detektory. Radarové detektory se proto velmi často kombinují s pasivními infračervenými detektory v podobě duálních detektorů narušení. Mezi výhody radarových detektorů můžeme zařadit schopnost proniknout téměř všemi nekovovými materiály, například v podobě dřeva, umělé hmoty a keramiky. Tuto vlastnost můžeme využít pro skrytou montáž, a tedy jako ochranu proti sabotáži tohoto detektoru narušení. Detektor snímá pohyb osob v rozsahu 4 až 15 metrů [31].



Obr. 28. Detekční charakteristika radarového detektoru RAD-MOD [31]

Tabulka 4. Technické parametry radarového detektoru pohybu [31]

Napájecí napětí:	12 V
Frekvence:	24,0 – 24,25 GHz
Úhel detekce horizontální:	80 °
Úhel detekce vertikální:	32 °
Maximální dosah:	15 m

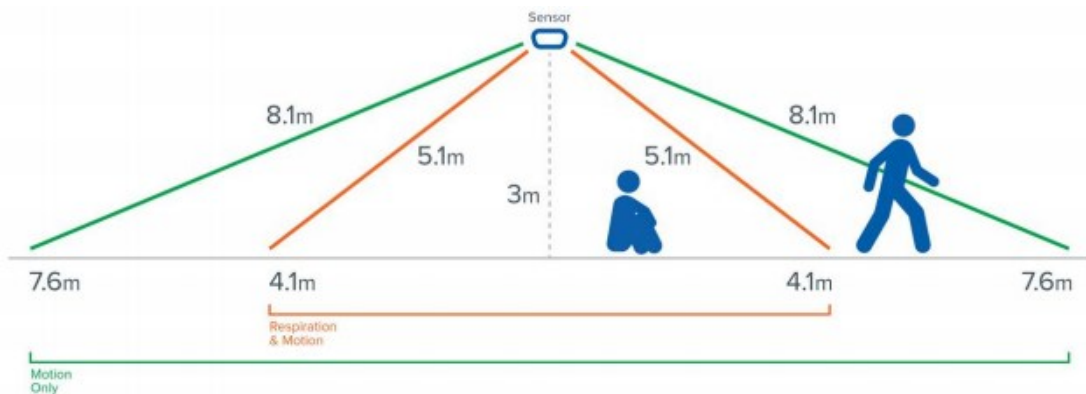
3.1.3.2 Radarový detektor pohybu Avigilon APD-S1-D

Radarový detektor narušení pohybu Avigilon APD-S1-D vyniká svými schopnostmi detekovat pohyb případného narušitele i přes překážky, jako jsou materiály ze dřeva, lepenky, popřípadě zdi ze sádkartonu. Mezi další schopnosti můžeme zařadit samoučící proces, kdy si neustále skenuje místo instalace, a následně tím sníží četnost planých poplachů na minimum. Zmíněný detektor narušení pracuje na principu širokopásmového impulzního radaru. Daný detektor narušení lze připojit k ústředně pomocí kabelu s konektorem RJ-45. Jedná se tedy o klasický LAN kabel, který zároveň slouží i jako zdroj elektrické energie, díky podpoře technologie PoE, neboli Power over Ethernet. Dále podporuje protokol Simple Network Management Protocol (SNMP), díky kterému lze tento detektor narušení vzdáleně

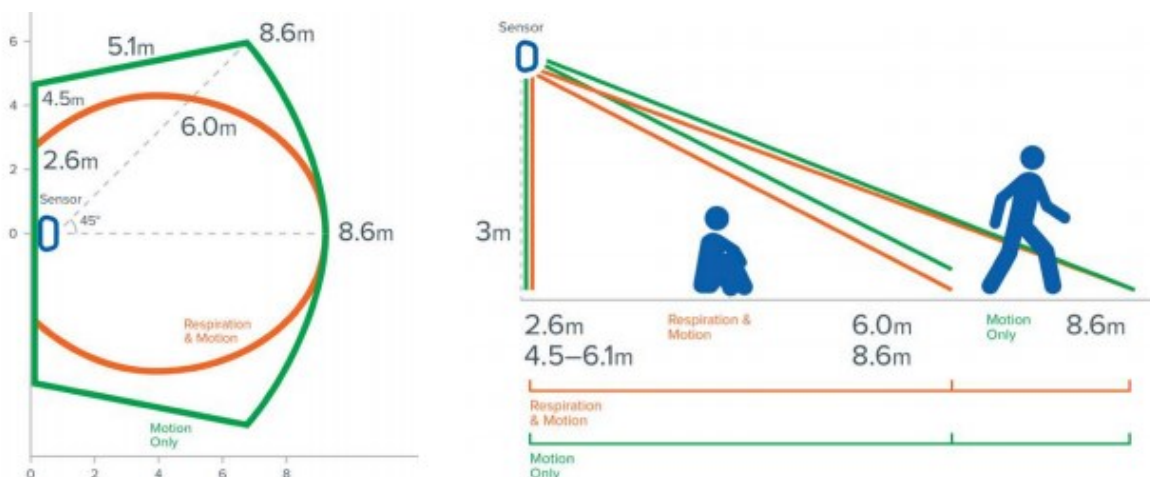
administrovat. Detektor narušení lze instalovat jak na strop, tak i na stěnu. Na obrázcích 30 a 31 je zobrazena detekční charakteristika u obou možností instalace [19].



Obr. 29. Radarový detektor narušení Avigilon [19]



Obr. 30. Detekční charakteristika stropní instalace [19]



Obr. 31. Detekční charakteristika - instalace na zeď [19]

Oranžová výseč na obrázcích 30 a 31 označuje schopnost detekce přítomnosti narušitele při pouhém dýchání, bez nutnosti pohybu narušitele.

Tabulka 5. Technické parametry radarového detektoru pohybu Avigilon [19]

Frekvence:	6,0 – 8,5 GHz (střední frekvence 7,2 GHz)
Použití:	Pouze vnitřní
Stupeň krytí:	IP3x
Napájení	Pomocí PoE (3 W)

Výrazná výhoda tohoto produktu je v schopnosti detekce narušitele i v případě, kdy je skryt za překážkou, nepohybuje se, a pouze dýchá [19].

