

PIR detektory a jejich spolehlivost

PIR detectors and their reliability

Ondřej Růčka

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej RŮČKA**
Osobní číslo: **A08134**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **PIR detektory a jejich spolehlivost**

Zásady pro vypracování:

1. Vysvětlete fyzikální princip PIR detektoru.
2. Provedte analýzu funkce různých typů PIR detektorů.
3. Ověřte spolehlivost detekce.
4. Navrhněte řešení pro zvýšení jejich spolehlivosti.
5. Naznačte další vývoj PIR detektorů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. UHLÁŘ, Jan. **Technická ochrana objektů II. díl – Elektrické zabezpečovací systémy II**, Praha: PA ČR, 2005, 229 s. ISBN 80-7251-189-0
2. ČANDÍK, Marek. **Objektová bezpečnost II, Učební texty vysokých škol UTB FT, ZLÍN 2004**, ISBN 80-7318-217-3
3. **Katalogové listy a informační materiály firem- Alarmcom**, Dostupné na WWW: <http://www.alarmcom.ie>
4. **Katalogové listy a informační materiály firem- Siemens**, Dostupné na WWW: <http://www.siemens.com>
5. **Katalogové listy a informační materiály firem- Intelli Sense**, Dostupné na WWW: <http://www.electricsite.net>
6. **ČSN EN 50131-2-2 Poplachové systémy – Detektory narušení – Pasivní infračervené detektory**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce se zabývá principy PIR detektorů, spolehlivostí detekce pohybujících se objektů, možnostmi jejich sabotáže. Bude navrhnout řešení pro zvýšení jejich spolehlivosti a naznačí další vývoj PIR detektorů.

Klíčová slova: PIR detektor, sabotáž, spolehlivost

ABSTRACT

The work deals with the principles of PIR detectors, reliable detection of moving objects, the possibilities of sabotage. It will propose solutions to enhance their reliability and indicate further development of PIR.

Keywords: PIR detector, sabotage, reliability

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Rudolfu Drgovi za kvalitní a odborné vedení a poskytnuté konzultace. Také bych chtěl poděkovat své rodině za morální i finanční podporu při studiu.

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 a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- 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 s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- 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

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 DETEKTORY	11
1.1 ROZDĚLENÍ DETEKTORŮ	11
2 PIR DETEKTOR	12
2.1 POPIS	12
2.2 ZAŘAZENÍ PIR DETEKTORU	12
2.3 VÝHODY	13
2.4 NEVÝHODY	13
2.5 DETEKČNÍ CHARAKTERISTIKA	13
3 PRINCIP ČINNOSTI	14
3.1 IR ZÁŘENÍ	14
3.2 BLOKOVÉ SCHÉMA PIR DETEKTORU	15
3.3 OPTIKA	15
3.4 PYROELEMENT	16
3.4.1 Pyroelektřina	16
3.4.2 Detekce narušitele	16
4 DRUHY DETEKTORŮ	18
4.1 ZRCADLOVÁ OPTIKA	18
4.2 FRESNELOVA ČOČKA	19
4.3 JEDNODUCHÝ A DVOJITÝ PYROELEMENT	21
4.4 VENKOVNÍ A VNITŘNÍ DETEKTORY	22
II PRAKTICKÁ ČÁST	23
5 PŘEKONÁNÍ PIR DETEKTORU	24
5.1 PRONIKNUTÍ PROSTOREM STŘEŽENÝM PIR DETEKTOREM POMOCÍ ZÁSTĚNY	28
5.1.1 Úvod:	28
5.1.2 Měření:	30
5.1.3 Výsledky měření:	31
5.1.4 Závěr:	33
5.2 PŘEKONÁNÍ PROSTORU STŘEŽENÉHO PIR DETEKTOREM POMOCÍ IZOLACE IR ZÁŘENÍ VYDÁVANÉHO LIDSKÝM TĚLEM	33
5.2.1 Úvod:	33
5.2.2 Měření:	35
5.2.3 Výsledky měření:	35
5.2.4 Závěr:	37
6 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI	38
6.1 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI POMOCÍ TEPELNÉHO TVAROVÁNÍ SCÉNY SNÍMANÉ PIR DETEKTOREM	38
6.1.1 Úvod:	38
6.1.2 Měření:	40
6.1.3 Výsledky měření:	40
6.1.4 Závěr:	41

7	VÝVOJ PIR DETEKTORŮ	42
7.1	DUÁLNÍ DETEKTORY	42
7.2	ZVÝŠENÍ SPOLEHLIVOSTI.....	43
	ZÁVĚR	44
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	45
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	46
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
	SEZNAM TABULEK	51

ÚVOD

PIR detektor, jakožto nejpoužívanější detektor pohybu je nedílnou součástí zabezpečovací techniky. Využití má i jako spínání osvětlení nebo pro měření teploty na dálku.

Jeho výhoda spočívá ve snadné montáži a seřízení, malé spotřebě elektrické energie a vysoké spolehlivosti.

V první části své práce se budu věnovat principu činnosti PIR detektorů. Je zde popsána funkce jednotlivých komponentů a různé druhy PIR detektorů.

Druhá část je zaměřena na překonání PIR detektoru a zvýšení bezpečnosti při jeho použití. Jedné se o tři úlohy, v nichž jsem snažil o výše zmíněné věci. Nakonec jsem se pokusil odhadnout vývoj PIR detektorů v budoucnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DETEKTORY

Detektory jsou přístroje, které slouží k detekci narušení objektu. Prakticky se jedná o převodníky ze vstupní fyzikální veličiny na jinou výstupní fyzikální veličinu. Vnikne-li narušitel do objektu, dojde ke změně vstupní veličiny, což je pomocí detektoru převedeno na změnu výstupní veličiny a ta je pak dále zpracována a vyhodnocena. Detektory pracují na různých fyzikálních principech – mikrovlnné detektory, ultrazvukové detektory, PIR detektory.[2]

1.1 Rozdělení detektorů

- **Energeticky napájené** – ke své činnosti potřebují zdroj energie – napájení. Tyto detektory se dále dělí podle toho, zda vyzařují do okolí nějaký druh energie.

Rozlišujeme detektory:

Aktivní – pro svou funkci ovlivňují prostředí, které zabezpečují, nejčastěji formou záření nebo vlnění. Nevýhodou těchto detektorů je možnost detekování tohoto vyzařování.

Pasivní – tyto detektory pouze pasivně registrují změny fyzikálních veličin ve snímaném okolí. Tyto detektory jsou hůře detekovatelné běžnými technickými prostředky.

- **Energeticky nezávislé** – mohou pracovat samostatně, nepotřebují ke své činnosti zdroj energie. Energeticky nezávislé detektory dále dělíme na:

Destrukční – jsou určeny pro jednorázové použití, při vyhlášení poplachu dojde ke zničení zařízení.

Nedestrukční – při vyhlášení poplachu dochází ke zvrtným změnám.

Detektory se také rozlišují podle toho, jakou část prostoru chrání. Střežené zóny objektu se dělí na:

- **Obvodová** – signalizuje narušení obvodu střeženého objektu (ploty, zdi)
- **Plášťová** – signalizuje narušení pláště objektu – dveře, okna
- **Prostorová** – signalizuje narušení v chráněném prostoru
- **Předmětová** – signalizuje přítomnost narušitele u chráněného předmětu nebo manipulaci s chráněným předmětem
- **Klíčová** - signalizuje narušení klíčových míst objektu – chodby schodiště

2 PIR DETEKTOR

2.1 Popis

Pasivní infračervená čidla, označována jako PIR detektory, jsou nejčastěji využívanými detektory ve standardních zapojeních systémů PZS. Zjednodušeně lze říci, že PIR detektory jsou schopny zachytit pohyb těles, která mají jinou teplotu, než je teplota přirozeného pozadí. Jejich funkce je založena na zachycení změn vyzařování v infračerveném pásmu kmitočtového spektra elektromagnetického vlnění. Nejlépe reagují na teploty blízké povrchu lidského těla (od 25°C do 40°C).



Obr. 1 PIR detektor [7]

2.2 Zařazení PIR detektoru

PIR detektory se používají zejména v rámci prostorové ochrany.

Ke své činnosti vyžadují napájení, nejčastěji 12 V. Spadají dle kategorie energeticky závislých detektorů.

Jelikož PIR detektor při své funkci nevyzařuje žádný druh energie do okolí a pouze registruje změny fyzikální veličiny, jedná se o pasivní detektor. Díky tomuto systému je těžko detekovatelná jeho přítomnost v chráněném objektu.

2.3 Výhody

- Snadná montáž
- Snadné seřízení
- Malá spotřeba elektrické energie
- Vysoká spolehlivost
- Odolnost vůči planým poplachům
- Možnost nainstalovat více detektorů do jednoho střeženého prostoru
- Nevyzařuje energii – těžká detekce přítomnosti čidla

2.4 Nevýhody

- Možnost překonatelnosti
- Ovlivnění spolehlivosti těmito faktory:
 - Rušení zdrojem světla – slunce, světla automobilu
 - Rychlé změny teploty předmětů ve snímaném prostoru - topení
 - Pohyb zvířat – myši, kočky
 - Proudění vzduchu – závan teplého nebo studeného vzduchu
- Limitované detekční charakteristika

2.5 Detekční charakteristika

Detekční charakteristika určuje tvar prostoru, který je detektorem střežen. Detekční charakteristika jednotlivých detektorů je dána optikou. Je možné ji měnit. U detektorů používajících Fresnelovy čočky docílíme změny detekční charakteristiky výměnou čoček. U detektorů využívajících systém zrcadel je změna detekčních charakteristik složitější.

