

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Spolehlivostní a bezpečnostní analýza bezdrátových prvků PZTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Autor práce: Bc. Filip Bláha

Praha 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Filip Bláha

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Spolehlivostní a bezpečnostní analýza bezdrátových prvků PZTS

Název anglicky

Reliability and security analysis of IH&S wireless elements

Cíle práce

Cílem práce je na základě literární rešerše definovat kritické body bezdrátové komunikace prvků PZTS a prakticky ověřit jejich funkčnost prvků i předpokládané hypotézy. Následně definujte bezpečnostní kritéria pro jednotlivé typy těchto prvků a druhy přenosu. Ověřte testy podle vypracované metodiky.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Definice kritických parametrů, návrh hypotézy
6. Praktické testy a jejich zpracování
7. Závěry, ověření hypotézy
8. Zobecnění a doporučení

Doporučený rozsah práce

50 – 60 stránek včetně obrázků a grafů

Klíčová slova

PZTS, normy, bezdrátový přenos, spolehlivost, bezpečnost

Doporučené zdroje informací

firemní materiály vybraných společností

KŘEČEK, S.: Ochrana majetku systémy průmyslové televize. 1. vydání. Praha: GRADA Publishing, 1997. 183 s. ISBN 80-7169-402-9

KŘEČEK, S. Příručka zabezpečovací techniky. Blatná: Blatenská tiskárna, 2006. ISBN 80-902938-2-4.

Pužmanová, R.: Bezpečnost bezdrátové komunikace, Brno, Computer Press, 2004

PUŽMANOVÁ, R. *Moderní komunikační sítě od A do Z : [technologie pro datovou, hlasovou i multimediální komunikaci]*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1278-0.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2018

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 11. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Spolehlivostní a bezpečnostní analýza bezdrátových prvků PZTS vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 31. 3. 2019

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Zdeňkovi Votrubovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Abstrakt: Předmětem předkládané práce je zmapovat spolehlivost a bezpečnost bezdrátových prvků poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů. Práce obeznámuje s PZTS z obecného hlediska, jsou uvedeny výhody a nevýhody těchto systémů, jsou popsány jednotlivé prvky používající se v této problematice, je uvedeno jejich rozdělení z hlediska ochrany a popsána jejich funkce a využití. Dále se práce zabývá frekvenčními pásmy, ve kterých bezdrátové PZTS pracují a jsou zde uvedeny kritické body komunikace. Cílem práce je na základě teoretických předpokladů praktické ověření spolehlivosti a bezpečnosti bezdrátových prvků PZTS, čímž se zabývá praktická část práce.

Klíčová slova: PZTS, normy, bezdrátový přenos, spolehlivost, bezpečnost

Reliability and security analysis of IH&S wireless elements

Summary: The object of the work is the reliability and safety of wireless alarm security and emergency systems. This work contains the advantages and disadvantages of this alarm safety emergency system, the description of the individual elements which are used in this work, the division of ASES in protection term and the description of their function and use. This work also occupies with the frequency zones in which wireless systems work and there are stated the critical points of the communication. The aim of the work is the practical check of reliability and safety of wireless alarm security and emergency systems from the evidence of theoretical assumptions in the practical part of the work.

Key words: PZTS, norms, wireless transfer, reliability, safety

Seznam použitých zkratek

PZTS	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
ISM	Industrial, Scientific and Medical
IEC	International Electrotechnical Commission
TNI	Technické normalizační informace
US	Ultrasonic Sensor
MW	Microwave Sensor
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
ITU	International Telecommunication Union
GSM	Global System for Mobile Communication
SMS	Short Message Service
GPRS	General Packet Radio Service
PCO	Pult centralizované ochrany

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce	3
4	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy.....	4
4.1	Normy PZTS.....	6
4.1.1	Technická komise CENELEC/TC79.....	6
4.1.2	Norma ČSN EN 50131	6
4.1.3	Stupně zabezpečení PZTS	7
4.1.4	Třídy prostředí	7
4.1.5	Krytí IP	8
4.1.6	Krytí IK	10
5	Rozdělení prvků PZTS.....	11
5.1	Prvky plášťové ochrany	11
5.1.1	Magnetické kontakty	11
5.1.2	Detektory pro ochranu skleněných ploch.....	12
5.1.3	Mechanické kontakty	13
5.1.4	Vibrační čidla	13
5.2	Prvky prostorové ochrany.....	14
5.2.1	Pasivní infračervená čidla	14
5.2.2	Ultrazvuková čidla	15
5.2.3	Mikrovlnná čidla	16
5.2.4	Kombinovaná čidla	17
5.3	Prvky tísňové ochrany	17
5.3.1	Veřejné tísňové hlásiče.....	17

5.3.2	Speciální tísňové hlásiče	18
5.3.3	Automatické tísňové hlásiče.....	18
5.3.4	Osobní tísňové hlásiče.....	19
5.4	Prvky předmětové ochrany	19
5.5	Prvky perimetrické ochrany.....	20
5.5.1	Mikrofonické kabely	20
5.5.2	Infračervené závory a bariéry.....	21
5.5.3	Mikrovlnné bariéry.....	21
5.5.4	Štěrbínové kabely	22
5.5.5	Zemní tlakové hadice	22
5.6	Ústředny PZTS	23
5.6.1	Smyčková ústředna	23
5.6.2	Ústředna s přímou adresací čidel	24
5.6.3	Ústředny smíšeného typu	25
5.6.4	Ústředny s bezdrátovým přenosem	25
6	Bezdrátová komunikace	28
6.1	Rádiové spektrum	28
6.1.1	Šíření rádiových vln	29
6.1.2	Rozdělení radiového spektra	30
6.2	Pásmo ISM 433 MHz a 868 MHz	32
7	Praktická část	34
7.1	Měření na frekvenci 868 MHz.....	34
7.1.1	Magellan MG6250	34
7.1.2	Magnetický detektor DCT2 868 MHz	36
7.1.3	Měření intenzity signálu ve volném prostoru	37
7.1.4	Měření intenzity signálu v objektu.....	39
7.2	Měření na frekvenci 433 MHz.....	44

7.2.1	Magellan MG5050	44
7.2.2	Magnetický detektor DCT2 433 MHz	45
7.2.3	Klávesnice Paradox K32 LCD+	46
7.2.4	Opticko-akustická signalizace LED – 1490 DSW	47
7.2.5	Měření intenzity signálu ve volném prostřanství	48
7.2.6	Měření intenzity signálu v objektu	50
7.3	Zhodnocení naměřených hodnot	54
8	Závěr.....	56
9	Zdroje	57
	Seznam obrázků	60
	Seznam tabulek.....	62
	Seznam grafů	63

1 Úvod

V dnešní době vysoké kriminality je chránění vlastního zdraví a majetku jedním z nejdůležitějších aspektů. K tomu slouží poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, zkráceně PZTS. V době naší nepřítomnosti nebo spánku tyto systémy hlídají zabezpečený objekt a minimalizují tak škody na majetku, či zdraví způsobené případným útočníkem. PZTS sice nezabrání vstupu případného narušitele do střeženého prostoru, ovšem informuje nás o jeho narušení. Dnes je nejmodernější a nejkomfortnější vše realizovat bezdrátovými technologiemi. Mnoho lidí volí právě bezdrátové zabezpečovací systémy, které upřednostňují před drátovým vedením. Pro bezdrátové PZTS jednoznačně hovoří nenarušení stavu objektu při instalaci, jednoduchost instalace či rychlost montáže. Nabízí se však otázka, zda je spolehlivé a bezpečné použití bezdrátových PZTS k ochraně zdraví a majetku? Opravdu jsou tyto technologie tak skvělé, jak uvádějí jejich výrobci? Právě bezpečnostní a spolehlivostní analýzou bezdrátových PZTS se zabývá předkládaná diplomová práce.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá seznámením a uvedením do problematiky poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů. V teoretické části jsou rovněž uvedeny různé prvky používající se u zabezpečovacích systémů a vysvětlení jejich funkce. Dále se práce zabývá bezdrátovou komunikací, konkrétně pásmy ISM 868 a 433 MHz, což jsou pracovní pásma pro bezdrátové zabezpečovací systémy.

Praktická část se věnuje ověření spolehlivosti a bezpečnosti bezdrátové komunikace vybraných prvků v pásmech 868 a 433 MHz. Je zde měřena intenzita signálu ve volném prostoru a současně je zkoumána maximální vzdálenost komunikace mezi ústřednou a zvoleným detektorem. Poté je zkoumána intenzita signálu a odolnost vůči rušení v konkrétním objektu, kde vysílanému signálu kladou odpor překážky v podobě stavebních příček.