3.1.4 Duální detektory narušení

Duální detektory narušení využívají k detekci narušení dva nezávislé způsoby monitorování pohybu. Kromě pasivního infračerveného detektoru jsou také vybaveny mikrovlnným detektorem nebo ultrazvukovým detektorem. Díky těmto kombinacím se výrazně zvyšuje jejich odolnost vůči planým poplachům, protože se poplachový signál vyhláší na základě logického součinu jednotlivých detektorů. V popisu konkrétního produktu se většinou uvádí zkratka MW (microwave) pro mikrovlnné detektory narušení a US (ultrasonic) pro ultrazvukové detektory narušení.

Duální detektor: Pasivní infračervený detektor s mikrovlnným detektorem

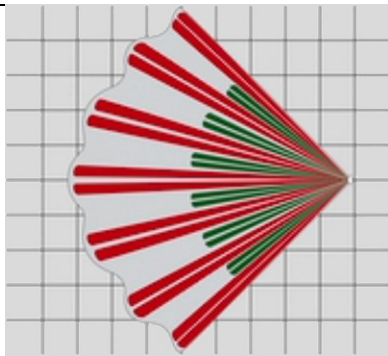
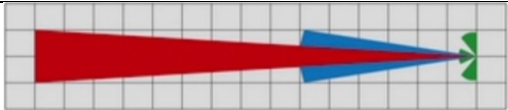

Zástupce duálních detektorů narušení v kombinaci pasivních infračervených detektorů narušení s mikrovlnným detektorem má označení SLIM-DUAL-PRO od výrobce Satel. Mezi výhody detektoru SLIM DUAL-PRO patří dynamicky se přizpůsobující algoritmus detekce pohybu změnám okolní teploty. Tím dochází ke snížení četnosti falešných poplachů způsobených rychlými změnami teploty v daném prostoru. Další nespornou výhodou je možnost výměny přední části s čočkou, čímž lze přizpůsobit každý detektor narušení dané místnosti. Standardně jsou osazeny širokoúhlé čočky, avšak volitelně jsou k dispozici také záclovové a čočky s dlouhým dosahem. Integrované naklápěcí zrcátko pak umožňuje sledování prostoru přímo pod detektorem narušení. Detektory narušení jsou dále vybaveny funkcí antimasking, která signalizuje pokusy o jejich deaktivování zakrytím čočky. K dispozici je i možnost vzdálené konfigurace citlivosti, která nabízí dvě úrovně [32].



Obr. 32. SLIM
DUAL-PRO [32]

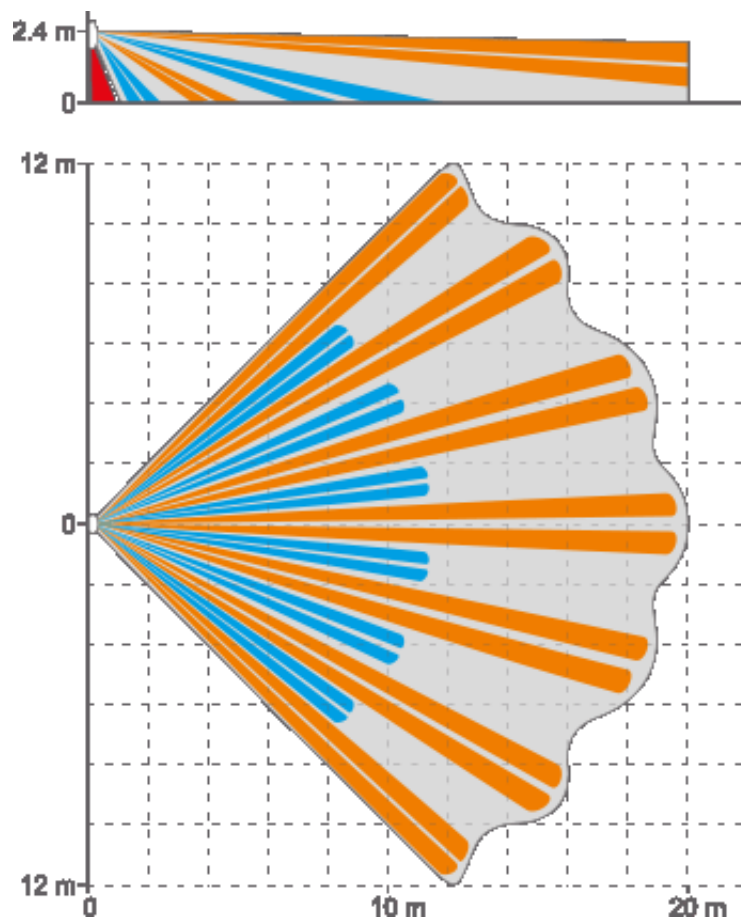
V následující tabulce je přehled čoček, které lze u detektoru narušení SLIM DUAL-PRO snadno vyměnit, a tím přizpůsobit detekční charakteristiku detektoru narušení tak, aby vyhovovala potřebám chráněného prostoru.

Tabulka 6. Pokrytí prostoru s různými čočkami [32]

Použitá čočka	Rozměry detekovatelného prostoru	Detekční charakteristika
Standardní širokoúhlá	20 m x 24 m	 <p>Obr. 33. Detekční charakteristika [33]</p>
S dlouhým dosahem	28 m x 3,6 m	 <p>Obr. 34. Detekční charakteristika [33]</p>
Záclonová	22 m x 2 m	 <p>Obr. 35. Detekční charakteristika [33]</p>

Tabulka 7. Technické parametry duálního detektoru narušení SLIM DUAL-PRO [32]

Napájecí napětí:	12 V
Proudová spotřeba detektoru, klidový stav:	21 mA
Proudová spotřeba detektoru, maximální:	85 mA
Frekvence:	24,125 GHz
Detekovatelná rychlost narušitele:	0,3 m/s - 3 m/s
Vyhovuje standardům:	EN 50131-1, EN 50131-2-2, EN 50130-4, EN 50130-5
Rozměry:	62 x 137 x 42 mm



Obr. 36. Detekční charakteristika širokoúhlé čočky [32]

Duální detektor: Pasivní infračervený detektor s ultrazvukovým detektorem

Duální detektory využívající pasivní infračervený detektor a ultrazvukový detektor se používají u rozlehlých prostorů, jako jsou například kanceláře s buňkami, nebo takzvané open space kanceláře. Ultrazvukový detektor dokáže zachytit například zvuk při psaní na klávesnici počítače, nebo otáčení stránky knihy [34].