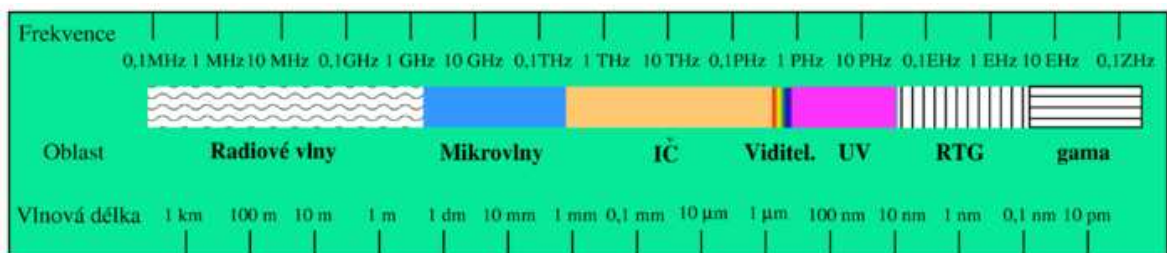
Detekční charakteristika se volí vždy tak, aby vyhovovala prostoru, který je nutno střežit. Typů detekčních charakteristik je mnoho. Mezi základní patří vějíř, záclona, dlouhý dosah.

3 PRINCIP ČINNOSTI

3.1 IR záření

Infračervené záření je záření s vlnovou délkou větší než viditelné světlo a menší než mikrovlnné záření. Infračervené záření zabírá ve spektru 3 dekády a má vlnovou délku mezi 760 nm a 1 mm, resp. energii fotonů mezi 0,0012 a 1,63eV.

Infračervené záření je často považováno za „tepelné záření“, avšak faktem je, že povrchy těles zahřívá absorpcí libovolného elektromagnetického záření. IR záření zapříčiňuje pouze přibližně 50 % zahřívání zemského povrchu, zbytek je způsoben viditelným světlem. Je však pravdou, že objekty při pokojové teplotě emitují nejvíce záření v infračerveném pásmu 8–12 μm .

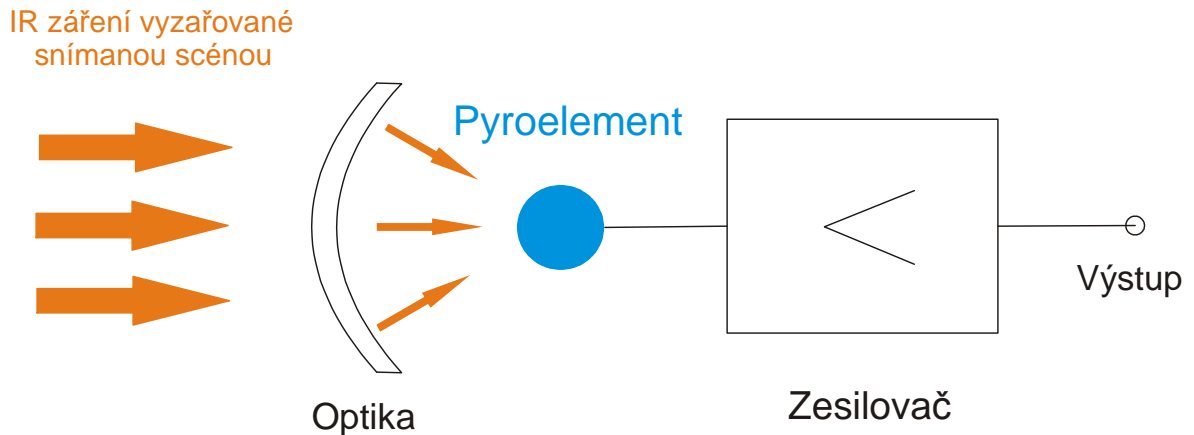


Obr. 2 Spektrum záření

Každé těleso s teplotou větší než absolutní nula emituje infračervené záření o určité intenzitě (v závislosti na jeho teplotě). Toto záření je pro lidské oko neviditelné, avšak dá se zachytit za pomoci elektroniky.

PIR detektor funguje na principu snímání infračerveného záření z hlídané scény a reakce na změnu této hodnoty – příchod pachatele.

3.2 Blokové schéma PIR detektoru



Obr. 3 Blokové schéma PIR detektoru

IR záření vyzařované snímaným prostředím je optikou rozděleno na detekční zóny. Toto záření poté dopadá na pyroelement. Při změně hodnoty záření pyroelement vyše signál, který je zesílen zesilovačem.

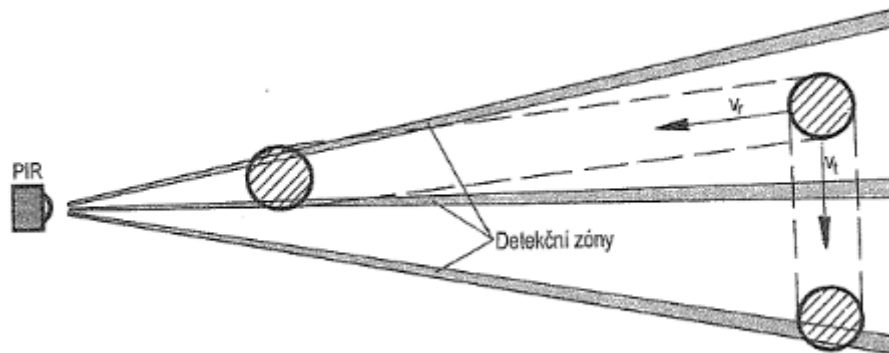
3.3 Optika

Optika PIR detektoru slouží k rozdělení snímané scény na detekční zóny. Počet detekčních zón je dán počtem segmentů zrcadla nebo počtem čoček (popřípadě geometrii předsazené mřížky), podle druhu detektoru. Záření vyzařované snímaným prostorem v těchto detekčních zónách poté je optikou směřováno na pyroelement. Objekty, které se sice nacházejí v detekční charakteristice, ale jsou mimo detekční zóny, na pyroelement nedopadne.

Rozdělením snímané scény na detekční zóny je docíleno toho, že při pohybu narušitele snímaným prostorem se bude přesunovat z jedné zóny do druhé. Každý vstup či výstup do jedné z detekčních zón má za následek generování impulzu na výstupu pyroelementu.

Podle tvaru detekční charakteristiky je patrné, že citlivost detekce PIR detektoru je závislá na pohybu narušitele vzhledem k detektoru. Pohybuje-li se narušitel přímo k detektoru, musí urazit daleko větší vzdálenost než při pohybu kolmém ke spojnici narušitele s detektorem, aby došlo k přechodu narušitele do jiné zóny, což by mělo za

následek vygenerování impulzu na pyroelementu. Směr pohybu přímo k detektoru je tedy pro narušitele nejvýhodnější.[1]



Obr. 5 Závislost citlivosti detekce na směru pohybu pachatele [1]

3.4 Pyroelement

Obr. 4 Závislost citlivosti detekce na směru pohybu narušitele

Je to základní prvek PIR detektoru. Je vyroben z materiálu, jenž je pyroelektrický.

3.4.1 Pyroelektřina

Pyroelektřina je vlastnost určitých materiálů generovat dočasné napětí změní-li se jejich teplota. Změna teploty vyvolá mírný posun atomů v krystalické mřížce materiálu, což má za následek změnu polarizace materiálu – vznik náboje. Zůstane-li teplota materiálu stejná, pyroelektrické napětí postupně vymizí, díky unikajícímu proudu.

3.4.2 Detekce narušitele

Z tohoto vyplývá, že pyroelement funguje jako měnič gradientní povahy (nereaguje na aktuální hodnotu IR záření, ale na jeho změny).

K změně teploty pyroelementu dojde změnou vyzařování infračerveného světla snímané scény. Na pyroelementu tedy dojde k vytvoření náboje, což elektronika uvnitř detektoru vyhodnotí jako poplach.

Změna IR záření při příchodu pachatele na snímanou scénu ovšem v porovnání s celkovou hodnotou vyzařovaného IR záření je malá a nemusí nutně překročit hodnotu potřebnou k spolehlivé detekci vniknutí pachatele na snímanou scénu. Proto je snímaná scéna rozdělena na segmenty pomocí optiky.[1]

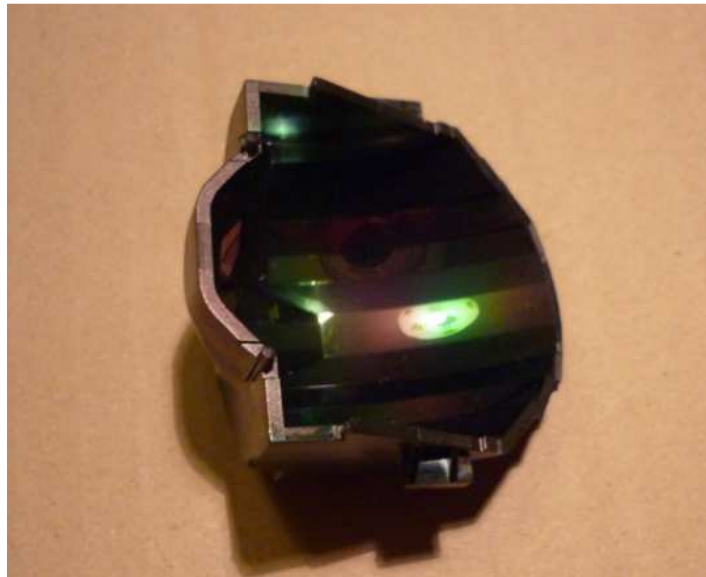
4 DRUHY DETEKTORŮ

PIR detektory můžeme rozdělit podle několika kritérií:

- Podle použité optiky:
 - Zrcadla
 - Fresnelovy čočky
- Podle pyroelementu:
 - Jednoduché
 - Duální
- Podle umístění:
 - Vnitřní
 - Venkovní

4.1 Zrcadlová optika

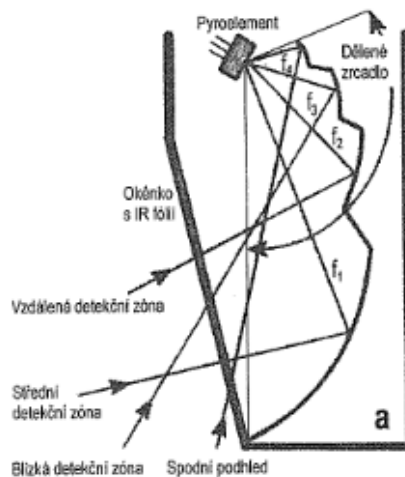
Tato technologie využívá segmentovaného zrcadla. Toto zrcadlo je vyrobeno z plastu s napařenou kovovou odrazovou vrstvou. Zrcadla mohou být opatřena černou vrstvou k odfiltrování nežádoucího záření tak, aby na pyroelement dopadlo pouze IR záření.