2 Cíl práce

Hlavním cílem předkládané diplomové práce je ověření bezpečnosti a spolehlivosti bezdrátových poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů podle kritérií získaných na základě literární rešerše. Dílčími cíli této práce pak je:

- Uvést do problematiky PZTS
- Popsat princip bezdrátové komunikace zabezpečovacích systémů
- Definovat kritické body bezdrátové komunikace PZTS
- Popsat frekvenční pásma 433 a 868 MHz
- Změřit intenzitu signálu předložených bezdrátových prvků
- Zhodnotit měření a porovnat výsledky s teoretickými předpoklady

3 Metodika práce

Teoretická část bude zaměřena zprvu na seznámení s PZTS z obecného hlediska a budou uvedeny výhody a nevýhody těchto systémů. Dále se práce bude zabývat legislativou PZTS a budou jasně definovány jednotlivé stupně zabezpečení. Následovat bude obsáhlejší část, která se bude věnovat rozdělení prvků PZTS z pohledu ochrany, kde budou detailně popsány funkce, pracovní principy, použití a vlivy ovlivňující správnou funkci jednotlivých detektorů. Do této kapitoly budou zahrnuty také ústředny PZTS a jejich základní rozdělení. Obecně bude popsána komunikace jednotlivých ústředen. V této kapitole bude práce zaměřena více na bezdrátové ústředny, kde se bude zabývat jednosměrnou a obousměrnou komunikací. Poslední kapitolou teoretické části bude kapitola zaměřující se na bezdrátovou komunikaci, ve které bude zahrnuto rádiové spektrum a jeho rozdělení a budou zde popsána frekvenční pásma, ve kterých bezdrátové PZTS pracují a jejich spolehlivost.

V praktické části dojde k měření a ověření funkčnosti bezdrátového přenosu vybraných prvků PZTS. Pro toto měření bude potřeba ústředna, která bude vybavena bezdrátovým přijímačem a bezdrátový detektor s co nejmenším výkonem. Detektorem v tomto případě bude magnetický kontakt. Měření bude probíhat tak, že ústředna bude umístěna na stálém místě a magnetický kontakt bude rozpojován v různých vzdálenostech od ústředny a bude zkoumána intenzita signálu v závislosti na vzdálenosti a úhlu detektoru od ústředny. Nejprve se takto bude potupovat v prostoru, kde se nenachází žádné překážky, které by mohly pohlcovat vysílaný signál. Podle teoretických předpokladů by toto měření mělo dojít k závěru, že komunikace mezi ústřednou a detektorem je možná na 500 m u frekvence 868 MHz a 300 m u frekvence 433 MHz. Druhá část měření bude probíhat v prostoru, kde se mezi ústřednou a magnetickým kontaktem bude již nacházet překážka v podobě různých přiček a bude zde měřena odolnost intenzity signálu vůči rušení a pohlcení překážkami na dvou zmíněných frekvencích, přičemž lepší kvalita signálu by podle teoretických předpokladů měla být u frekvence 868 MHz, jelikož pásmo 433 MHz je již v dnešní době poněkud zahlceno.

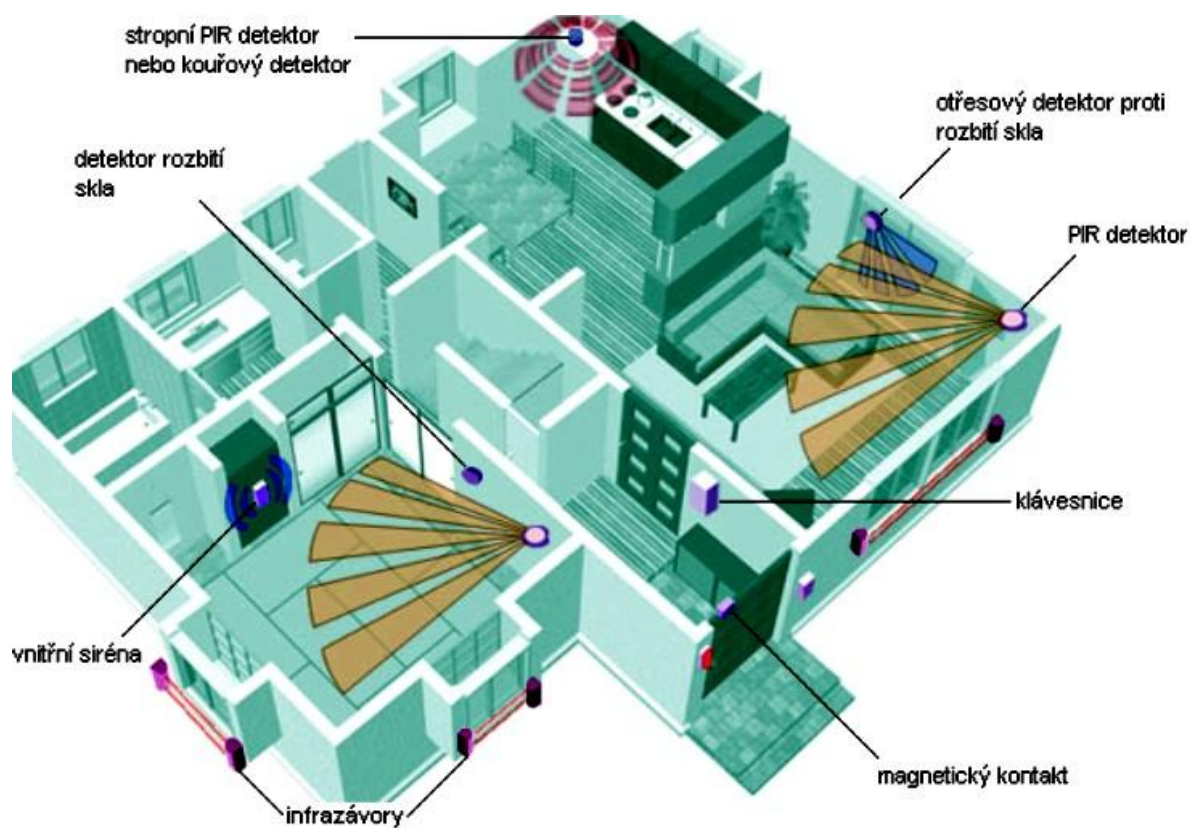
4 Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy

Zkratkou PZTS se v dnešní době značí poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, dříve označovány zkratkou EZS (elektronická zabezpečovací signalizace). Tyto systémy slouží především k ochraně majetku a lidského zdraví.

Každý takový systém se neobejde bez prvku nazývaného ústředna, která komunikuje se všemi čidly a jedná se o jakýsi mozek celého systému. Mezi hlavní funkce ústředny patří především přijímání a vyhodnocení signálů z připojených čidel, zajištění napájení detektorů elektrickou energií, diagnostika stavů systému a uvádění systému do stavu zastřežení a klidu. Komunikace mezi ústřednou a detektory může probíhat dvěma způsoby, za prvé drátově pomocí elektrických kabelů a za druhé bezdrátově. Bezdrátová komunikace probíhá pomocí rádiových vln. Ústředna vyhodnocuje stavy jednotlivých detektorů v reálném čase a v případě, že u některého z nich vyhodnotí stav jako poplachový, ústředna vyhlásí poplach. Vyhlášení poplachu je například signalizováno majáky nebo sirénami, případně je informace o poplachu odeslána prostřednictvím komunikačního rozhraní na uživatelem zvolené místo.

Pro uživatelsky přívětivé ovládání celého PZTS slouží klávesnice vybavená LCD panelem. Klávesnice slouží primárně k zadávání uživatelských kódů, programování funkcí systému, ovládání speciálních funkcí systému a uvedení systému do stavu zastřežení nebo klidu.

Jak již bylo uvedeno, ústředna komunikuje s detektory, což je zařízení, které vyhodnocuje fyzikální změny ve střeženém prostoru, a v případě zjištění narušení vysílají poplachový signál ústředně. Detektorů je v dnešní době velmi velké množství a jejich rozdělení spočívá především podle principu detekce, způsobu napájení nebo způsobu propojení s ústřednou.