Následující produkt je určen spíše k detekci přítomnosti osob na pracovišti a podle toho upravuje osvětlení. Výhodou tohoto produktu je pokrytí až 110 m² velké plochy, a to díky ultrazvukovému detektoru [34].



Obr. 37. PIR+US detektor [34]

3.2 Ideální detektor narušení prostorové ochrany

Požadavky na ideální detektor narušení prostorové ochrany lze snadno specifikovat, ale je nemožné, abychom veškeré požadavky na ideální detektor narušení splnili. Každá varianta současných řešení nabízí jak výhody, tak i nevýhody.

Požadavky na ideální detektor narušení

Hlavním úkolem detektorů narušení je detekce přítomnosti narušitele v požadovaném prostoru, proto je mezi požadavky na prvním místě ideálního detektoru narušení spolehlivost zachycení narušení prostoru neboli spolehlivost detekce narušitele. Se spolehlivostí detekce úzce souvisí dosah a detekční charakteristika detektoru narušení. Ideální detektor narušení by měl pokrýt veškerý prostor určený ke střežení tak, aby se v něm nenacházela místa, která by nebyla monitorována detektorem narušení. Co se týče falešných a planých poplachů, ani jeden z těchto druhů není žádoucí, a u ideálního detektoru narušení by se jejich četnost měla rovnat nule. Dalším požadavkem na ideální detektor narušení je spolehlivá komunikace

s ústřednou. V dnešní době můžeme využít komunikaci pomocí kabelů, nebo bezdrátovou komunikaci. Komunikace pomocí kabelů je patrně spolehlivější, avšak náchylnější na přerušování narušitelem, pokud nejsou kabely pečlivě ukryty, například ve zdi objektu. Odběr elektrické energie by u ideálního detektoru narušení měl být co nejnižší. Tento požadavek je značně důležitější v případě, že se jedná o variantu napájení detektoru narušení pomocí baterie. Mezi další požadavky patří vyhlášení poplachu pouze v případě, kdy dojde k narušení prostoru narušitelem. Nežádáno se stává, že dojde k vyhlášení poplachu například fyzickou ostrahou.

3.2.1 Porovnání technologií detektorů narušení

V této podkapitole je provedeno porovnání pasivních infračervených detektorů narušení, ultrazvukových detektorů narušení, radarových detektorů narušení a detektorů narušení na bázi infračervené bariéry z několika pohledů. Mezi vlastnostmi, které jsem porovnával, jsou dosah detektoru narušení, rychlost pohybu, při kterém detektor narušení detekuje narušitele, pořizovací cena, odolnost vůči planým poplachům a možnost proniknutí překážkou. Každá vlastnost konkrétního typu detektorů narušení byla ohodnocena od jednoho do tří bodů, přičemž čím více bodů ve výsledném součtu daný typ detektoru narušení získal, tím lépe.

Tabulka 8. Porovnávání detektorů narušení

	Pasivní infračervený detektor	Ultrazvukový detektor	Radarový detektor	Infračervená bariéra
Dosah detektoru	1	1	3	1
Rychlost pohybu	1	3	3	1
Pořizovací cena	3	3	1	3
Odolnost vůči planým poplachům	1	1	3	2
Možnost proniknutí překážkou	1	1	3	1
Výsledný počet bodů	7	9	13	8

Výsledky porovnání

Radarový typ detektoru získal 13 bodů z možných 15 a zařadil se tak na první místo. Na druhém místě se umístily detektory ultrazvukové s 9 body. O bod méně získaly detektory typu infračervené bariéry a na pomyslném posledním místě jsou pasivní infračervené detektory. Nutno podotknout, že bodový rozdíl byl na druhém až čtvrtém místě minimální. I z tohoto důvodu nelze vyvodit závěr, že pasivní infračervené detektory narušení bychom neměli používat. Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, vždy záleží na konkrétním prostoru, který se bude zabezpečovat.

V mém návrhu na ideální detektor narušení vychází volba na typ radarového detektoru, který by byl doplněn o možnost identifikace osob, a o záložní komunikaci. Bližší specifikace tohoto rozšíření se nachází v následujícím textu.

3.2.2 Identifikace osob

Současné detektory narušení vyhlásí poplach v případě, že jsou aktivované, a že se potenciální pachatel ocitne v detekční zóně detektoru narušení. I v případě, pokud by se jednalo například o zaměstnance fyzické ostrahy společnosti, která chrání svůj prostor detektory narušení, by došlo k vyhlášení poplachového signálu. Z tohoto důvodu byl navrhnout způsob identifikace osob v detekční zóně, aby docházelo k vyhlášení poplachu pouze při narušení prostoru narušitelem.

Návrh na identifikaci osob pomocí technologie Bluetooth

V dnešní době máme u sebe neustále svůj mobilní telefon, popřípadě jinou nositelnou elektroniku jako jsou chytré hodinky a náramky vybavené Bluetooth modulem, který vysílá elektromagnetické vlny ve frekvenčním pásmu 2,4 GHz. Pokud by se do detektoru narušení umístil Bluetooth modul, který by aktivně vyhledával přítomnost dalšího zařízení v blízkosti, mohl by detektor narušení vyhodnocovat, zda se jedná o již známá, dříve povolená zařízení, nebo o neznámé zařízení. Toto vyhodnocení by mohlo probíhat na základě Media Access Control (MAC) adresy bluetooth modulu. MAC adresa Bluetooth modulu se skládá ze 48 bitového unikátního identifikátoru. V případě neznámého zařízení by následně vyhlásil poplachový signál. Zmíněné řešení by mohlo být dále vylepšeno o potvrzení otiskem prstu na mobilním zařízení v konkrétním časovém limitu, za účelem ověření, zda se skutečně jedná o zaměstnance ostrahy. Další možnost vylepšení se ukrývá v centrální databázi povolených MAC adres umístěných na ústředně, ke které se jednotlivé detektory narušení připojují.

Tímto způsobem by se následně dal kontrolovat pohyb fyzické ostrahy, případně i zaměstnanců v pracovní době, pokud by to daná společnost u svých zaměstnanců vyžadovala.