Obr. 6 Černé zrcadlo

Tvar detekční charakteristiky je dán geometrií jednotlivých segmentů zrcadla a tím, jak jsou umístěny v prostoru. Tyto segmenty mají různou ohniskovou vzdálenost, což zajišťuje zaostření jednotlivých detekčních zón na pyroelement.

U PIR detektorů využívajících zrcadlovou optiku je detekční charakteristika dána výrobou a nelze ji snadno měnit. Typů charakteristik je méně – vějíř, záclona a dlouhý dosah.[1]



Obr. 7 Zrcadlová optika [1]

Výhody

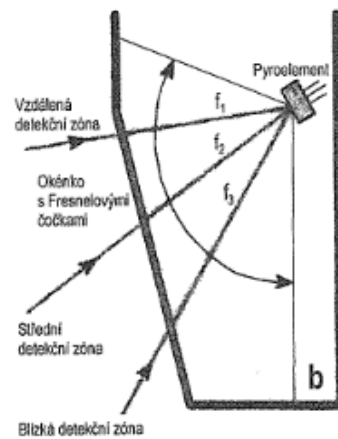
- Přesné zaostření detekčních zón
- Delší dosah

Nevýhody

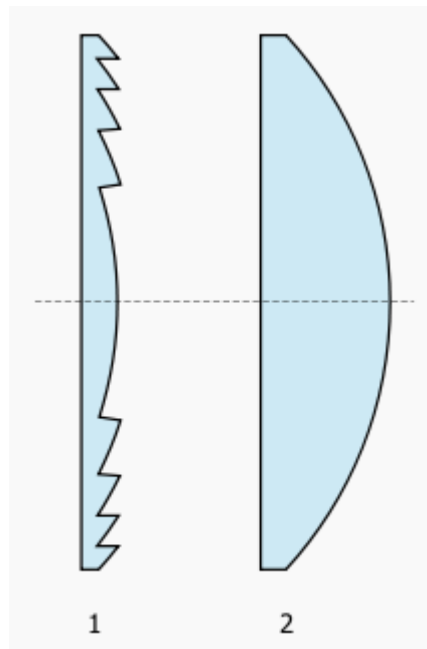
- Obtížná změna detekční charakteristiky
- Malé množství typů detekčních charakteristik
- Obtížnější výroba - dražší

4.2 Fresnelova čočka

Tento druh optiky využívá efektu lomu paprsků. Fresnelova čočka má při podobných parametrech a stejném použitém materiálu (sklo, plast) podstatně nižší hmotnost než běžná čočka, protože jsou z ní odstraněny ty části, které se nepodílejí přímo na lomu paprsků. Proto je Fresnelova čočka jednoduchá na výrobu. Jedná se o výlisek z plastické hmoty, který obsahuje soustavu čoček. To zajišťuje rozdělení snímané scény na detekční zóny.



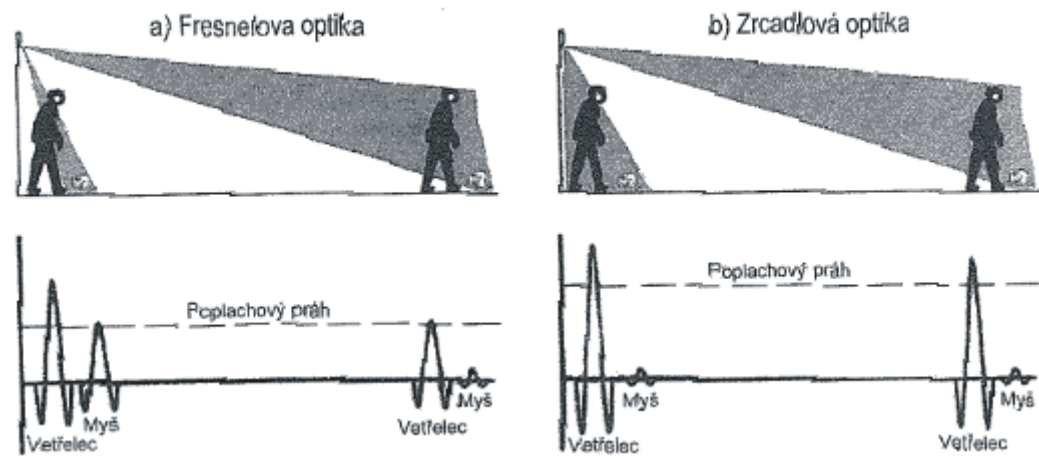
Obr. 8 Fresnelova čočka [1]

Obr. 9 Porovnání čoček –
klasická (2), Fresnelova (1)

Fresnelovy čočky nemají různé ohniskové vzdálenosti, detekční zóny nejsou přesně zaostřeny na pyroelement. Kvůli tomu dochází k poklesu amplitudy signálu před jeho zpracováním, což může mít za následek neadekvátně vysokou hodnotu signálu například při přeběhnutí myši v malé blízkosti detektoru, což u zrcadlové optiky nehrozí.

K zabránění tohoto jevu se střežený prostor rozděluje vertikálně do několika samostatných vrstev tvořených horizontální řadou zón. Pro vyvolání poplachu je pak

potřeba aktivace více zón (pro člověka 4 až 8). Pohyb malých zvířat či jiných nežádoucích předmětů ovlivní jednu nebo dvě zóny, což k vyvolání poplachu nestačí.



Obr. 10 Porovnání optik [1]

Změnu detekční charakteristiky provedeme pouze výměnou čočky. Fresnelových čoček je mnoho druhů. Nejčastější typy jsou standardní, širokoúhlá, kruhová, svislá bariéra, vodorovná bariéra (záclona), dlouhý dosah.[1]

Výhody

- Jednoduché na výrobu – levné
- Snadná změna detekčních charakteristik
- Mnoho druhů detekčních charakteristik

Nevýhody

- Nezaostřené zóny
- Kratší dosah

4.3 Jednoduchý a dvojitý pyroelement

Jednoduchý pyroelement snímající střežený prostor reaguje stejně na pohybující se předmět a na nepohyblivý předmět, který mění svojí teplotu. Jelikož jde o detektoru pohybu, je tento jev nežádoucí. Kvalitnější detektory proto využívají dvojitý pyroelement. Jedná se o dva pyroelementy, které jsou zapojeny s opačnou polaritou. Dojde-li tedy ke změně teploty ve střeženém prostoru (topení), signály se díky opačné polaritě vyruší a k vyhlášení poplachu nedojde.

Při pohybu tělesa příslušné teploty jsou však signály z obou pyrocementů vyslány s časovou prodlevou, závislou na rychlosti pohybu objektu. V tomto případě už detektor poplach nahlásí. Tento systém slouží k minimalizaci falešných poplachů způsobených předměty s rychle se měnící teplotou.

Existují i detektory se čtyřmi pyroelementy, které využívají dva dvojité pyroelementy rovněž opačně polarizované. Jde o další zdokonalení tohoto systému, které opět snižuje riziko vyvolání falešného poplachu.[1]

4.4 Venkovní a vnitřní detektory

Rozdíl mezi vnitřním a venkovním detektorem spočívá v jeho parametrech. Venkovní detektor má větší detekční charakteristiky než vnitřní. Také musí mít větší odolnost proti působení okolních vlivů, a to jak mechanických (vítr, déšť), tak fyzikálních (sluneční záření). Venkovní detektor bývá větších rozměrů a v odolném pouzdře.



Obr. 11 Venkovní PIR detektor [8]



Obr. 12 Vnitřní PIR detektor [9]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEKONÁNÍ PIR DETEKTORU

V první polovině praktické částí své práce se budu věnovat překonání prostoru střeženého PIR detektorem z pozice narušitele objektu tak, aby nebyl vyhlášen poplach. Zkusil jsem dva způsoby překonání detektoru, a to pomocí zástěny a pomocí izolace IR záření vydávaného lidským tělem.

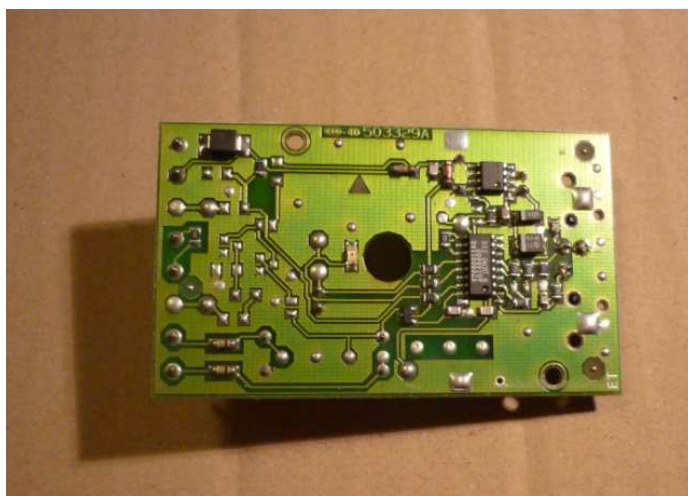
Jako testovací detektory jsem použil detektory IR 130 PLUS a SIEMENS IS 390.