Obrázek 1 - Objekt zabezpečený PZTS (8)

Výhody PZTS

- Minimalizace škod
- Komplexní ochrana
- Montáž drátově i bezdrátově
- Dlouhá životnost
- Finanční dostupnost základních systémů

Nevýhody PZTS

- Nutná instalace a servis odbornou firmou
- Každoroční revize systému
- Rozdílná kvalita zabezpečení od různých výrobců

(1,2,3,5,6,7)

4.1 Normy PZTS

Technické normy zajišťují technický pořádek v příslušném oboru. U poplachových systémů vznikly normy na půdě evropských (CENELEC – evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice) a světových (IEC – Mezinárodní výbor pro elektrotechniku) normalizačních organizací. Evropské normy určila evropská normalizační organizace. U poplachových systémů se normami zabývá evropská technická komise CLC/TC79 a její skupiny. (1)

4.1.1 Technická komise CENELEC/TC79

TC79 je označení pro technickou komisi poplachových systémů při Evropském výboru pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC). Tato komise má velké pole působnosti. Pokrývá komplexně celou oblast zabezpečení. Za Českou republiku zastupuje mezinárodní spolupráci s touto komisí asociace bezpečnostních služeb Grémium Alarm. (1)

4.1.2 Norma ČSN EN 50131

Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy spadají pod normu ČSN EN 50131, jejíž podrobnější strukturu znázorňuje tabulka 1. K normě ČSN EN 50131 jsou vydány tři technické normalizační informace (TNI), které obsahují návod k aplikaci normy. Technické normalizační informace jsou zaznamenány v tabulce 2.

Číslo normy	Název
ČSN EN 50131-1	Všeobecné požadavky
ČSN EN 50131-2-1	Společné požadavky pro detektory
ČSN EN 50131-2-6	Detektory otevření
ČSN EN 50131-4	Výstražná zařízení
ČSN EN 50131-5-1	Společné požadavky pro detektory
ČSN EN 50131-5-4	Propojovací zařízení využívající VF techniku
ČSN EN 50131-5-5	Propojovací zařízení využívající IČ techniku
ČSN EN 50131-6	Napájecí zdroje

Tabulka 1 - Struktura normy ČSN EN 50131 (1)

Číslo normy	Zjednodušený název
TNI 334590-1	Návrh systémů PZTS
TNI 334590-2	Montáž systémů PZTS
TNI 334590-3	Kontrola PZTS po montáži, výchozí a pravidelné revize PZTS, funkční zkoušky a měření

Tabulka 2 - Technické normalizační informace (1)

4.1.3 Stupně zabezpečení PZTS

Stupně zabezpečení jsou velmi důležitým kritériem pro zařazení příslušného prvku PZTS. Tyto stupně jsou definovány v normě ČSN EN 50131-1 a určují vybavenost a funkci jednotlivých prvků z hlediska: Přístupové úrovně; provozování; vyhodnocení; detekci; napájení; zabezpečení proti sabotáži; monitorování; propojení; záznamu událostí. Stupně zabezpečení jsou rozděleny do čtyř skupin, které zobrazuje následující tabulka. (1)

Stupeň zabezpečení	Míra rizika	Znalosti případného narušitele
1	nízké	narušitel má malou znalost PZTS; narušitel disponuje malou vybaveností nástrojů
2	nízké až střední	narušitel má základní znalosti PZTS; narušitel má omezený sortiment přenosných přístrojů
3	střední až vysoké	narušitel je plně obeznámen s problematikou PZTS; narušitel má k dispozici úplný sortiment základních přenosných přístrojů a elektronických zařízení
4	vysoké	narušitel je obeznámen s daným zabezpečeným objektem a je schopen nebo má možnost zpracovat podrobný plán vniknutí; narušitel disponuje kompletním vybavením včetně prvků, kterými je schopen nahradit rozhodující prvky PZTS

Tabulka 3 - Stupně zabezpečení PZTS (1)

4.1.4 Třídy prostředí

Třídy prostředí jasně definují do jakého prostředí se který detektor PZTS smí umístit, čemu dokáže odolat a na co je konstrukčně navržen. Norma ČSN EN 50131-1 určuje čtyři základní třídy prostředí.

Třída	Název prostředí	Popis prostředí	Rozsah teplot
I	Vnitřní	Vytápěné obytná nebo obchodní místa	+5 °C až +40 °C
II	Vnitřní všeobecné	Nevytápěná místa, přerušovaně vytápěná místa (chodby, schodiště, sklady)	-10 °C až +40 °C
III	Venkovní chráněné	Prostředí, které se nachází vně budov, ale kde detektory nejsou trvale vystaveny vlivům počasí	-25 °C až +50 °C
IV	Venkovní všeobecné	Prostředí, které se nachází vně budov a kde jsou detektory trvale vystaveny vlivům počasí	-25 °C až +60 °C

Tabulka 4 - Třídy prostředí (21)

4.1.5 Krytí IP

Krytí IP je dle normy ČSN EN 60 529 a vyjadřuje odolnost prvku proti vniknutí cizího tělesa nebo vniknutí kapalin. Kód je tvořen dvěma čísly, přičemž první udává ochranu před vniknutím cizích předmětů, potažmo ochranu před nebezpečným dotykem a druhé číslo znázorňuje krytí před vniknutím kapaliny. Nová norma navíc zavádí další přídatná písmena A, B, C, D a doplňková písmena H, M, S, W. Tyto písmena nejsou však při značení povinná.

(31)

Označení	Popis
IP 0x	Nechráněno
IP 1x	Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 50 mm a větších a také před dotykem dlaně
IP 2x	Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 12,5 mm a větších a také před dotykem prstem
IP 3x	Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 2,5 mm a větších a také před dotykem nástrojem
IP 4x	Zařízení je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 1 mm a větších a také před dotykem drátem
IP 5x	Zařízení je chráněno před prachovými částicemi a před dotykem jakoukoli pomůckou
IP 6x	Zařízení je prachotěsné a současně je chráněno před jakoukoli pomůckou

Tabulka 5 - Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles udávané první číslicí (30)

Označení	Popis
IP x0	Nechráněno
IP x1	Chráněno proti padající vodě při odpovídající hodnotě deště 3 až 5 mm padající vody za minutu v průběhu 10 minut. Jednotka je umístěna ve své pracovní poloze
IP x2	Chráněno proti padající vodě, když je prvek v poloze 15 stupňů. Stejně jako u IPX-1, jen s rozdílem, že je jednotka testována ve 4 pozicích, nakloněna o 15° v každé poloze od normální provozní polohy
IP x3	Chráněno proti vodní tříšti, přičemž voda stříká na přístroj v úhlu 60° vertikálně, v množství 10 litrů za minutu a při tlaku 80 až 100kN/m ² po dobu 5 minut
IP x4	Chráněno proti stříkající vodě, stejně jako u IPX-3, jen s tím rozdílem, že voda stříká ve všech možných úhlech
IP x5	Chráněno proti vodním proudům, voda míří 6,3 mm tryskou ve všech úhlech při průtoku 12,5 litrů za minutu při tlaku 30 kN/m ² po dobu 3 minuty ze vzdálenosti 3 metry
IP x6	Chráněno proti vlnobití, voda míří 12,5 mm tryskou ve všech úhlech při průtoku 100 litrů za minutu při tlaku 100 kN/m ² po 3 minuty ze vzdálenosti 3 metry
IP x7	Chráněno proti ponoření prvku do vody. Ponoření na 30 minut do hloubky 1 metr
IP x8	Chráněno proti potopení do vody, zařízení je schopné nepřetržitého potopení do vody za podmínek, které jsou určeny výrobcem zařízení

Tabulka 6 - Stupně ochrany proti vniknutí vody udávané druhou číslicí (30)

Označení	Popis
A	Chráněno před dotykem hřbetem ruky – sonda dotyku je koule o průměru 50 mm
B	Chráněno před dotykem prstem - článkový zkušební prst o průměru 12 mm a délky 80 mm
C	Chráněno před dotykem nástrojem - sonda dotyku o průměru 2,5 mm a délky 100 mm
D	Chráněno před dotykem drátem - sonda dotyku o průměru 1 mm a délky 100 mm

Tabulka 7 - Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí udávané přídatným písmenem (30)

Označení	Popis
H	Zařízení vysokého napětí
M	Jsou zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jestliže jsou pohyblivé části zařízení v pohybu
S	Jsou zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jestliže jsou pohyblivé části zařízení v klidu
W	Vhodné pro použití za určitých povětrnostních podmínek. Krytí prvku je dosaženo dodatečnými ochrannými vlastnostmi nebo metodami

Tabulka 8 - Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí udávané doplňkovým písmenem (30)

4.1.6 Krytí IK

Krytí IK definuje ochranu proti vnějším mechanickým rázům a vychází z normy ČSN EN 50102. Kompletní kryt je označen takzvaným IK kódem, který vyjadřuje na stupnici od 0 do 10 velikost mechanické energie, kterou je elektrické zařízení absorbovat aniž by došlo k jeho poškození. (32)

IK kód	Energie nárazu (J)
IK 00	nechráněno
IK 01	0,15
IK 02	0,2
IK 03	0,35
IK 04	0,5
IK 05	0,7
IK 06	1
IK 07	2
IK 08	5
IK 09	10
IK 10	20

Tabulka 9 - Stupeň ochrany IK krytem (31)

5 Rozdělení prvků PZTS

Prvky poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů mají za úkol zajišťovat a předávat informace o situaci v zabezpečeném prostoru. Tyto prvky slouží zejména k upozornění uživatele na hrozící nebezpečí, ať už v podobě neoprávněného vniknutí narušitele nebo například při výskytu požáru. Zjednodušeně tedy prvky PZTS slouží ochraně majetku a zdraví osob.