Identifikace pomocí technologie RFID

Na stejném principu jako zmíněné technologie Bluetooth by mohla pracovat identifikace na základě aktivního Radio Frequency Identification (RFID) čipu, což může být plastová karta zaměstnance, která ovšem musí být napájena baterií. Oproti pasivní RFID nabízí aktivní verze dosah až 100 m na volném prostranství. V případě zastavěné oblasti, potažmo vnitřních prostorů to bude méně, avšak pro účely identifikace zaměstnance pomocí mého návrhu bude tento dosah dostačující.

Vyhodnocení technologií

Navrhované systémy identifikace osob mají své limity, v obou případech se jedná o technologie, které vyžadují vlastní zdroj elektrické energie v podobě akumulátoru. Dalším úskalím je případná krádež RFID identifikátoru. Pokud by došlo k odcizení RFID identifikátoru narušitelem, případná přítomnost tohoto narušitele ve střeženém prostoru by signál poplachu nespustila. U navrhovaného systému s technologií Bluetooth lze využít již stávající chytré mobilní telefony disponující čtečkou otisku prstů. Do mobilních telefonů by se nainstalovala naprogramovaná aplikace ověřující, zda se jedná o osobu, která ani svou přítomností v zastřežené oblasti nevyvolá signál poplachu. Tento návrh by mohl najít své využití i při zaznamenávání pohybu zaměstnanců na pracovišti, anebo by mohl sloužit jako doklad o provedené obhlídce ostrahy.

Návrh bezpečnostního Bluetooth identifikátoru

Na obrázku číslo 38 je zobrazen návrh bezpečnostního Bluetooth identifikátoru. Jednalo by se o zařízení, které by nosil každý zaměstnanec fyzické ostrahy u sebe. Toto zařízení by obsahovalo Bluetooth modul, kterým by se neutralizoval aktivní stav blízkých detektorů narušení při obchůzkách. Před samotnou obchůzkou by se zaměstnanec ostrahy verifikoval pomocí čtečky otisku prstu zabudované do displeje identifikátoru. Identifikátor by dále obsahoval WiFi modul a eSIM, což je integrovaný čip podobný klasické SIM kartě. Díky eSIM by se identifikátor připojoval na internetovou síť, v případě, kdy by k tomu nemohl využít WiFi modul. I při samotné obchůzce by fyzická ostraha mohla dostávat notifikaci o spuštění signálu poplachu s přesným umístěním detektoru narušení, který poplach spustil. Identifiká-

tor by měl možnost bezdrátového nabíjení, pro komfortní nabíjení obsluhou. Co se týče rozměrů, zařízení by bylo kompaktní a pravděpodobně menší, než chytré mobilní telefony dnešní doby.



Obr. 38. Návrh bezpečnostního identifikátoru [Vlastní zdroj]

3.2.3 Komunikace s ústřednou

Spojení detektoru narušení s ústřednou poplachového zabezpečovacího systému je v dnešní době možné za pomoci kabelů nebo bezdrátově. Obě varianty mají své výhody i nevýhody, pro zvolení optimální varianty vycházíme z konkrétních požadavků a z možností v místě instalace. Komunikace by však měla být spolehlivá, a proto se jeví jako nejlepší řešení použití propojení pomocí kabelů, s možností automatického navázání záložní bezdrátové komunikace, a to pro případ, že by došlo k úmyslnému přerušení kabelů k ústředně, nebo k poruše na vedení kabelů.

Návrh záložní komunikace s ústřednou

Záložní variantou bezdrátové komunikace s ústřednou pro případ, že by došlo k nemožnosti připojení detektorů narušení s ústřednou pomocí kabelů, byla zvolena technologie WiFi. Jedná se o standardy popisující bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích. Pokud bychom zabezpečovali prostory dnešních společností, pravděpodobně bychom zjistili, že naprostá většina by již měla pomocí WiFi sítí své prostory pokryté. Samotné detektory narušení

by musely být vybaveny WiFi modulem, aby se mohly k síti připojit. Dále by musely obsahovat akumulátor, který by zajišťoval přísun energie jak pro samotnou detekci, tak i pro bezdrátovou komunikaci s ústřednou pro případ nemožnosti napájení kabelem. Patrně by se musela snížit četnost přihlašování k ústředně z důvodu spotřeby elektrické energie.

Dílčí závěr

V této kapitole byla provedena analýza základních typů detektorů narušení prostorové ochrany. Mezi analyzovanými typy byli zástupci následujících detektorů narušení: pasivní infračervený detektor narušení, mikrovlnný detektor narušení, infračervená bariéra, radarový detektor narušení, a dále duální detektory narušení, mezi které patří pasivní infračervený detektor s mikrovlnným detektorem a pasivní infračervený detektor s ultrazvukovým detektorem.

Dále byly porovnány detektory narušení z hlediska dosahu, rychlosti pohybu, při kterém detektor narušení detekuje narušení, pořizovací ceny, odolnosti vůči planým poplachům a možnosti proniknutí překážkou. Jako ideální volba z porovnávaných detektorů se jeví radarový detektor narušení.

V závěru kapitoly byly navrženy možnosti vylepšení současného systému detektorů narušení prostorové ochrany tak, aby se co nejvíce přiblížily ideálnímu detektoru narušení.

4 TRENDY V OBLASTI PROSTOROVÉ OCHRANY

Oblast informačních technologií se rychle vyvíjí a současná doba poskytuje možnosti, které by ještě před pár lety nebyly myslitelné. Prostorová ochrana se stala nedílnou součástí ochrany majetku a pravděpodobně se v dohledné době na této situaci nic nezmění. Lze předpokládat, že trh v oblasti prostorové ochrany poroste hlavně v oblasti zabezpečení komerčních prostorů, nicméně moderní prvky prostorové ochrany se již běžně objevují v sektoru bydlení, tedy například v rodinných domech. Hlavní zásluhu vzniku tohoto jevu přikládám všeobecně se zvyšující potřebě chránit svůj majetek a také širší nabídce produktů, které lze spravovat jednoduše pomocí mobilního telefonu, popřípadě počítače. Dalším důvodem může být pokles cen detektorů narušení prostorové ochrany.

Hlavním trendem v oblasti prostorové ochrany je integrace dalších funkcí, jako je například videozáznam, anebo další zvyšování kvality detekce a spolehlivosti.