IR 130 PLUS

Jedná se o méně kvalitní PIR detektor od firmy Alarmcom. Jako optiku používá černé triplexní zrcadlo.



Obr. 13 IR 130 PLUS 1

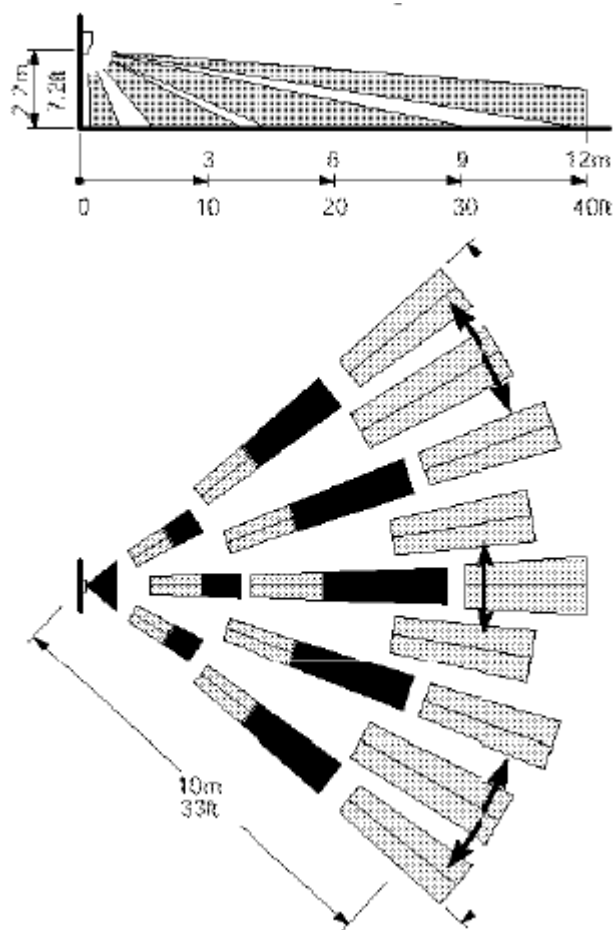


Obr. 14 IR 130 PLUS 2



Obr. 15 IR 130 PLUS 3

Detekční charakteristika:



Obr. 16 IR 130 PLUS Detekční charakteristika [3]

Technické parametry:

Tab. 1 Technické parametry IR 130 PLUS

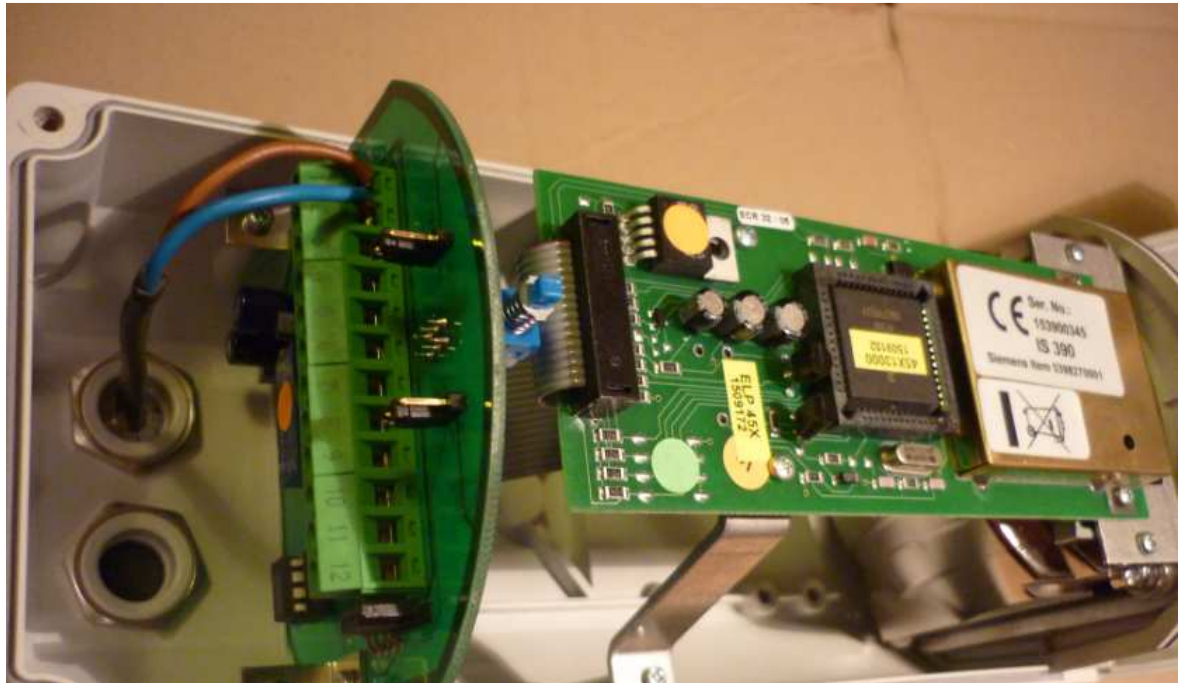
Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	10 - 16 VDC
Spotřeba proudu (při 12V)	8mA
Výstup při poplachu	
-kontakt relé	30 VDC/100mA
-kontakt tamperu	30 VDC/100mA
Okolní podmínky	
-provozní teplota	-20°C - 55°C
-skladovací teplota	-20°C - 60°C
-vlhkost, DIN třída F	(<95% rel.)

SIEMENS IS 390

Tento detektor je kvalitnější, než předchozí, jedná se o venkovní detektor od firmy SIEMENS.

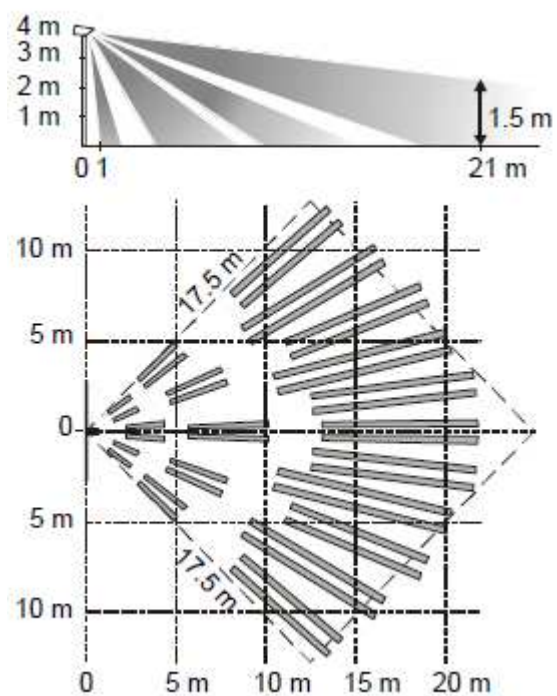


Obr. 17 IS 390 1



Obr. 18 IS 390 2

Detekční charakteristika:



Obr. 19 Detekční charakteristika IS 390 [4]

Technické parametry:

Tab. 2 Technické parametry IS 390

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	10,5 - 28VDC
Spotřeba proudu	15mA
Hodnota na výstupu alarmového kontaktu	28 VDC/100mA
Hodnota na výstupu sabotážního kontaktu	30 VDC/100mA
Provozní teplota	-20°C - 60°C
Ochrana krytu	IP64

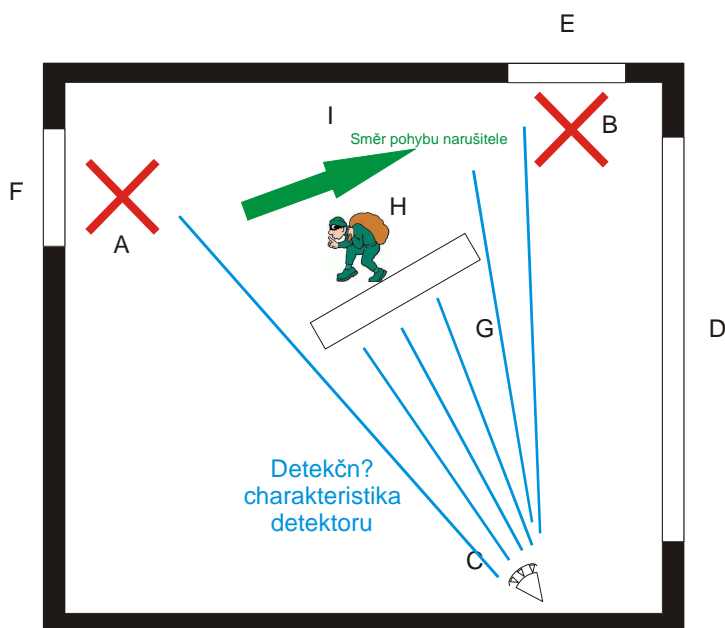
5.1 Proniknutí prostorem střeženým PIR detektorem pomocí zástěny

5.1.1 Úvod:

Cílem tohoto měření je zjistit, zda lze překonat PIR detektor pomocí zástěny, popřípadě z jakého materiálu musí být tato zástěna vyrobena.

Měření proběhlo v místnosti popsané v nákrese níže. Cílem bylo dostat se z bodu A do bodu B pomocí zástěny tak, aby nedošlo k vyvolání poplachu detektorem C.