5.1 Prvky plášťové ochrany

Prvky plášťové ochrany slouží k detekci pokusu narušitele vniknout do střeženého prostoru přes vnější plášť. Vnější pláštěm se rozumějí například dveře, okna nebo vrata. Precizní plášťová ochrana představuje kvalitní způsob zabezpečení a její největší výhodou je, že signalizuje narušení již v prvním okamžiku vniknutí narušitele. (1,2,3)

5.1.1 Magnetické kontakty

Magnetické kontakty jsou jednoduché detektory bez vlastního napájení. Detektor se skládá z jazýčkového kontaktu a permanentního magnetu. V jazýčkovém kontaktu je zatavená skleněná trubička naplněná ochrannou atmosférou. V této trubičce jsou zároveň umístěny dva feromagnetické kontakty. Permanentní magnet představuje magnetizovaný váleček z feritu. Jazýčkový kontakt i permanentní magnet jsou zvlášť zapouzdřeny do krytů z nemagnetického materiálu. V klidovém stavu jsou tyto dva díly u sebe což, zapříčiní, že kontakt jazýčkového relé je sepnut působením magnetického pole permanentního magnetu. Pokud se jazýčkový kontakt a permanentní magnet od sebe oddálí, přestane na jazýček působit magnetické pole a dojde k rozpojení jazýčkového relé, a tím pádem k aktivaci poplachového hlášení. Magnetické kontakty se nejčastěji instalují na dveře nebo okna, přičemž permanentní magnet je upevněn na pevnou část (např. rám okna) a jazýčkový kontakt na pohyblivou část. Pro montáž je nutné použít šrouby z nemagnetického materiálu. (1,2,3,15)



Obrázek 2 - Magnetický kontakt (36)

5.1.2 Detektory pro ochranu skleněných ploch

Tyto detektory se používají, jak již název napovídá, k zabezpečení skleněných ploch. Poplach způsobuje mechanická změna skleněné plochy (rozbití skla, vibrace skla). Tyto detektory musí mít vlastní napájení v podobě baterie. Největší zabezpečení v tomto oboru zajišťují aktivní čidla na ochranu skleněných ploch. Tyto detektory obsahují vysílač a přijímač. Čidlo má paměť, ve které je uložen normální klidový stav a elektronický obvod umístěný v těchto detektorech vyhodnocuje změny přenosu a porovnává se stavem umístěným v paměti. Tyto detektory se dále dělí podle způsobu umístění na kontaktní (jsou umístěny přímo na skleněné ploše) a bezkontaktní (jsou umístěny mimo skleněnou plochu). (1,2,3,15)

5.1.2.1 Kontaktní detektory

Princip těchto čidel spočívá v tom, že třštění skla vyvolává zvuk, který se hmotou skla šíří jako vlnění. Detektor, který je pevně spojen s plochou skla zachycuje toto vlnění. V detektoru se nachází elektronický obvod, který toto vlnění vyhodnotí a způsobí poplachové hlášení. Dosah těchto detektorů zpravidla bývá 1,5 – 3 m. (1,2,3,15)



Obrázek 3 - Kontaktní detektor (9)

5.1.2.2 *Bezkontaktní čidla*

Dalšími velice rozšířenými detektory na ochranu skleněných ploch jsou akustická čidla. Tyto detektory nevyhodnocují vlnění skla, ale akustický efekt, který je pro rozbité sklo charakteristický. Elektronický obvod vyhodnocuje akustické vlnění přijaté mikrofonem. (1,2,3,15)



Obrázek 4 - Akustický detektor (10)

5.1.3 **Mechanické kontakty**

Mechanické kontakty jsou mikropínače, které jsou konstruovány tak, aby je bylo možno zabudovat do rámců proti západce zámku. Jejich hlavním úkolem je střežení uzamčených vstupů. Tyto detektory se užívají v případech, jestliže má střežený prostor více možných vstupů. (1,2,3)

5.1.4 **Vibrační čidla**

Hlavním úkolem vibračních čidel je hlídání průrazu stěn a stavebních konstrukcí pláště budovy. Tyto čidla obsahují elektromechanický měnič, který je doplněn vyhodnocovací elektronikou. Umísťují se na riziková místa, kde je možnost průchodu zdí (luxfery, rámy dveří a oken). (1,2,3)

5.2 Prvky prostorové ochrany

Prostorová ochrana detekuje pohyb narušitele uvnitř střeženého objektu. Prostorová ochrana se dělí na čidla aktivní a čidla pasivní.

- a) Pasivní čidla – Tyto čidla pouze registrují fyzikální změny ve svém okolí.
- b) Aktivní čidla – Vytvářejí své pracovní prostředí aktivním působením na své okolí a registrují případnou změnu vytvořeného fyzikálního prostředí.

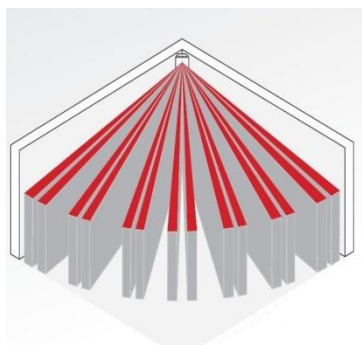
Každé z čidel prostorové ochrany využívá ke své funkci jinou část kmitočtového spektra elektromagnetického vlnění. (1,2,3,16)

5.2.1 Pasivní infračervená čidla

Pasivní infračervená čidla, označována také jako PIR detektory, pracují na principu zachycování změn vyzařování v infračerveném pásmu. Každé těleso s teplotou v rozmezí od 273 °C až 560 °C je zdrojem vyzařování infračerveného vlnění, které odpovídá teplotě tělesa. Pro teplotu lidského těla je charakteristická vlnová délka 9,4 mm. PIR detektory tedy zachycují pohyb všech těles, jejichž teplota je odlišná od teploty okolí. Zorné pole detektoru je rozděleno na aktivní a neaktivní zónu. Aktivní a pasivní zóna v praxi znamenají viditelné a zakryté části obrazu střeženého prostoru. Při pohybu tělesa s odlišnou teplotou než je teplota okolí, zachycuje detektor změny při přechodu z aktivní do neaktivní zóny a naopak. Elektronický obvod vyhodnotí signál, který je těmito změnami vyvolaný a vyhlásí poplach.

Instalace PIR čidel se provádí především v centrálních bodech budovy, jako jsou schodiště, vstupy nebo chodby. Důležité u instalace těchto čidel je, aby pravděpodobný směr pohybu narušitele byl kolmý na průmět aktivní nebo neaktivní zóny. PIR detektory se vzájemně neruší, a tak je možná instalace více kusů do prostoru.

Nevýhodou těchto čidel je především skutečnost, že jejich funkci můžou negativně ovlivnit rychlé teplotní změny vyvolané například slunečním svitem, což má za následek vyvolání falešného poplachu. (1,2,3,15)



Obrázek 6 - Pracovní prostor PIR detektoru (11)



Obrázek 5 - PIR detektor (12)

5.2.2 Ultrazvuková čidla

Ultrazvukové detektory, nazývány také zkráceně jako US čidla, se řadí mezi aktivní čidla prostorové ochrany, jelikož vysílají vlnění do střeženého prostoru. Hlavními prvky jsou vysílač a přijímač. Tyto detektory využívají část spektra mechanického vlnění, které je nad pásmem kmitočtu lidské slyšitelnosti.