V současnosti již existují detektory narušení vybavené kamerou, která při vyhlášení poplachu pořídí fotografie střeženého prostoru. Tyto fotografie jsou během několika sekund zaslány společně s notifikací o narušení hlídaného prostoru na mobilní telefon. Příslušná osoba si je pak může zobrazit na svém mobilním telefonu, bez ohledu na to, jak daleko se od detektoru nachází, a následně může vyhodnotit, zda se jedná o planý poplach, nebo o poplach způsobený přítomností narušitele. Výhodou dnešních moderních detektorů narušení je bezesporu větší spolehlivost, co se týče četnosti falešných a planých poplachů. Tento trend je samozřejmě žádaný a výrobci detektorů narušení se na tuto oblast zaměřují.

4.1 Zvyšování kvality detekce narušení

Kvalita detekce narušení závisí na mnoha faktorech. Některé jsou již na limitu fyzických možností použité technologie. Nicméně, stále je zde prostor ke zlepšení, například v podobě neuronových sítí umělé inteligence. V podstatě by se jednalo o samoučení detektoru, zda má či nemá vyhlásit detektor narušení poplachový signál. Oblast neuronových sítí je stále poměrně nová a až blízká budoucnost ukáže, zdali je to cesta správným směrem a zda se kvalita detekce narušení pomocí neuronových sítí zvýší.

4.2 Zvyšování spolehlivosti detektorů narušení

Ať již zabezpečujeme pomocí detektorů narušení svůj domov nebo komerční prostory, vždy budeme požadovat vysokou spolehlivost. Spolehlivost produktů se většinou zvyšuje dlouholetou praxí při vývoji a výrobě daného produktu, a ne jinak je tomu u detektorů narušení.

Z tohoto důvodu je doporučeno vybírat výrobce technologií pro zabezpečení z již prověřených výrobců, kteří mají v tomto oboru dlouholetou historii.

4.3 Bezpečnost moderních technologií

Významným tématem dnešní doby je bezpečnost informačních technologií. Pokud bychom měli přístupné detektory narušení z veřejné sítě – internetu, jsou obavy na místě. Pokud bychom používali proprietární systém od jedné společnosti, nezbyvá nám než doufat, že daná společnost, která je za vývoj odpovědná, nebere otázku bezpečnosti na lehkou váhu. Bohužel, čím více funkcí a technologií bude konkrétní systém obsahovat, tím bude patrně i náchylnější na možnost kybernetického útoku. Možností, jak udržovat systém bezpečný, je pravidelně aktualizovat firmware ústředny a také samotných detektorů narušení.

4.4 Ajax Systems - MotionCam

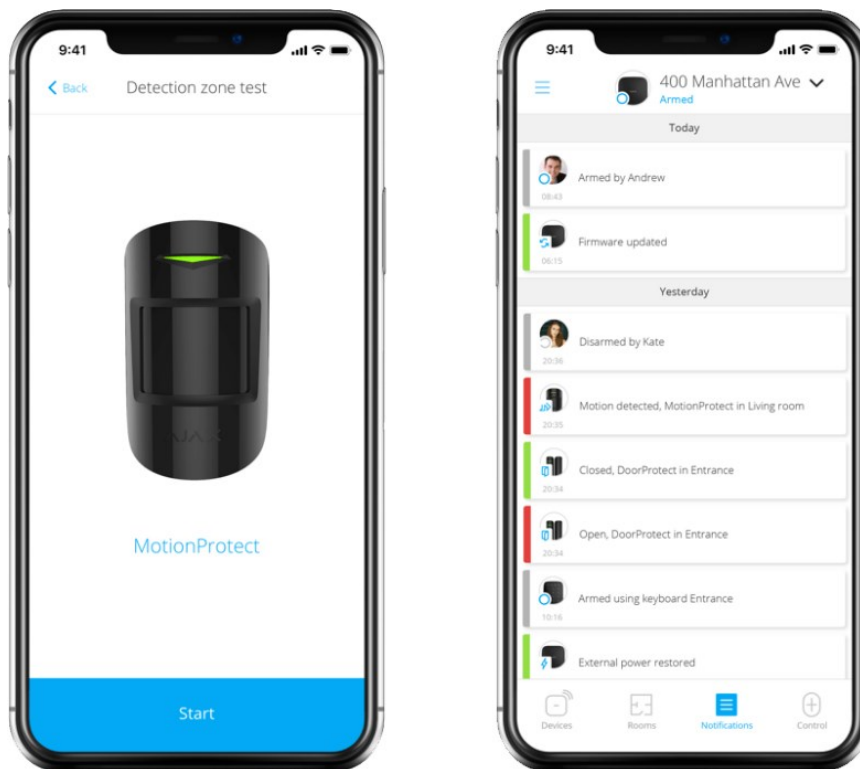
Příkladem inovátorem v oblasti detektorů narušení je společnost Ajax Systems, která uvedla na trh detektor narušení vybavený kamerou. Za tento produkt byla také odměněna označením „Intruder Alarm Product of the Year“, neboli produkt roku v kategorii detektorů narušení za rok 2020 magazínem PSI se sídlem ve Velké Británii. Magazín každoročně oceňuje nejlepší technologie a podniky v oboru zabezpečovací techniky [35].



Obr. 39. MotionCam [36]

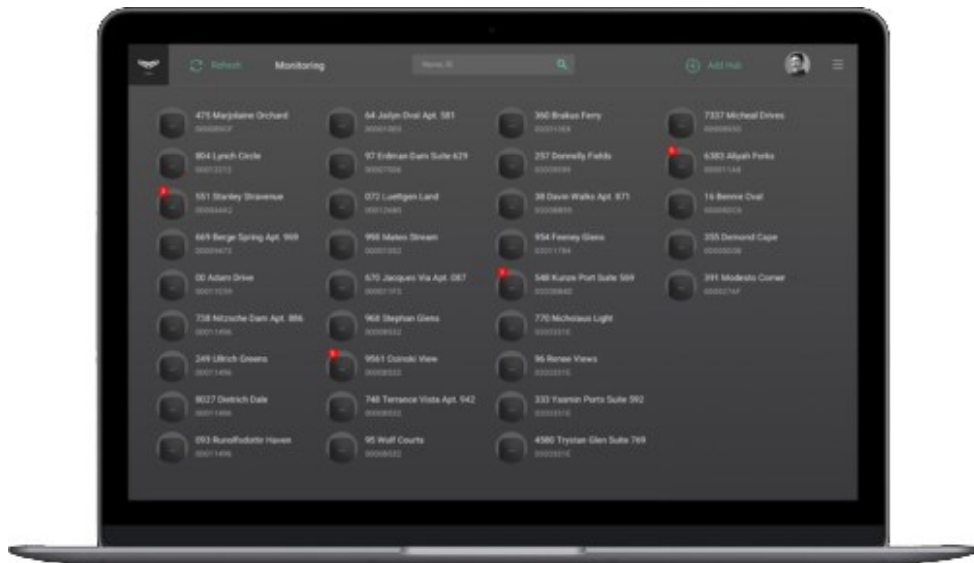
MotionCam je detektor narušení vybavený pasivním infračerveným detektorem a kamerou. Pokud je detektor narušení aktivován a dojde k vyhlášení poplachu z důvodu pohybu v detekční zóně, kamera pořídí sérii snímků. Počet snímků lze nastavit a závisí na požadovaném rozlišení fotografií. Následně si můžete v mobilní aplikaci zobrazit, co zapříčinilo vy-