Překonávaný prostor:



Obr. 20 Překonávaný prostor

A – bod, ze kterého narušitel vychází

B – bod, kterého se narušitel snaží dosáhnout bez vyvolání poplachu

C - umístění detektoru

D – okno

E, F - dveře

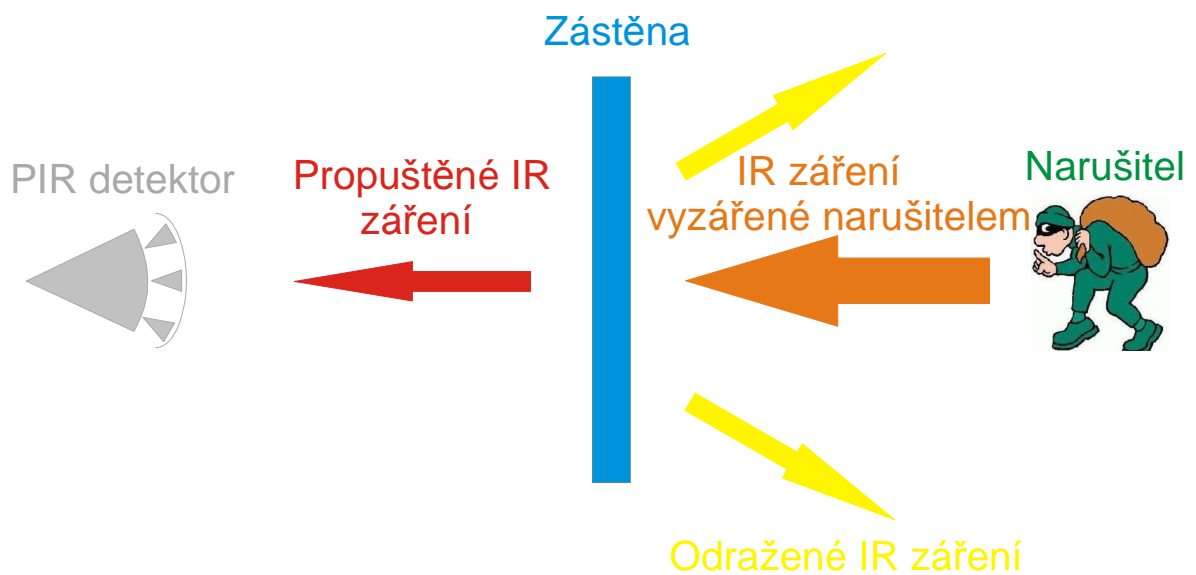
G – zástěna

H - narušitel

Detektory byly použity dva a to IR 130 PLUS a SIEMENS IS 390. Materiály použité jako zástěny jsou polystyren, karton, látka a sklo. Tyto materiály jsou blíže popsány v tabulce materiálů.

Teorie:

Jelikož je infračervené záření dopadající na pyroelement filtrováno na vlnovou délku v rozsahu cca 8 – 14 μm , měli bychom být schopni překonat detektor pomocí tepelně nepropustné bariéry, která bude mít povrchovou teplotu neodpovídající hodnotě vlnové délky z rozsahu 8 – 14 μm . Vycházíme z toho, že snímané pozadí je také mimo tento rozsah. Na pyroelement v klidovém stavu nedopadá žádné IR záření. Zabráníme-li, aby z narušitele na detektor dopadalo IR záření v daném rozsahu, poplach by neměl nastat. Aby se tomu tak nestalo, použijeme zmiňovanou bariéru, které by měla záření odrazit. Důležitá je volba vhodného materiálu, který nebude záření propouštět, ale odrazet. Funkce zástěny je znázorněna na obrázku níže.



Obr. 21 Funkce zástěny

5.1.2 Měření:

Úkol : Ověřit, že lze překonat střežený prostor za pomoci různých typů zástěn bez vyvolání poplachu

Požité detektory: IR 130 PLUS a SIEMENS IS 390

Druhy zástěn: polystyren, karton, látka, sklo

Tab. 3 Tabulka materiálů

Materiál	Rozměry [cm]	Popis
Polystyren	200x50x5	Polystyren používaný k zateplení budov
Karton	150x100x1	Vlněná lepenka určená k výrobě krabic
Látka	různé	
Sklo	sklo 100x50x0,5	Skleněná výplň dveří

Postup měření: Narušitel se skryje za zástěnu mimo detekční charakteristiku detektoru v bodu A. Poté se pomalým pohybem (cca 0,2 m/s) přesune do bodu B, přičemž protne detekční charakteristiku detektoru C. Při pohybu je nutné, aby zástěna bylo vždy mezi narušitelem a detektorem a aby zakrývala všechny části narušitelova těla po celou dobu.

5.1.3 Výsledky měření:

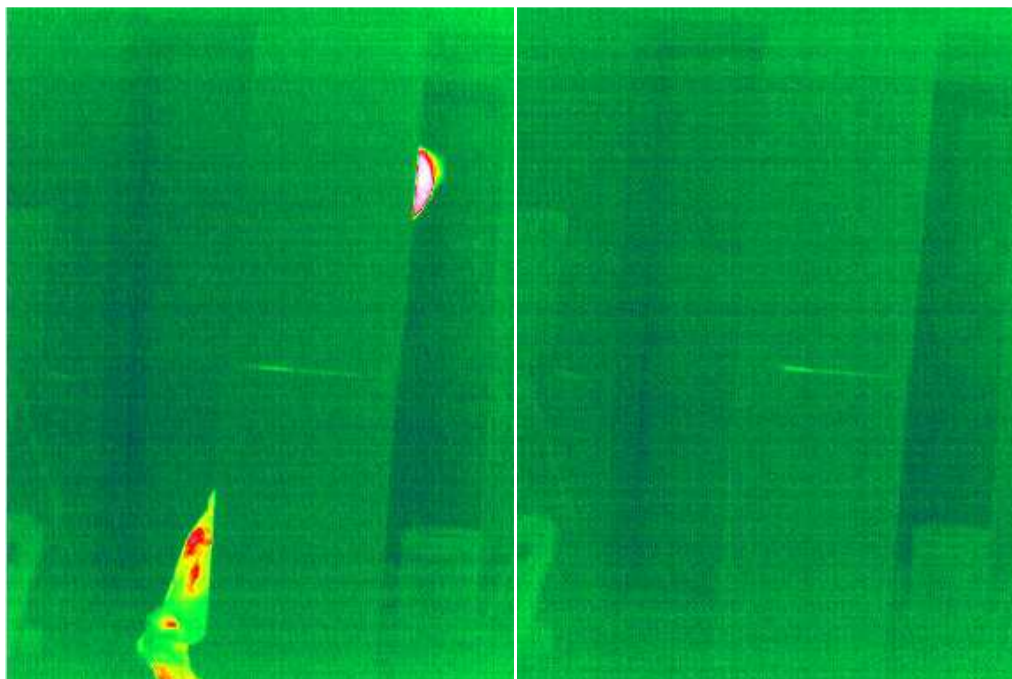
Tab. 4 Výsledky měření

		Materiál zástěny			
		Polystyren	Karton	Látka	Sklo
Detektory	IR 130 PLUS	ne	ne	ne	ne
	SIEMENS IS 390	ne	ano	ano	ano

ano – detektor hlásil poplach, ne – detektor nehlásil poplach

Polystyren: Tento materiál se ukázal být ze všech nejlepší, jak co se týká tepelné nepropustnosti, tak manipulace. Zástěna byla lehká, pohyb s ní byl snadný. Oba detektory poplach nezaznamenaly, takže jako materiál pro zástěnu je polystyren ideální.

Záběry z infракamery:

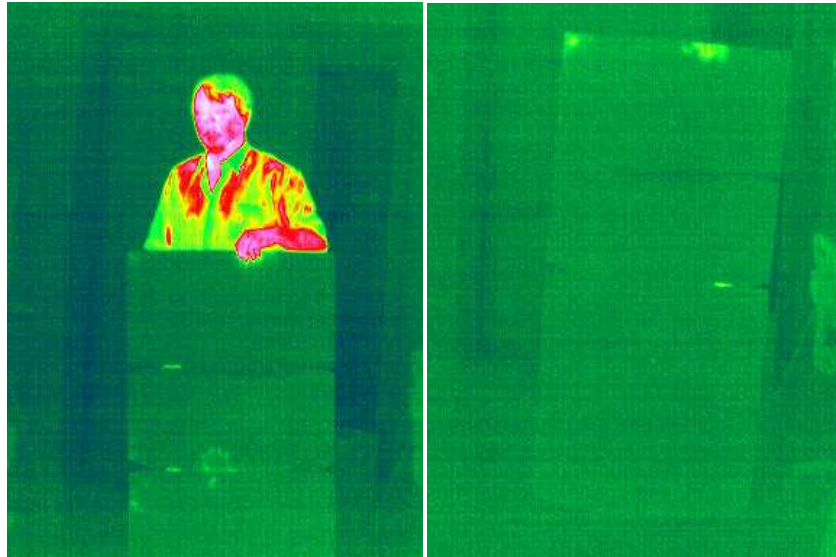


Obr. 22 Polystyren

Karton: V tomto případě se výsledky obou detektorů lišily. Detektor IR 130 PLUS narušitele nezaznamenal, kdežto detektor SIEMENS IS 390 ano. K detekci došlo až v momentu, kdy se narušitel dostal přímo do středu detekční charakteristiky, na jejích

krajích zůstal neodhalen. Karton tedy jistou schopnost pachatele zamaskovat má, kvalitnější detektor ho však odhalí.