Princip ultrazvukových detektorů spočívá v tom, že vysílač vysílá vlnění, které má konstantní kmitočet. Vlnění se od překážek či stěn uzavřeného prostoru odráží zpět do přijímače. V klidovém stavu je vztah mezi vysílanou a přijímanou vlnou stále stejný, což vyhodnocuje elektronický obvod. Pokud ve střeženém prostoru dojde k pohybu libovolného tělesa, dojde ke změně přijatého vlnění, elektronický obvod tuto změnu vyhodnotí a vyhlásí poplach.

Při instalaci ultrazvukových čidel se dbá, aby případný pohyb narušitele směřoval k čidlu nebo od čidla. Reálný dosah je 10 m. Předměty, které jsou do střeženého prostoru přidány až po instalaci a nastavení detektoru, mohou mít za následek vznik falešného poplachu zapříčiněného ovlivněním citlivosti čidel. Proto je nevhodné ultrazvukové detektory instalovat například do skladů. Větší množství detektorů v jednom prostoru se smí instalovat pouze tehdy, pokud jsou vysílače synchronizovány a nemůže tak dojít ke vzájemnému ovlivňování. (1,2,3,15)



Obrázek 7 - Ultrazvukový detektor pohybu (13)

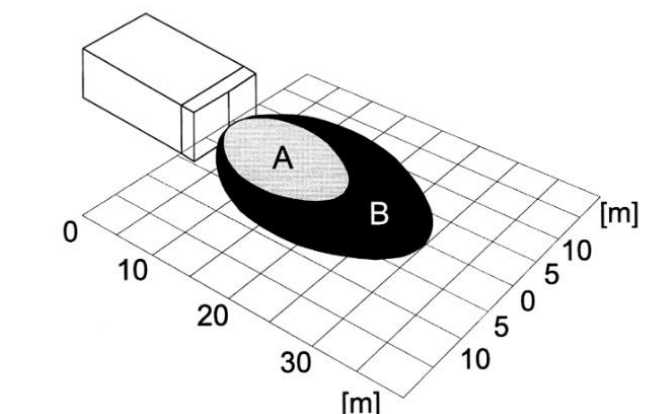
5.2.3 Mikrovlnná čidla

Mikrovlnná čidla pracují na stejném principu jako čidla ultrazvuková tudíž přijímají odrazy od okolního prostředí, ovšem rozdíl je v kmitočtových pásmech. Mikrovlnná čidla využívají zejména kmitočtová pásma 2,5 GHz, 10 GHz nebo 24 GHz. Technologie výroby je prováděna mikropásmovým vedením, které je integrované do desky plošných spojů. Stejně jako ultrazvuková čidla i mikrovlnné detektory se řadí mezi aktivní prvky prostorové ochrany.

Instalace mikrovlnných čidel je totožná jako u čidel ultrazvukových, provádí se tedy tak, aby pohyb případného narušitele vedl ve směru od čidla nebo k čidlu, tedy takzvaně radiálně. Jelikož mikrovlny pronikají tenkými stěnami jako stěnami dřevostavby, tvrzeného papíru, plastickou hmotou nebo sklem, je nutné tyto detektory instalovat tak, aby podněty (výťah, projíždějící vozidla atd.) mimo střežený prostor v dosahu mikrovln, neovlivňovaly funkci detektoru. (1,2,3,15)



Obrázek 8 - Mikrovlnné čidlo pohybu (14)



Obrázek 9 - Charakteristika mikrovlnného čidla (15)

5.2.4 Kombinovaná čidla

Kombinovaná čidla takzvaně duální jsou kombinací pasivní prostorové ochrany a aktivní prostorové ochrany (PIR – US, PIR – MW). Jejich nasazení se provádí zejména tam, kde se vyskytují obtížné podmínky včetně negativního vlivu okolního prostředí. Tyto čidla vznikly na základě myšlenky, že je velmi nepravděpodobné, aby vznikl jev, který falešně ovlivní dvě čidla pracující na různých fyzikálních principech a tím pádem dojde k falešnému poplachu. Tato kombinace výrazně snižuje riziko vzniku falešného poplachu. (1,2,3,15)

5.3 Prvky tísňové ochrany

Prvky pro tísňovou ochranu signalizují ohrožení života či zdraví vlivem přírodních živlů (požár, plyn, voda) a slouží tak k ochraně osob. Signalizace je vyvolána buď manuálně zmáčknutím signalizačního tlačítka, nebo automaticky. (1,2,3,16)

5.3.1 Veřejné tísňové hlásiče

Jedná se o magnetické kontakty nebo mikrospínače, které jsou zapouzdřeny do podoby tlačítka a slouží veřejnosti k vyvolání tísňového hlášení. Jejich instalace se realizuje na viditelných a dobře přístupných místech, aby je v případě nouze mohl použít každý, kdo zaregistruje nebezpečí. Veřejné tísňové hlásiče obsahují krycí sklo, které je potřeba před vyvoláním poplachu rozbít. Krycí sklo má za úkol eliminovat falešné poplachy v podobě nechtěného zmáčknutí či zneužití hlásiče. (1,2,3,15)



Obrázek 10 - Veřejný tísňový hlásič (17)

5.3.2 Speciální tísňové hlásiče

Opět se jedná o magnetické kontakty nebo mikrospínače. Tyto hlásiče ovšem neslouží veřejnosti, ale slouží zaměstnancům k nepozorovanému vyvolání tísňového hlášení v případě nebezpečí. Instalace se provádí na místech, aby tyto hlásiče nebyly ze strany zákazníka pozorovatelné. Nejčastěji bývají aplikovány na hranu stolu, do peněžních přihrádek nebo na nožní spínací lišty. Tyto hlásiče nemají žádnou ochranu před nechtěným použitím, a tak je třeba dbát při návrhu na správné umístění, aby nedocházelo k nechtěnému vyhlášení tísňového hlášení. (1,2,3,15)



Obrázek 11 - Bezdrátový tísňový hlásič (18)

5.3.3 Automatické tísňové hlásiče

Automatické tísňové hlásiče vyhláší poplach nezávisle na vůli obsluhy. Poplach se vyvolá respektováním a plněním požadavků případného útočníka. Aplikace se provádí tak, aby nebyly na první pohled viditelné. Nejčastější uplatnění nachází v peněžních přihrádkách, kde slouží k nepozorovatelnému vyvolání tísňového hlášení při přepadení. Tyto hlásiče se vyrábí ve dvojím provedení – kontaktní a bezkontaktní.

- Kontaktní – jsou určena k zasunutí bankovky do tělesa pouzdra
- Bezkontaktní – fungují na principu reflexního optoelektronického vazebního členu, jsou dlouhodobě spolehlivé

(1,2,3,15)

5.3.4 Osobní tísňové hlásiče

Funkčnost osobních tísňových hlásičů zabezpečuje bezdrátová komunikace. Vysílají výstupní signál do prostoru, který je dále modulován kódem shodným s přijímací stranou. Nejčastěji tyto hlásiče využívají kmitočtové pásmo 27 MHz. Jsou konstruovány tak, že jsou velmi podobné dálkovému ovládní autoalarmů, nebo jsou zabudovány do přívěsků a náramků.

Jejich použití se využívá zejména tam, kde je třeba zajistit ochranu osob. Jsou tedy vhodné například pro ochranu pracovníků hlídací služby, pro pracovníky, kteří pracují v peněžních ústavech a pro pracovníky dozorčí vězeňské služby. (1,2,3)



Obrázek 12 - Osobní tísňový hlásič v podobě náramku (19)

5.4 Prvky předmětové ochrany

Pod pojmem předmětová ochrana se rozumí jakési samostatné zabezpečení vybraných předmětů v objektu. Tato ochrana je využívána především pro střežení uměleckých děl umístěných ve výstavních galeriích a muzeích.