hlášení poplachu. Kamera je schopna pořídít až 5 snímků s rozlišením 320x240 pixelů, popřípadě 3 snímky v rozlišení 640x480 pixelů. Dané možnosti rozlišení jsou na dnešní dobu nedostatečné, a je tu prostor pro případného nástupce s lepšími parametry v této oblasti.



Obr. 40. Mobilní aplikace pro správu detektorů narušení [37]

Na obrázku číslo 40 je ukázána mobilní aplikace, která je dostupná jak pro operační systém Android od společnosti Google, tak i pro iOS od společnosti Apple. Mobilní aplikace nabízí možnost monitorovat a spravovat jednotlivé detektory narušení, je zde přehledná historie aktivování a deaktivování detektorů narušení a také historie poplachů. Po výběru konkrétního detektoru narušení je možnost zjištění detailních informací, jako je intenzita přijímaných elektromagnetických vln ústřednou, stav baterie, stav aktivování a další užitečné informace. Také je zde možnost spustit test detektoru narušení, abychom si ověřili jeho funkčnost.



Obr. 41. Ukázka softwaru Ajax PRO Desktop [38]

Další možností administrace a správy detektorů narušení je pomocí softwaru Ajax PRO Desktop, který je k dispozici jak pro operační systém Windows, tak pro macOS. Desktopová verze nabízí přehlednější správu detektorů narušení.

Monitoring					
All events		Alarms	Malfuncions	Events	Security
Status	Time	Source	Description	Address	Hub Name
	13.12.18 20:49:41	Hub	Tempstat: firmware updated	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:49:04	Hub	Tempstat: updating firmware...	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:48:48	KeyPad	Disarmed using keypad	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:48:42	Hub	Tempstat: firmware updated	---	Tempstat: Hub
ⓘ	13.12.18 20:48:40	MotionProtect	Motion detected, motionprotect in hall	---	Tempstat: Hub
ⓘ	13.12.18 20:48:34	MotionProtect	Motion detected, motionprotect in hall	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:48:29	DoorProtect	Closed, doorprotect in hall	---	Tempstat: Hub
ⓘ	13.12.18 20:48:28	MotionProtect	Motion detected, motionprotect in hall	---	Tempstat: Hub
ⓘ	13.12.18 20:48:23	MotionProtect	Motion detected, motionprotect in hall	---	Tempstat: Hub
ⓘ	13.12.18 20:48:19	DoorProtect	Open, doorprotect in hall	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:48:05	Hub	Tempstat: updating firmware...	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:47:55	Socket	Socket enabled in внутри	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:47:54	SpaceControl	Disarmed using SpaceControl	---	Tempstat: Hub
	13.12.18 20:04:41	Hub	Tempstat: updating firmware...	---	Tempstat: Hub
	12.12.18 23:05:30	MotionProtectOu...	Masking detected, check the outdoor2 in dressing room	---	Tempstat: Hub
	12.12.18 23:03:52	Hub	Tempstat: updating firmware...	---	Tempstat: Hub

Obr. 42. Monitorování detektorů narušení v aplikaci Ajax PRO Desktop [38]

Dílčí závěr

Oblast detektorů narušení stále nabízí možnosti k technickým inovacím a zlepšení úrovně zabezpečení daného prostoru. Dle mého názoru je správným krokem využití moderních technologií v oblasti informačních systémů. Na druhou stranu to s sebou nese velké investice v podobě přípravy a realizace infrastruktury potřebné k zabezpečení vysoké spolehlivosti detektorů narušení.

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na detektory narušení prostorové ochrany. Detektory narušení jsou velmi významným a nepostradatelným prvkem při zajišťování bezpečnosti prostor, a slouží k minimalizaci a předcházení vzniku škody, kterou by případný pachatel mohl způsobit vniknutím do vnitřních prostor.

Detektory narušení prostorové ochrany detekují narušitele odhodlaného k činu, kterého neodradila, popřípadě nezastavila perimetrická ani plášťová ochrana objektu. Narušitel, kterému se podaří vniknout do vnitřního prostoru, nám může způsobit újmu, která se ve výsledku může projevit škodou na majetku. Velmi důležitým faktorem eliminace možné škody je včasná detekce narušitele tak, abychom získali čas na případnou reakci na narušení vnitřního prostoru ze strany osob zajišťujících fyzickou ostrahu objektu, popřípadě abychom měli dostatečný časový prostor pro přivolání Policie České republiky.

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části bakalářské práce je specifikována prostorová ochrana a její hlavní úkoly, a následně jsou popsány požadavky na detektory narušení prostorové ochrany. V závěru teoretické části jsou představeny fyzikální principy činnosti detektorů narušení.