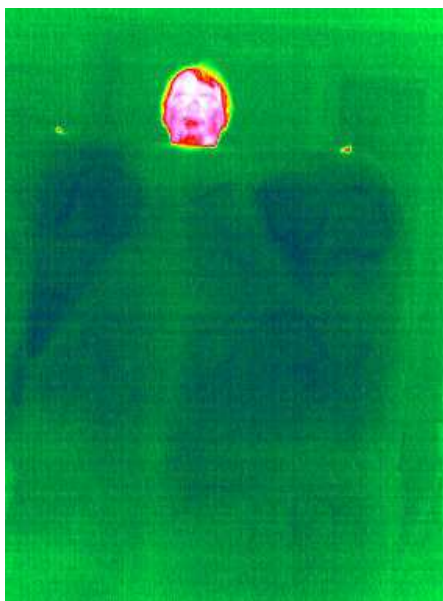
Záběry z infrazamery:



Obr. 23 Karton

Látka: Zde byly výsledky podobné jako u kartonu až na to, že detektor SIEMENS IS 390 zaznamenal narušitele v okamžiku, kdy protnul hranici detekční charakteristiky. Tento materiál je tedy jako zástěna nevhodný.

Záběry z infrazamery:



Obr. 24 Látka

Sklo: Sklo se jako tato bariéra také příliš neosvědčilo. Oba detektory narušitele zachytily, navíc manipulace se skleněnou tabulí není příliš pohodlná.

5.1.4 Závěr:

Výsledky měření ukázaly, že pomocí zástěny PIR detektor skutečně překonat lze. Je však třeba zvolit vhodný materiál. Pro dobré tepelně izolační vlastnosti a snadnou manipulaci se z testovaných materiálů nejvíce osvědčil polystyren. Důležitou roli hraje také kvalita detektoru. V tomto případě byl rozdíl mezi oběma detektory značný, detektor SIEMENS IS 390 se ukázal jako kvalitnější než detektor IR 130 PLUS. Méně kvalitní detektory mohou mít problém i s detekcí nedokonalých tepelně izolačních zástěn.

5.2 Překonání prostoru střeženého PIR detektorem pomocí izolace IR záření vydávaného lidským tělem

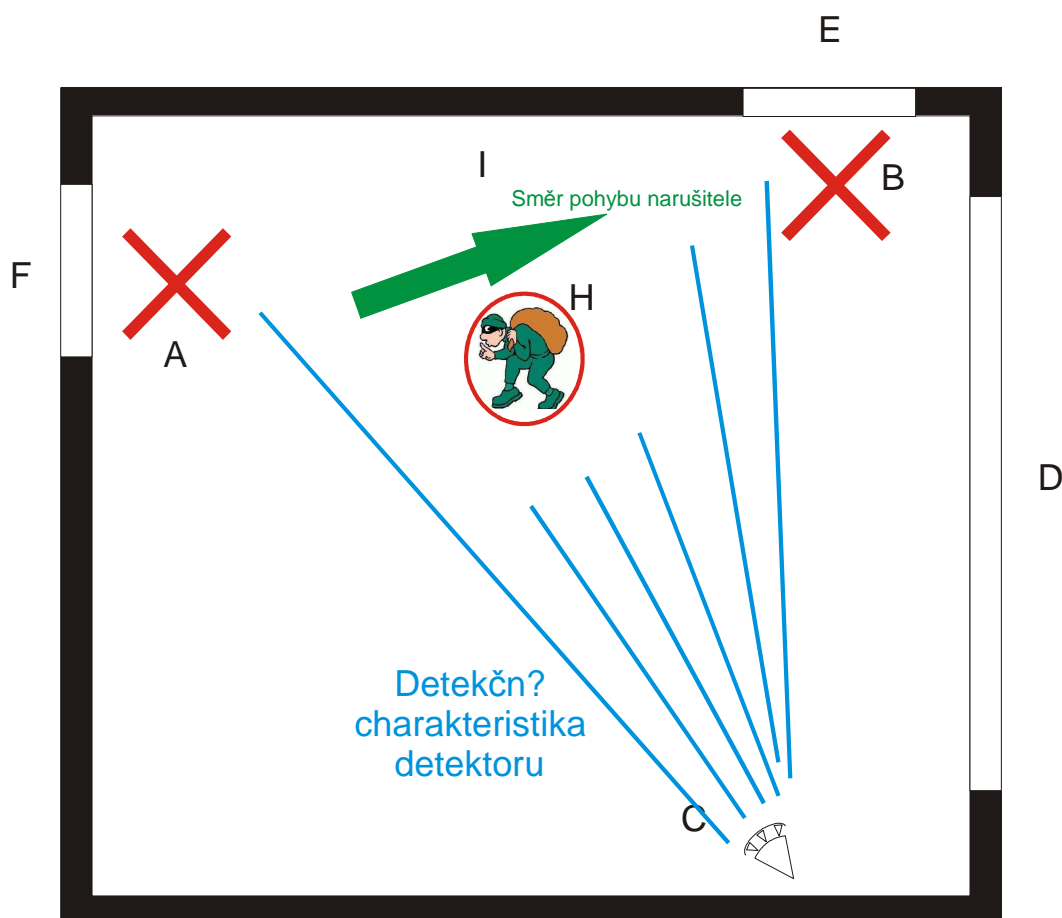
5.2.1 Úvod:

V tomto měření jde o překonání PIR detektoru pomocí izolace IR záření vydávaného lidským tělem, čehož se docílí použitím „obleku“ z různých materiálů. V případě úspěchu by se jednalo o velmi snadný způsob překonání PIR detektoru, kdy by nebylo třeba se za ničím skrývat, narušitel by jednoduše prošel.

Jedná se o podobný princip jako u předchozí úlohy. Rozdíl je v tom, že místo použití bariéry mezi narušitelem a detektorem bude snaha o tepelnou izolaci narušitele jako takového pomocí tepelně izolačních materiálů.

Měření bude probíhat v místnosti popsané v nákresu níže. Cílem je dostat z bodu A do bodu B tak, aby nedošlo k vyvolání poplachu detektorem C.

Překonávaný prostor:



Obr. 25 Překonávaný prostor

A – bod, ze kterého narušitel vychází

B – bod, kterého se narušitel snaží dosáhnout bez vyvolání poplachu

C - umístění detektoru

D – okno

E, F - dveře

H – narušitel vybavený tepelně izolačním oblekem

Detektory byly použity dva a to IR 130 PLUS a SIEMENS IS 390. Materiály použité jako izolace jsou látka, neopren, izotermická fólie. Tyto materiály jsou blíže popsány v tabulce materiálů.

5.2.2 Měření:

Úkol: Ověřit, zda lze překonat střežený prostor za pomoci izolací IR záření vydávaného narušitelem

Požité detektory: IR 130 PLUS a SIEMENS IS 390

Použité materiály:

Tab. 5 Tabulka materiálů

Materiál	Popis
Látka	
Neopren	3mm tlustý neoprenový oblek
Izotermická fólie	Fólie využívaná k udržení tělesné teploty

Postup měření: Narušitel se postaví na bod A. Poté se pomalým pohybem (cca 0,2 m/s) přesune do bodu B, přičemž protne detekční charakteristiku detektoru C.

5.2.3 Výsledky měření:

Tab. 6 Výsledky měření

		Materiál		
		Látka	Neopren	Izotermická fólie
Detektory	IR 130 PLUS	ne	ano	ano
	SIEMENS IS 390	ano	ano	ano

ano – detektor hlásil poplach, ne – detektor nehlásil poplach

Jediný úspěch byl zaznamenán při použití látky, ovšem pouze za použití méně kvalitního detektoru. Při použití detektoru SIEMENS IS 390 byl poplach zaznamenán okamžitě. U ostatních materiálů byl poplach zaznamenán pokaždé.

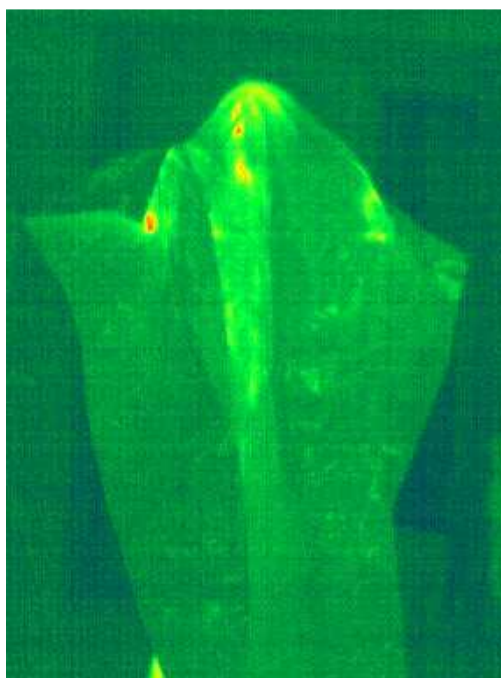
Záběry z infrakamery:

Látka:



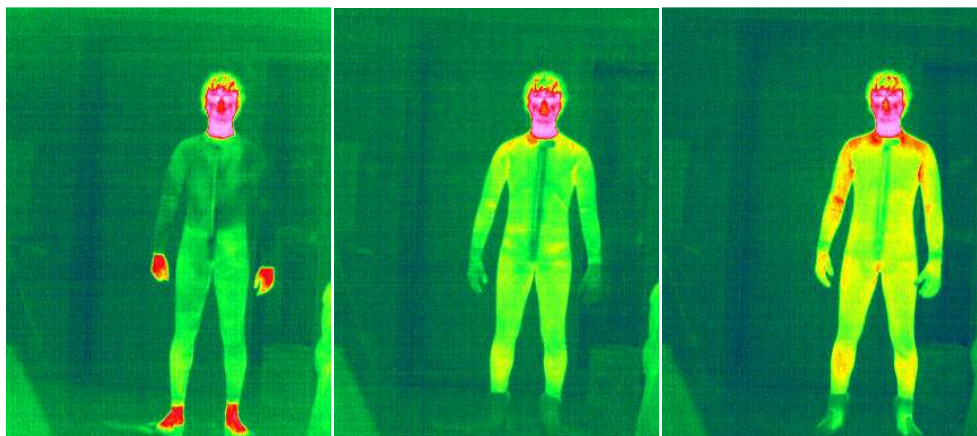
Obr. 26 Látka

Izotermická fólie:



Obr. 27 Izotermická fólie

Neopren:



Obr. 28 Neopren

5.2.4 Závěr:

Výsledky tohoto měření ukazují, že překonat tímto způsobem PIR detektor možné není. Ze všech pokusů se ujal pouze jediný a to spíše díky méně kvalitnímu detektoru. Byly vyzkoušeny i kombinace těchto materiálů, ovšem výsledky měření byly přesto negativní. Ze záběrů z infrazamery je patrné, že se materiály při dotyku s lidským tělem začínou samy zahřívat. Zvláště patrné je to u neoprenu, kde je vidět, jak se neopren postupně zahříval.