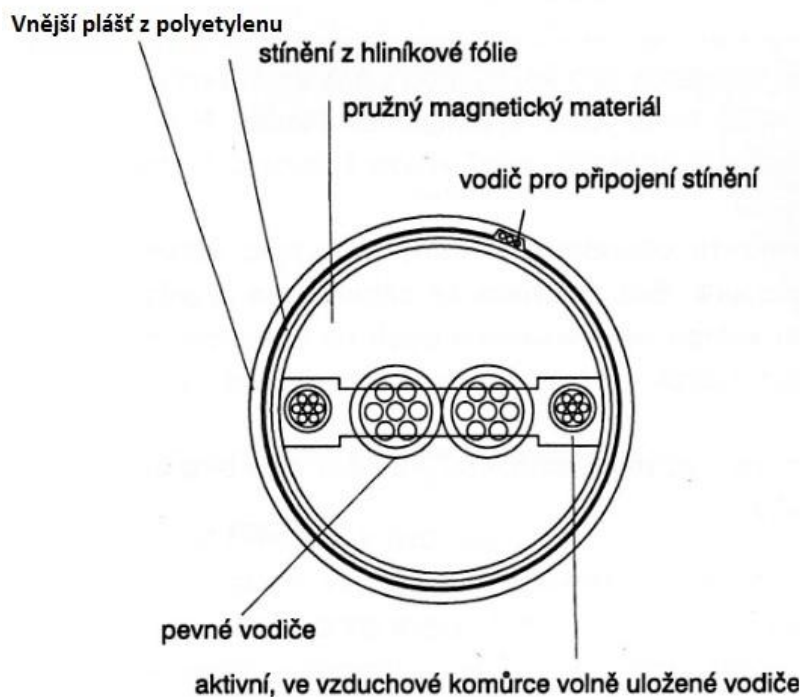
Čidla předmětové ochrany jsou otřesová, což v praxi znamená, že pracují na principu selektivního zpracování vlnění, které je vyvoláno mechanickým opracováním tělesa. Čidla předmětové ochrany jsou schopna vnímat všechny známé druhy napadení, jako jsou například: použití mechanického nářadí, vrtání, užití hydrauliky, řezání nebo použití trhavin. (1,2,3,16)

5.5 Prvky perimetrické ochrany

Perimetrická ochrana slouží ke střežení vnějších částí u rozlehlých objektů na samostatném pozemku. Hlavním úkolem perimetrické ochrany je včasná detekce narušitele již při překročení prvotní hranice střeženého objektu. Včasná detekce narušitele znamená předejití škodám na majetku. (1,2,3,16)

5.5.1 Mikrofonické kabely

Mikrofonické kabely bývají nejčastěji propleteny plotem a jejich princip spočívá v převádění mechanických záchvěvů nebo mechanického namáhání na elektrický signál. Tento signál je dále zpracováván ve vyhodnocovací jednotce. K rozpoznání charakteru narušení slouží akustický odposlech. K nevýhodám patří riziko vzniku falešných poplachů vlivem nepříznivého počasí (silný déšť, krupobití, vítr) nebo přítomností zvířete. Dále pak indukce silného elektrického či elektromagnetického pole může mít vliv na správnou funkci těchto detektorů. (1,2,3,15)



Obrázek 13 - Řez mikrofonickým kabelem (1)

5.5.2 Infračervené závory a bariéry

Infračervené závory jsou nejrozšířenějším druhem perimetrické obvodové ochrany. Obsahují vysílač a přijímač, mezi kterými probíhá jeden nebo více infračervených paprsků. Pokud dojde k přerušení některého z paprsků, přijímač tuto změnu vyhodnotí a vyhlásí poplach. Kvůli vyšší odolnosti vůči cizím zdrojům světelného záření pracují infrazávory v pulsním režimu. Aby se předešlo zamlžení optiky, což by mělo za následek špatné snímání paprsků, bývají infrazávory vybaveny vlastním vyhříváním. Reálný použitelný dosah infrazávora je 50 až 150 metrů.

Výhodou tohoto zabezpečení je především nízká cena v porovnání s ostatními druhy venkovního zabezpečení. Nevýhodou je pak pracná a složitá instalace. Nutnou podmínkou pro správné fungování je naprosto rovný terén mezi vysílačem a přijímačem. Falešný poplach může způsobit hustá mlha, silný déšť nebo přímý sluneční svit a proto se infrazávory doplňují automatikou, která snímá optickou propustnost a při snížení viditelnosti vyřadí detektor z provozu. (1,2,3,15)

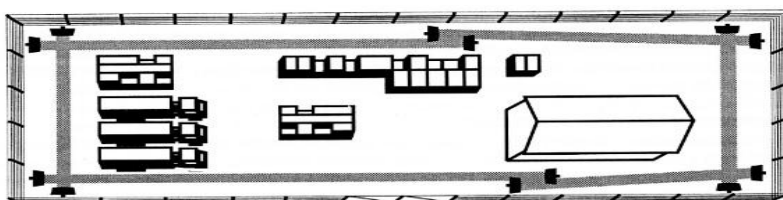


Obrázek 14 - Bezdrátová infrazávora (20)

5.5.3 Mikrovlnné bariéry

Mikrovlnné bariéry vytváří svůj pracovní prostor mezi vysílačem a přijímačem pomocí elektromagnetického pole. Při vniku narušitele do tohoto prostoru dojde k porušení vytvořeného elektromagnetického pole a následně je tato změna detekována, vyhodnocována přijímačem a dojde k vyhlášení poplachu. Mikrovlnný svazek vysílaný vysílačem je odolný

proti cizím zdrojům elektromagnetického vlnění, což má za následek snížení rizika vzniku falešných poplachů. Výhodou mikrovlnných bariér je vyšší dosah v porovnání s infrazávorami, který se pohybuje v rozmezí 200 – 300 metrů. Další výhodou je odolnost vůči počasí. Při instalování tohoto systému je nutné dbát na dodržení správné výšky čidla nad zemí, aby se nedalo proniknout podplazením mikrovlnné bariéry. Při použití těchto detektorů je také nutné, aby se v prostoru mikrovln nevyskytovaly pohybující se předměty (stromy, keře atd.) (1,2,3,15)



Obrázek 15 - Aplikace mikrovlnné bariéry (15)

5.5.4 Štěrbinové kabely

Dalším druhem venkovní perimetrické ochrany jsou štěrbinové kabely, které jsou koaxiální a zpravidla jsou v párech uloženy v zemi v definované hloubce. Jeden kabel vyzařuje a vytváří elektromagnetické pole a druhý kabel tyto změny vyhodnocuje. Při narušení elektromagnetického pole dochází k vyhlášení poplachu. Stínění kabelů je upravené tak, aby vznikla vzduchová štěrbinina. Štěrbinový kabel má stínění snížené krytím.

Výhodou je možnost kopírovat terén, štěrbinové kabely se umísťují podél obvodu pozemku bez nutnosti vytvoření přímého úseku s rovným povrchem. Délka úseku bývá v rozmezí 100 – 200 metrů. Nevýhodou jsou nutné výkopové zemní práce, které zvyšují náklady na instalaci. Tento problém řeší mobilní verze štěrbinových kabelů, kde jsou kabely pověšeny na nosnících nad povrchem země v definovaném odstupu. (1,2,3,15)

5.5.5 Zemní tlakové hadice

Zemní tlakové hadice jsou napuštěné nemrznoucí kapalinou a pracují na principu změny přenosu tlaku. Změny tlaku vyhodnocuje diferenciální tlakové čidlo, které využívá kompenzační metody, a dále jsou tyto změny převáděny na elektrický signál. Základem diferenciálního čidla jsou dvě paralelně položené hadice v rozteči kolem 1 metru po celém obvodu zabezpečeného pozemku. Délka jednoho úseku může dosahovat až 200 metrů. Tento

system eliminuje vznik falešného poplachu na minimum a díky využívanému hydraulickému principu není citlivý na elektrické a elektromagnetické pole. (1,2,3,15)

5.6 Ústředny PZTS

Ústředna PZTS je zařízení, které je hlavním mozkiem celého systému. Jejím úkolem je především přijímat a vyhodnocovat signály od detektorů, dále pak napájet veškeré aktivní prvky, ovládat veškerá zařízení indikující narušení, uvádět celý zabezpečovací systém do stavu střežení nebo klidu a zaznamenávat události. (1,2,3,15)

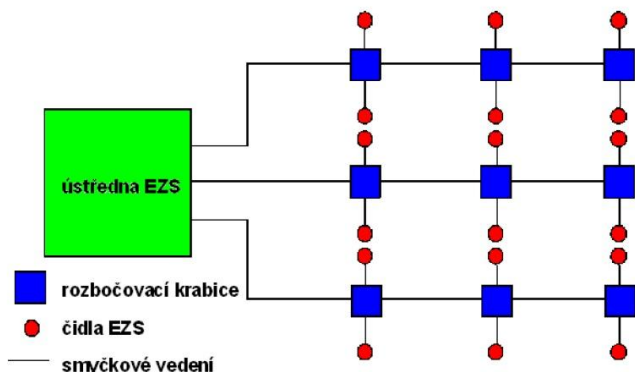


Obrázek 16 - Vnitřní uspořádání ústředny PZTS (21)