V praktické části je provedena analýza zástupců jednotlivých typů detektorů narušení a jsou specifikovány výhody a nevýhody konkrétních detektorů narušení. Dále jsou předestřeny požadavky na detektor narušení a následně jsou navrženy konkrétní možnosti řešení, díky kterým bychom se k ideálnímu detektoru narušení přiblížili. V neposlední řadě jsou popsány trendy v oblasti detektorů narušení a nastíněna jejich možná budoucnost. Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvoření ideálního návrhu ideového detektoru prostorové ochrany.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [2] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management III*. Zlín: VeRBuM, 2013. ISBN 978-80-87500-35-4.
- [3] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti I*. 1. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická, 2003. ISBN 80-731-8119-3.
- [4] *Vyhláška o technických požadavcích na stavby*. In: . Ministerstvo pro místní rozvoj, ročník 2009, číslo 268.
- [5] Náhled normy ČSN EN 50131-1 ED.2. In: *Normy ČSN - Bezpečnostní tabulky* [online]. Hradec Králové: TECHNOR print, s.r.o., 2005 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=334591-csn-en-50131-1-ed-2&kat=78248
- [6] Návod k obsluze detektoru CombiProtect. In: *BEDO Ajax Home security* [online]. Praha: Smart Home Security, 2019 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://podpora.bedocz.cz/alarm/bedo-ajax/bedo-ajax-combiprotect/navod-k-obsluze-detektoru-combiprotect/>
- [7] Detekční charakteristiky. In: *ADI - Váš dodavatel zabezpečovacích a slaboproudých zařízení* [online]. Brno: ADI Global Distribution, 2000 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://adiglobal.cz/cz/produkty110:1556474/pir-detektor-s-quad-pyroelementem-a-dosahem-12m>
- [8] Dimensional Data. In: *Leviton.com - Dimmers, GFCI's, Outlets, Lighting Controls, Wiring Devices and Networking* [online]. Melville, USA: Leviton Manufacturing Company, 2020 [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: https://www.leviton.com/en/docs/Document-31011-Dimensional_Data.gif
- [9] KINDL, Jiří. *Projektování bezpečnostních systémů*. I. díl, EPS, EZS. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004, . Učební texty vysokých škol. ISBN 80-7318-

- 165-7. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:880e69a0-26cb-11e4-8e0d-005056827e51>
- [10] ČANDÍK, Marek. *Objektová bezpečnost II*. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004. ISBN 80-7318-217-3.
- [11] ČSN EN 50131-1. *Systémové požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 40 s.
- [12] HALLIDAY, David. *Fyzika*. 1. Brno: VUTIUM, 2013, s. 400. ISBN 978-80-214-4123-1.
- [13] Tepelné záření. Záření absolutně černého tělesa. *Učební text k přednášce UFY102*. Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze, 2006, 1-2.
- [14] STAFFA, Erik. *Bezkontaktní termografie dolních končetin*. Brno, 2016. Disertační práce. Biofyzikální ústav Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně.
- [15] *Technická diagnostika a spolehlivost V. Termografie*. 1. vydání. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1942-6.
- [16] How to build an infrared camera at home for less than \$100. In: *Medium – Where good ideas find you*. [online]. Ross Hutii, 2017 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://medium.com/@rostyslavhutii/how-to-build-an-infrared-camera-at-home-for-less-than-100-part-1-bc7d10edd671>
- [17] Platform Screen Doors. In: *Autonics* [online]. Busan, Jižní Korea: Autonics, 2019 [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.autonics.com/industry/view/L/192>
- [18] VOSECKÝ, Slavomír. *Radionavigace (062 00)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4448-6.
- [19] Avigilon Presence Detector (APD) Sensor. In: *ELVIA* [online]. Praha: ELVIA, 2018 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: https://www.elviacctv.cz/content/files/prospekty/original/APD-S1-D_en.pdf

- [20] SIGMUND, Milan. *Rozpoznávání řečových signálů: přednášky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2007. ISBN 978-80-214-3526-1.
- [21] HALLIDAY, David. *Fyzika*. 1. Brno: VUTIUM, 2013. ISBN 978-80-214-4123-1.
- [22] VIDRIKOVÁ, Dagmar, Kamil BOC, Zdeněk DVOŘÁK a David ŘEHÁK. *Critical infrastructure and integrated protection*. 1. Ostrava: The Association of Fire and Safety Engineering, 2017. ISBN 978-80-7385-190-3.
- [23] PIR detektor: skvělý sluha, ale zlý pán. *Vývoj.HW.cz | Profesionální elektronika* [online]. Praha: HW server s.r.o., 2013 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/automatizace/pir-cidlo-skvely-sluha-ale-zly-pan.html>
- [24] How PIRs Work. In: *Adafruit* [online]. New York City, USA: Adafruit, 2014 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/pir-passive-infrared-proximity-motion-sensor/how-pirs-work>
- [25] ŘÍHA, Milan. *Bezpečnostní systémy*. 1. Praha: Námořní akademie České republiky, 2011. ISBN 978-80-87103-32-6.
- [26] Rady a tipy pro správné rozmístění čidel pohybu u rodinného domu. In: *Světlo, svítidla, osvětlení, lustry, lampy, led, eShop, prodejna Brno | svetlo-svitidla-osvetleni.cz* [online]. Brno: A-LIGHT, 2013 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.svetlo-svitidla-osvetleni.cz/zprava/spravne-rozmisteni-cidel-pohybu-u-domu>
- [27] URBANČOKOVÁ, Hana. *Technické komponenty využívané při návrhu prostorové ochrany objektu*. Zlín, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Ing. Ján Ivanka.
- [28] Drátový PIR detektor 110° pro alarm, GSM alarm. In: *Alarmsecurity.cz - Domácí zabezpečovací systémy* [online]. Majdalena: Alarmsecurity, 2015 [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.alarmsecurity.cz/fotky29870/fotov/29870_136_29870_89__ps_63Dratovy-PIR-detektor-110-pro-alarm-GSM-alarm.pdf