6 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI

Ve druhé polovině praktické části své práce se budu věnovat naopak zvýšení bezpečnosti hlídaného prostoru při využití PIR detektorů. Toho jsem se snažil docílit tvarováním tepelného pozadí scény snímané PIR detektorem.

6.1 Zvýšení bezpečnosti pomocí tepelného tvarování scény snímané PIR detektorem

6.1.1 Úvod:

V první úloze bylo dokázáno, že PIR detektor lze překonat pomocí tepelně nepropustné zástěny. V této úloze bude cílem tomuto zabránit tepelným tvarováním scény snímané detektorem.

Jelikož je IR záření dopadající na pyroelement filtrováno na vlnovou délku 8 až 14 μm , při zastínění narušitele nedojde k vyhlášení poplachu, jelikož nedojde ke změně IR záření v tomto rozmezí. Tomuto se dá zabránit tak, že sama snímaná scéna bude vyzařovat IR záření se zmiňovanou vlnovou délkou. Dojde-li pak k jejímu zastínění tepelně nepropustným materiálem, dojde ke změně přijatého IR záření v požadovaných hodnotách a k vyvolání poplachu.

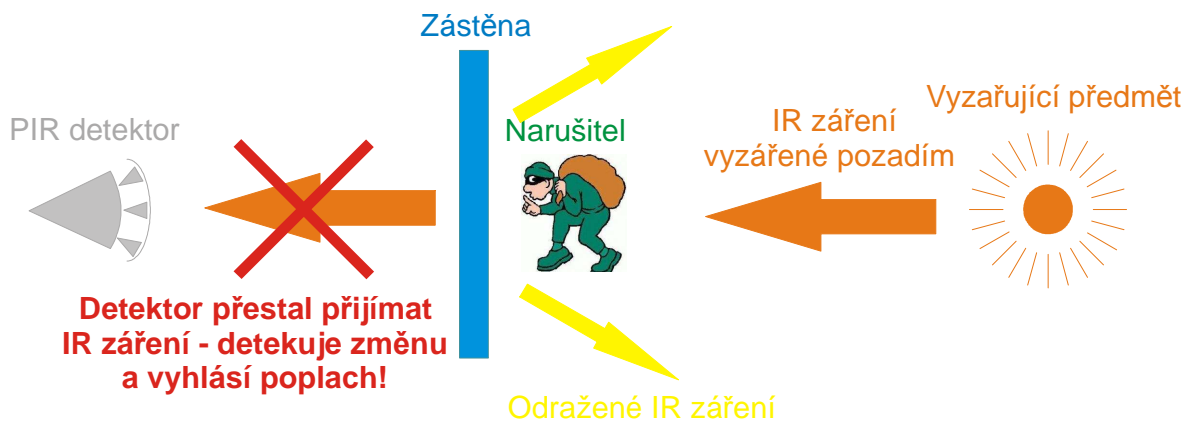
Tepelně tvarovat snímanou scénu lze velmi jednoduše. Stačí do ní umístit předmět, který bude konstantně, vyzařovat IR záření snímané vlnové délky, čili předměty s teplotou okolo 37 °C (teplota lidského těla). Pro využití této metody v praxi je potřeba volit takové předměty, které budou mít tuto teplotu neustále, a nebude docházet k jejím rychlým změnám z důvodu falešných poplachů.

Funkci tohoto systému znázorňuje dvojice obrázků níže. První zobrazuje situaci v klidovém stavu.



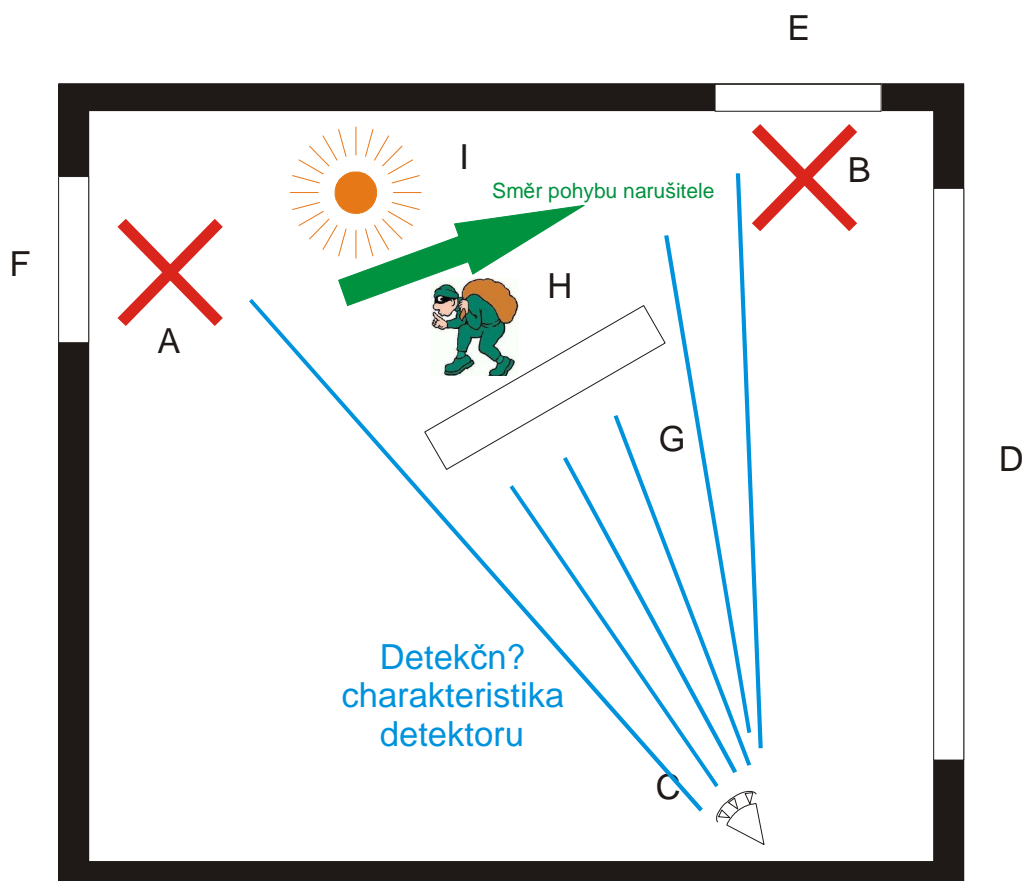
Obr. 29 Klidový stav

Druhý obrázek ukazuje, co se stane, když do střeženého prostoru vstoupí narušitel, který nebude vyzařovat IR záření ve snímaných hodnotách.



Obr. 30 Vstup narušitele

Překonávaný prostor:



Obr. 31 Překonávaný prostor

A – bod, ze kterého narušitel vychází

B – bod, kterého se narušitel snaží dosáhnout bez vyvolání poplachu

C - umístění detektoru

D – okno

E, F - dveře

G – zástěna

H – narušitel

I - vyzařující předmět

6.1.2 Měření:

Úkol: Zabránit narušiteli skrytému za tepelně izolační zástěnou v překonání dráhy mezi body A a B.

Použitý detektor: SIEMENS IS 390

Vyzařující předměty: router, člověk, topení

Postup měření: Narušitel se skryje za zástěnu mimo detekční charakteristiku detektoru v bodu A. Poté se pomalým pohybem (cca 0,2 m/s) přesune do bodu B, přičemž protne spojnicí mezi detektorem a vyzařujícím předmětem, čímž by měl nastat poplach.

6.1.3 Výsledky měření:

Tab. 7 Výsledky měření

vyzařující předmět	poplach
člověk	ano
topení	ano
router	ano

Člověk: Lidské tělo je pro tento úkol teoreticky ideální, jelikož filtry PIR čidla jsou laděny přímo na teplotu lidského těla. Při protnutí spojnicí mezi člověkem a detektorem skutečně k vyhlášení poplachu došlo. Avšak tento způsob samozřejmě v praxi využitelný není, tento pokus sloužil pouze k ověření této teorie.

Topení: V tomto případě bylo měření také úspěšné – poplach nastal. Navíc jde o variantu využitelnou v praxi. Problém by mohl nastat pouze v případě rychlého zahřátí tělesa, které by mohlo způsobit falešný poplach. Z tohoto důvodu se také nedoporučuje instalovat PIR detektory proti topení. Další nevýhodou je, že se netopí celý rok.

Router: Poslední pokus byl použit k tepelnému tvarování pozadí obyčejný router. Ten má při běžném chodu teplotu přibližně 40°C. Ačkoliv jde o docela malý předmět (20×10×3cm), ukázalo se, že je pro dané účely dostačující – poplach skutečně nastal. Výhoda je, že může běžet neustále a nedochází u něho k prudkému nárůstu, či poklesu teploty.