5.6.1 Smyčková ústředna

Smyčková ústředna má pro každou svou smyčku svůj vlastní vstupní vyhodnocovací obvod. Každá smyčka obsahuje zakončovací odpor takové velikosti, aby zapojení smyčky vykazovalo předepsanou hodnotu odporu pro danou ústřednu. Při změně odporu smyčky, která je způsobena aktivací některého z připojených detektorů nebo sabotáží na smyčce dojde k poplachovému hlášení. Smyčky v těchto ústřednách jsou nejčastěji řešeny sériovým zapojením rozpínacích kontaktů čidel. Počet zařízení zapojených ve smyčce je omezený. Pro systém využívající smyčkovou ústřednu je nutná dostatečně velká kabelová síť, jelikož ke

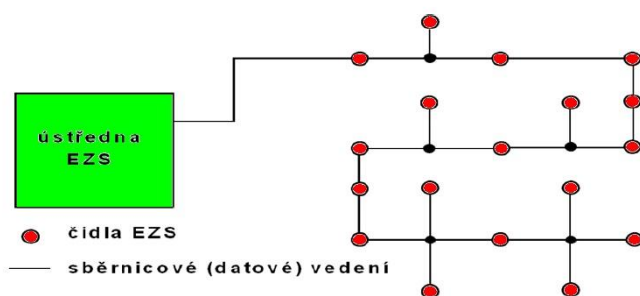
každému detektoru je veden kabel dané smyčky obsahující vodiče napájení u napájených čidel, vodiče pro poplach a vodiče pro sabotáž.(1,2,3,21)



Obrázek 17 - Zapojení zabezpečovacího systému se smyčkovou ústřednou (21)

5.6.2 Ústředna s přímou adresací čidel

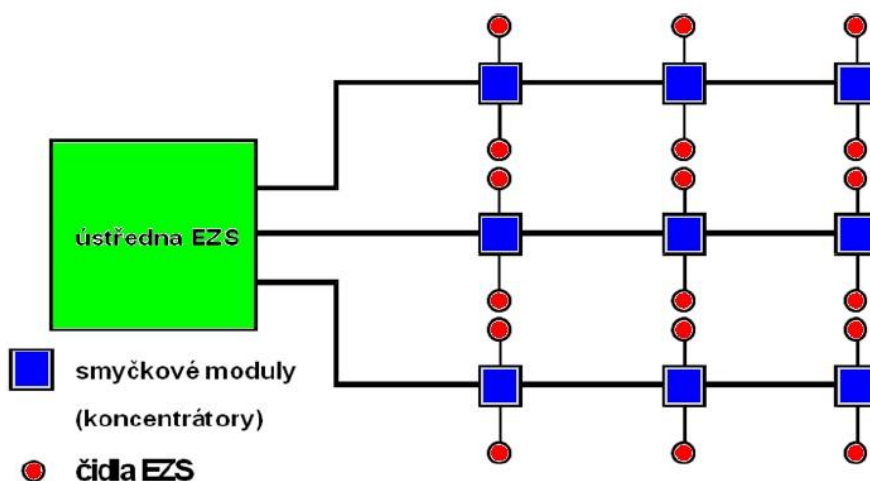
Tento typ ústředny komunikuje po datové sběrnici ÚSTŘEDNA - ČIDLO. Každé čidlo obsahuje komunikační modul, přičemž ústředna pravidelně generuje adresy jednotlivých čidel a přijímá odezvy připojených detektorů. Výhodou je minimální kabelová síť. Zapojení detektorů je v libovolném pořadí. Používá se čtyřvodičové vedení, dva vodiče slouží k napájení čidel a dva vodiče slouží jako datová sběrnice. Dojde-li k narušení objektu, ústředna oznámí, jaké čidlo bylo aktivováno a zároveň informuje, o jaký druh narušení se jedná. Tento systém je nejvíce využíván tam, kde je ve střeženém objektu stálá obsluha, nebo tam, kde je zabezpečovací systém připojen na pult centralizované ochrany (PCO). Nevýhodou je nemožnost realizace dodatkových funkcí čidel po datové sběrnici. Dále je omezena celková délka vedení a je nutné vyvarovat se uzavřených okruhů. Při realizaci tohoto systému je nutné počítat s odběrem jednotlivých detektorů a zároveň s úbytky na napájecích vodičích. (1,2,3,21)



Obrázek 18 - Zapojení zabezpečovacího systému s ústřednou s přímou adresací čidel (21)

5.6.3 Ústředny smíšeného typu

Ústředny pracují na principu datové komunikace ÚSTŘEDNA - KONCENTRÁTOR (sběrnice modul smyček). Komunikace probíhá po datové nebo analogové sběrnici. Detektory jsou připojeny na koncentrátory pomocí smyček. Vyhodnocování je závislé na typu ústředny. Jedním typem je analogový multiplex, kde jsou jednotlivé smyčky připojeny postupně na sběrnici a ústředna vyhodnocuje impedanci smyčky s příslušnou odezvou. Dalším typem je ústředna s integrovanou vyhodnocovací logikou včetně vyrovnávací paměti. Zde probíhá komunikace pouze datově. Při odpovídající kapacitě ústředny je možné na jednotlivé vstupy koncentrátorů připojit přímo jednotlivá čidla. Při použití smíšeného typu ústředny je velmi důležité dostatečné dimenzování jak napájecích, tak i datových vodičů. U této ústředny je možnost realizace dodatkových funkcí přes datovou sběrnici. (1,2,3,21)



Obrázek 19 - Zapojení zabezpečovacího systému s ústřednou smíšeného typu (21)

5.6.4 Ústředny s bezdrátovým přenosem

Ústředny pro bezdrátový přenos dat patří k nejnovějším typům ústředny. Bezdrátové PZTS pracují v pásmu 433 MHz nebo 868 MHz s výkony cca 10 mW. Přenos signálu od čidel k ústředně je zakódován nejčastěji do 8bitové hodnoty. Adresa čidla je 4bitová. Kódování komunikace chrání proti zkreslení signálu během přenosu a zároveň znesnadňuje neoprávněné vniknutí do systému. Každý prvek v systému je nutné identifikovat. Kódování prvků se provádí naprogramováním mechanickými přepínači binárním způsobem u jednodušších systémů, u složitějších systémů má každý prvek svůj jedinečný kód pevně přidělen a tento kód se zadává do ústředny při instalaci systému, čímž je velmi složité jakýkoliv prvek systému s konkrétní adresou cíleně nahradit při pokusu nabourání se do systému. Pracovní dosah je ve volném prostředí 100 – 200 m. Čidla v bezdrátovém systému mají svou vlastní

baterii, jejíž napětí je hlídáno a při jeho poklesu je interním bzučákem akusticky signalizováno upozornění na nutnou výměnu baterie, nebo je tato informace odeslána do ústředny. Bezdrátové systémy mají celou řadu výhod, mezi které patří rychlá a snadná instalace, možnost instalace do hotových objektů s minimálním stavebním zásahem, snadné rozšíření, snadná změna přemístění čidel při přestavbě interiéru. Nevýhodou bezdrátových systémů je nebezpečí rušení, které může vést ke vzniku falešných poplachů nebo ke ztrátě přenosu. Správný chod těchto systémů může negativně ovlivnit rádiový přenos využívající stejný kmitočet jako PZTS. Bezdrátové systémy PZTS se neinstalují tam, kde jsou stěny objektu postaveny z železobetonu, jelikož signál skrz tyto stěny neprojde. Bezdrátové systémy PZTS pracují na principu jednosměrné nebo obousměrné komunikace, což je podrobněji popsáno v následující kapitole. (1,2,3,4,21)



Obrázek 20 - Bezdrátová ústředna (22)

5.6.4.1 Systémy s jednosměrnou komunikací

Základem jednosměrné komunikace je vysílač v čidle a přijímač v ústředně. Principem je pravidelná kontrola přenosové cesty pomocí kontrolních telegramů, které čidlo vysílá ústředně. Samozřejmě čím četnější toto vysílání telegramů je, tím je systém spolehlivější, ale zároveň se více snižuje výdrž baterií detektorů. V praxi se pracuje s četností jednou za několik hodin. Ústředna je tak o případné nefunkčnosti některého z prvků informována s určitým časovým zpožděním. Vzhledem k nutnosti vyloučit plané poplachy způsobené různými příčinami vyhodnocuje ústředna stav jako poplachový nebo poruchový až v případě, pokud

dvakrát za sebou nedojde kontrolní relace, čímž se prodlužuje doba, kdy systém nemusí zaznamenat poplach či poruchu. Pro případného narušitele to tedy znamená dostatek času pro napáchání škody, než se vyhlásí poplachový stav. Jednosměrné systémy mají velikou nevýhodu tam, kde je četný pohyb osob. Detektory nemají informaci, zda je systém v klidu nebo ve střežení, a proto pokaždé když zjistí narušení, vysílají signál ústředně. Ústředna v klidovém stavu tento signál jako poplachový nevyhodnotí, ale každý tento děj vyčerpává energii napájecího zdroje. Nevýhodou jednosměrných systémů je fakt, že je pro případného pachatele celkem snadné zjistit, na jaké frekvenci a s jakou modulací systém pracuje, což pak dále může vyústit vyřazením systému z provozu následkem zahlcení přijímače stejným kmitočtem. (1,2,3,4,21)