- [29] Pohybový senzor MW pohybový senzor ST752. In: *LED technologie - NBB Bohemia s.r.o.* [online]. Benešov nad Ploučnicí: NBB Bohemia, 2017 [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://eshop.nbb.cz/mw-pohybovy-senzor-st752-ip44~914002014.htm>
- [30] IR Curtain Sensors for Indoor/Outdoor Access Control. In: *SECO-LARM: ENFORCER Home Page* [online]. Spojené státy americké: Seco-Larm, 2019 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <http://www.seco-larm.com/E-9660-8B25>
- [31] RAD-MOD radarový detektor pohybu. In: *Conrad Electronic: Your Sourcing Platform* [online]. Hirschau, Německo: Conrad Electronic, 2013 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/p/rad-mod-radarovy-detektor-pohybu-1-ks-8-15-vdc-max-dosah-15-m-d-x-s-x-v-73-x-26-x-16-mm-502667>
- [32] PASIŃSKI, Jacek. Digitální duální detektor pohybu s funkcí anti-maskingu. In: *Inteligentní zabezpečovací systémy | SATEL* [online]. Gdansk (Polsko): SATEL, 2020 [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: https://www.satel.pl/cz/download/instrukcje/slim-dual-pro_cz_dec50a05.pdf
- [33] Nová série PIR a duálních (PIR+MW) detektorů. In: *Inteligentní zabezpečovací systémy SATEL* [online]. Gdansk (Polsko): SATEL, 2020 [cit. 2021-05-12]. Dostupné z: <https://www.satel.eu/cz/product/10162/>
- [34] In-Wall PIR and Ultrasonic Occupancy/Vacancy Motion Sensor Switch. In: *Top Greener* [online]. Irvine, Spojené státy americké: Top Greener [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://topgreener.com/product/in-wall-pir-and-ultrasonic-occupancy-vacancy-motion-sensor-switch/>
- [35] The PSI Premier Awards 2020 winners revealed. In: *PSI The website for the professional security installer* [online]. Spojené království Velké Británie a Severního Irsku: PSI, 2020 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://psimagazine.co.uk/the-psi-premier-awards-2020-winners-revealed/>
- [36] MotionCam: Motion detector with a photo camera to verify alarms. In: *Ajax Systems* [online]. Ukrajina: Ajax Systems, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://ajax.systems/products/motioncam/>

- [37] Ajax Software: Simple security management. In: *Ajax Systems* [online]. Ukrajina: Ajax Systems, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://ajax.systems/software/>
- [38] Ajax PRO Desktop User Manual. In: *Ajax Systems* [online]. Ukrajina: Ajax Systems, 2020 [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: https://support.ajax.systems/en/manuals/pro-desktop/?_ga=2.196784805.809743882.1619765038-1237538555.1619363493

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A/D	Analogově digitální
eSIM	Embedded SIM
FET	Field-effect transistor
IP54	Stupeň krytí
LAN	Local Area Network
MAC	Media Access Control
MW	Microwave
MZS	Mechanické zábranné systémy
NC	Normally closed
NO	Normally open
PIR	Pasivní infračervený detektor
PoE	Power over Ethernet
PZS	Poplachový zabezpečovací systém
RFID	Radio Frequency Identification
SIM	Subscriber identity module
SNMP	Simple Network Management Protocol
US	Ultrasonic
VKV	Velmi krátké vlny
WiFi	Wireless Fidelity

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Fyzická bezpečnost objektu [2].....	11
Obr. 2. Umístění detektoru narušení v malé místnosti. [Vlastní zdroj].....	13
Obr. 3. Chodba ve tvaru písmene „U“. [Vlastní zdroj]	14
Obr. 4. Vhodně umístěný detektor. [Vlastní zdroj].....	15
Obr. 5. Nevhodně umístěný detektor. [Vlastní zdroj]	15
Obr. 6. Příklad detekční charakteristiky PIR detektoru [6]	17
Obr. 7. Příklad změny detekční charakteristiky PIR detektoru pomocí čoček [7].....	18
Obr. 8. Detekční charakteristika PIR detektoru umístěného na strop. Upraveno z [8].....	18
Obr. 9. Blokové schéma detektoru narušení. Upraveno z [1].....	21
Obr. 10. Emisivita lidského těla [16]	24
Obr. 11. Přerušování paprsku [17]	25
Obr. 12. Rozdělení detektorů narušení [Vlastní zdroj]	26
Obr. 13. PIR element [24].....	29
Obr. 14. Blokové schéma PIR detektoru [23].....	29
Obr. 15. Detekční zóny. Upraveno z [24].....	29
Obr. 16. Pohyb zdroje záření v detekční zóně. Upraveno z [24]	30
Obr. 17. Detekční charakteristika. Upraveno z [24]	30
Obr. 18. Dosah detektoru v závislosti na směru pohybu [26].....	31
Obr. 19. Rozdělení detektorů dle způsobu napájení [Vlastní zdroj]	32
Obr. 20. PIR detektor AS-DPD01. Upraveno z [28].....	36
Obr. 21. Pohled po odejmutí čelního krytu. Upraveno z [28]	37
Obr. 22. Schéma zapojení. Upraveno z [28].....	37
Obr. 23. Detekční charakteristika detektoru narušení AS-DPD01 [28]	38
Obr. 24. Mikrovlnný detektor ST752 [29].....	39
Obr. 25. Varianty počtu paprsků infračervených bariér [30].....	40
Obr. 26. Možnosti instalace infračervené bariéry [30].....	40
Obr. 27. Radarový detektor narušení pohybu [31].....	41
Obr. 28. Detekční charakteristika radarového detektoru RAD-MOD [31]	42
Obr. 29. Radarový detektor narušení Avigilon [19].....	43
Obr. 30. Detekční charakteristika stropní instalace [19]	43
Obr. 31. Detekční charakteristika - instalace na zeď [19].....	43

Obr. 32. SLIM DUAL-PRO [32]	45
Obr. 33. Detekční charakteristika [33]	45
Obr. 34. Detekční charakteristika [33]	45
Obr. 35. Detekční charakteristika [33]	45
Obr. 36. Detekční charakteristika širokoúhlé čočky [32]	46
Obr. 37. PIR+US detektor [34]	47
Obr. 38. Návrh bezpečnostního identifikátoru [Vlastní zdroj]	51
Obr. 39. MotionCam [36]	54
Obr. 40. Mobilní aplikace pro správu detektorů narušení [37]	55
Obr. 41. Ukázka softwaru Ajax PRO Desktop [38]	56
Obr. 42. Monitorování detektorů narušení v aplikaci Ajax PRO Desktop [38]	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Seznam Českých technických norem [5]	16
Tabulka 2. Technické parametry PIR detektoru AS-DPD01 [28]	36
Tabulka 3. Technické parametry mikrovlnného detektoru ST752 [29]	39
Tabulka 4. Technické parametry radarového detektoru pohybu [31]	42
Tabulka 5. Technické parametry radarového detektoru pohybu Avigilon [19]	44
Tabulka 6. Pokrytí prostoru s různými čočkami [32].....	45
Tabulka 7. Technické parametry duálního detektoru narušení SLIM DUAL-PRO [32]	46
Tabulka 8. Porovnávání detektorů narušení	48