6.1.4 Závěr:

Tato úloha ukázala, že tento systém skutečně funguje. Tímto způsobem můžeme pozadí snímané scény modulovat mnoha způsoby, stačí předmět, který bude mít požadovanou teplotu. Problém ovšem nastává při realizaci v praxi. Je třeba zvolit takové předměty, které minimalizují riziko falešných poplachů (rychlá změna teploty) a které budou mít požadovanou teplotu stále.

Další zajímavostí je to, že při zavedení tohoto způsobu zvýšení bezpečnosti se už v celku nejedná o systém pasivní, nýbrž o systém aktivní – vytváří pole, v tomto případě vyzařuje IR záření.

7 VÝVOJ PIR DETEKTORŮ

PIR detektory jako každý jiný přístroj jsou a budou ovlivňovány novými technologiemi. Dá se počítat s tím, že v budoucnu budou PIR detektory pracovat rychleji, budou rychleji přenášet signál, budou menší a budou spotřebovávat méně energie.

Samozřejmostí je taky rostoucí počet funkcí. V současnosti jsou detektory schopny samy zaznamenávat události, pořizovat záznamy, vymezovat detekční zóny nebo rozlišovat plané poplachu od těch skutečných. Dokonce existují i PIR detektory se skrytou kamerou. Možností jak v tomto detektory zdokonalovat je mnoho.

7.1 Duální detektory

Duální detektory jsou detektory, které snímají zároveň dvě různé fyzikální veličiny. Jejich hlavní výhodou je to, že podstatně snižují možnost planého poplachu. Pravděpodobnost, že by došlo k situaci, kdy omylem spustí čidla fungující na dvou různých čidlech je velmi malá.

Princip duálních detektorů je už dnes zcela běžný a je to směr, kterým by se tato technologie měla ubírat i nadále.

Nejčastější kombinací bývá kombinace PIR detektoru s mikrovlnným detektorem, nebo kombinace PIR s ultrazvukovým detektorem.



Obr. 32 PIR/MW detektor [10]

V dnešní době se stal velmi populární duální detektor Eyttec. Tento výrobek od firmy SIEMENS funguje jako kombinace PIR čidla a obrazové detekce. Eyttec dostal řadu ocenění a jako první detektor splňuje podmínky pro stupeň zabezpečení 4 podle normy EN 50131-2.



Obr. 33 Eyttec[11]

7.2 Zvýšení spolehlivosti

Jak se ukázalo v praktické části této práce, systém detekce PIR čidla není dokonalý a lze ho poměrně snadno obelstít. Otázkou je, jak tento problém řešit a zdali to možné vůbec je. Byla zde nastíněna možnost tepelného tvarování snímané scény a ukázalo se, že by to mohla být jedna z cest, jak tento systém zkvalitnit.

Při svých měřeních jsem vycházel také z toho, že pachatel ví, kde je detektor umístěn. To v praxi není až tak složité, protože detektory bývají většinou umístěny na viditelných místech. Mohlo by být zajímavé zamyslet se nad možností maskovaného detektoru nebo ho jen umisťovat méně nápadně.

ZÁVĚR

Ve své práci jsem se snažil o analýzu funkce PIR detektoru, využití jeho slabin a návrh opatření pro zvýšení bezpečnosti. Vyzkoušel jsem pouze dva způsoby překonání detektoru založené na podobném principu, ale možností je více. Z výsledků svých měření jsem usoudil, že detektor svá slabá místa skutečně má a pomocí zástěny vyrobené z vhodného materiálu jej překonat lze. Jelikož jsem měření prováděl v předem definované místnosti, je otázkou, nakolik je toto proveditelné v praxi.

Každopádně výsledky měření jasně ukazují, že důležitou roli hraje kvalita samotného detektoru. Pro lepší zabezpečení bych doporučil investovat do kvalitnějšího detektoru.

Co se týká zvýšení bezpečnosti při použití PIR detektoru, dalo by se říct, že v tomto směru byla moje práce také úspěšná. Metoda tepelného tvarování pozadí snímané scény se osvědčila. Je tu zde stejný problém jako u předchozího bodu, a to opět v realizaci tohoto systému.

Jak se bude situace kolem PIR detektorů vyvíjet samozřejmě dopředu nikdo jistě neví, ovšem můžeme předpokládat, že se stále budou zdokonalovat po všech stránkách. Já osobně vidím jejich budoucnost v multifunkčních systémech, kdy se v jednom přístroji bude kombinovat více zařízení, a to nejenom detektory.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

In my work I tried to analyze the function of the PIR detector, used its weaknesses and to proposed measures to increase security. I tried only two ways of overcoming the detector based on a similar principle, but there are more possibilities. The results of my measurements showed, that the detector actually have weaknesses and by using a shield made of suitable material can be overcome. Since I conducted measurements in a pre-defined room, the question is how this is feasible in practice.

The measurement results clearly show that quality of the detector plays an important role. For better security, I would recommend investing in better detector. I also succeeded in improving security with PIR detectors. Method of thermoforming a background scene worked well. There is still problem with the implementation of this system.

How the situation will evolve around the PIR detectors, certainly no one knows in advance, but we can assume that it will still improve in all aspects. I personally see their future in multifunctional systems. One device will combine multiple devices, not only detectors.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů II. díl - Elektrické zabezpečovací systémy II, Praha: PA ČR, 2005, 229 s. ISBN 80-7251-189-0
- [2] ČANDÍK, Marek. Objektová bezpečnost II, Učební texty vysokých škol UTB FT, ZLÍN 2004, ISBN 80-7318-217-3
- [3] Alarmcom [online]. [cit. 2010-11-04]. Katalogové listy a informační materiály firem- Alarmcom, Dostupné na WWW: [<http://www.alarmcom.ie>]
- [4] Siemens [online]. [cit. 2010-11-04]. Katalogové listy a informační materiály firem- Siemens, Dostupné na WWW: [<http://www.siemens.com>]
- [5] Electricsite [online]. [cit. 2010-11-04]. Katalogové listy a informační materiály firem- Intelli Sense, Dostupné na WWW: [<http://www.electricsite.net>]
- [6] ČSN EN 50131-2-2 Poplachové systémy - Detektory narušení - Pasivní infračervené detektory
- [7] HW-group [online]. [cit. 2011-05-18]. Dokument ve formátu HTML, dostupné na WWW: [http://www.hw-group.com/products/sensors/Motion_detector_cz.html]
- [8] Sicurit [online]. [cit. 2011-05-18]. Dokument ve formátu HTML, dostupné na WWW: [http://www.sicurit.cz/cze/katalog/specialni-venkovni-pir-detektor-dosah-150m-charakteristika-zaclona-12vss30ma-rozsah-prac-teplot-25-az-55degc_ifr150xtb/]
- [9] Designcabinet [online]. [cit. 2011-05-18]. Dokument ve formátu HTML, dostupné na WWW: [<http://www.designcabinet.cz/doporucujeme/ja-80p-bezdratovy-pir-detektor-pohybu-osob>]

- [10] Eurosat [online]. [cit. 2011-05-18]. Dokument ve formátu HTML, dostupné na WWW: [<http://www.eurosat.cz/2674-maxim-guard.html>]
- [11] Siemens [online]. [cit. 2011-05-18]. Dokument ve formátu HTML, dostupné na WWW:
[http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/sp/en/intrusion_detection/detectors/subchannel_internal_motion_detectors/Pages/dual_technology_detectors.aspx]
]

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IR	Infra red
MW	Micro wave
PIR	Passive infra red
PZS	Poplachový zabezpečovací systém

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 PIR detektor</i>	12
<i>Obr. 2 Spektrum záření</i>	14
<i>Obr. 3 Blokové schéma PIR detektoru</i>	15
<i>Obr. 5 Závislost citlivosti detekce na směru pohybu pachatele</i>	16
<i>Obr. 4 Závislost citlivosti detekce na směru pohybu narušitele</i>	16
<i>Obr. 6 Černé zrcadlo</i>	18
<i>Obr. 7 Zrcadlová optika</i>	19
<i>Obr. 8 Fresnelova čočka</i>	20
<i>Obr. 9 Porovnání čoček</i>	20
<i>Obr. 10 Porovnání optik</i>	21
<i>Obr. 11 Venkovní PIR detektor</i>	22
<i>Obr. 12 Vnitřní PIR detektor</i>	22
<i>Obr. 14 IR 130 PLUS 2</i>	24
<i>Obr. 13 IR 130 PLUS 1</i>	24
<i>Obr. 15 IR 130 PLUS 3</i>	25
<i>Obr. 16 IR 130 PLUS Detekční charakteristika</i>	25
<i>Obr. 17 IS 390 1</i>	26
<i>Obr. 18 IS 390 2</i>	27
<i>Obr. 19 Detekční charakteristika IS 390</i>	27
<i>Obr. 20 Překonávaný prostor</i>	28
<i>Obr. 21 Funkce zástěny</i>	30
<i>Obr. 22 Polystyren</i>	31
<i>Obr. 23 Karton</i>	32
<i>Obr. 24 Látka</i>	32
<i>Obr. 25 Překonávaný prostor</i>	34
<i>Obr. 26 Látka</i>	36
<i>Obr. 27 Izotermická fólie</i>	36
<i>Obr. 28 Neopren</i>	37
<i>Obr. 29 Klidový stav</i>	38
<i>Obr. 31 Překonávaný prostor</i>	39
<i>Obr. 30 Vstup narušitele</i>	39
<i>Obr. 32 PIR/MW detektor</i>	42

Obr. 33 Eytec 43

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Technické parametry IR 130 PLUS</i>	26
<i>Tab. 2 Technické parametry IS 390</i>	28
<i>Tab. 3 Tabulka materiálů</i>	30
<i>Tab. 4 Výsledky měření</i>	31
<i>Tab. 5 Tabulka materiálů</i>	35
<i>Tab. 6 Výsledky měření</i>	35
<i>Tab. 7 Výsledky měření</i>	40