5.6.4.2 Systémy s obousměrnou komunikací

Jedná se o moderní typ bezdrátových systémů, kde komunikace probíhá obousměrně (duplexně) a každý prvek tohoto systému je vybaven modulem vysílač/přijímač. Tyto moduly pracují současně na dvou vyhrazených frekvencích. Dojde-li k narušení jednoho kanálu, jsou schopny si ve vyhrazeném kmitočtovém pásmu najít jiné dva volné nenarušené kanály pro přenos a automaticky naladit jejich frekvenci. Obousměrné bezdrátové systémy výrazně odstraňují nedostatky systémů jednosměrných. Jejich největší výhodou je:

- Ověření stavu všech prvků při zapnutí systému
- Čidla v klidovém stavu nevysílají, čímž zbytečně neplýtvají energií
- Obsahují funkci automatického přeladění při rušení
- Ústředna je schopna rozeznat skutečný poplach od falešného

(1,2,3,4,21)

6 Bezdrátová komunikace

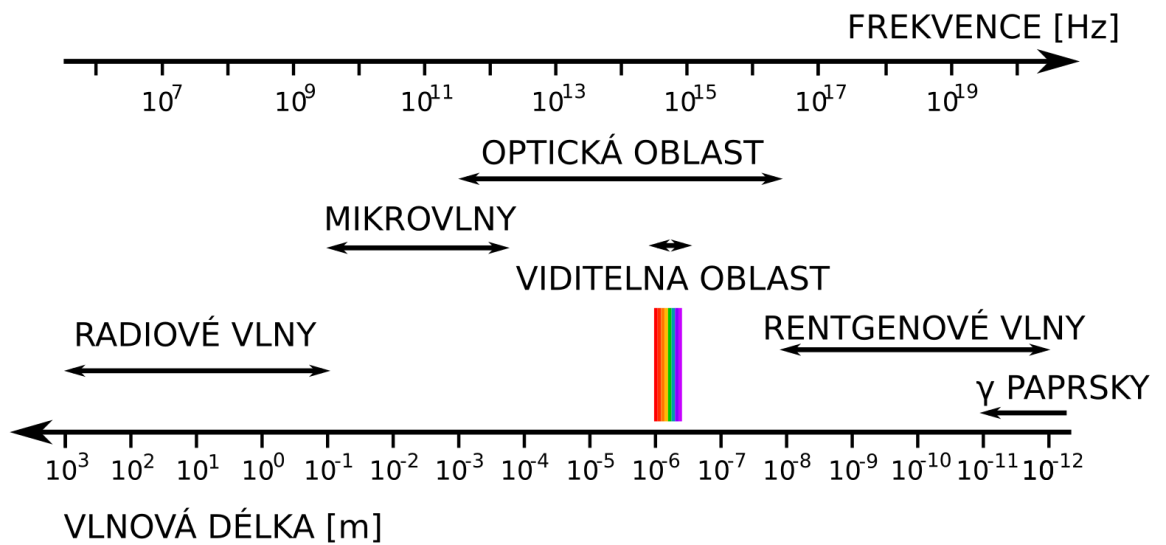
Bezdrátová komunikace označuje spojení dvou zařízení, které jsou mezi sebou spojeny jiným než mechanickým způsobem a mohou mezi sebou vzájemně komunikovat. Bezdrátová komunikace se podle typu nosného média dále dělí na komunikaci optickou, rádiovou a sonickou. Bezdrátová komunikace je vnímána jako jeden z oborů v telekomunikaci. PZTS, jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, v rámci bezdrátové komunikace komunikují pomocí rádiových vln, a právě rádiovým vlnám je věnována další část této práce. (4,23)

6.1 Rádiové spektrum

Rádiové vlny jsou součástí elektromagnetického vlnění a podle zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích, se rádiovým spektrem rozumějí elektromagnetické vlny, jejichž kmitočet je od 9 kHz do 3000 GHz. Tyto vlny se šíří prostorem bez zvláštního vedení. Na mezinárodní úrovni se využívání rádiového spektra řídí radiokomunikačním řádem Mezinárodní telekomunikační unie ITU. Co se týká České republiky, tak zde je radiokomunikační řád ITU aplikován plánem kmitočtových pásem, který definuje přidělení kmitočtových zón jednotlivým radiokomunikačním službám. Plán využití rádiového spektra navazuje na plán přidělení a v tomto plánu Český telekomunikační úřad (ČTÚ) stanovuje technické parametry včetně podmínek využití rádiového spektra radiokomunikačními službami. Pro využívání rádiového spektra a provozování jakýchkoliv rádiových zařízení jsou ze zákona pro provozovatele a účastníky bezdrátových sítí tři základní povinnosti.

- 1) Kmitočty lze využívat jen na základě individuálního, případně všeobecného oprávnění.
- 2) Zařízení musí splňovat technické požadavky.
- 3) Pro obsluhu zařízení v lodním a leteckém provozu je zapotřebí průkaz odborné způsobilosti.

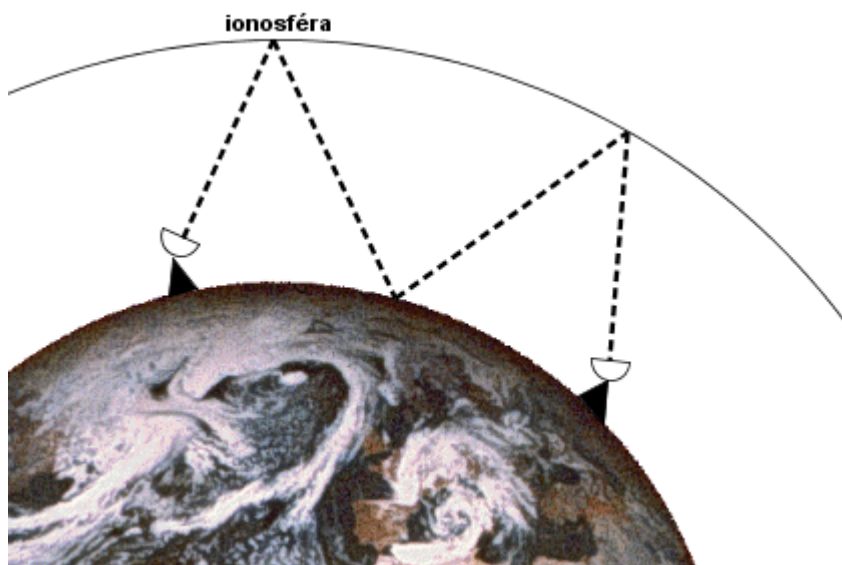
(24)



Obrázek 21 - Spektrum elektromagnetických vln (25)

6.1.1 Šíření rádiových vln

Ke vzniku rádiových vln slouží otevřený oscilační obvod. Vlna, kterou vysílá vysílač, se odráží od ionosféry a dopadá zpět na zemský povrch, od kterého se opět odráží a míří zpět k ionosféře a tímto způsobem dorazí až na místo určení k přijímači. Tímto způsobem může rádiová vlna urazit poměrně velkou vzdálenost. Tato vlna je nazývána prostorová.



Obrázek 22 - Šíření prostorové rádiové vlny (26)

Druhou vlnou, kterou může vysílač vysílat, je vlna povrchová. Šíří se, jak již napovídá název po zemském povrchu. Nevýhodou této vlny je, že nemá takový dosah jako vlna prostorová. Šíření povrchové vlny je závislé na překážkách vyskytujících se na zemském povrchu. Povrchová vlna umožňuje komunikaci na přímou viditelnost. (26)

6.1.2 Rozdělení radiového spektra

Kmitočet	Název	Délka vlny	Český název
10 - 30 kHz	myriametrové	100 - 10 km	velmi dlouhé
30 - 300 kHz	kilometrové	10 - 1 km	dlouhé
300 - 3000 kHz	hektometrové	1000 - 100 m	střední
3 - 30 MHz	dekametrové	100 - 10 m	krátké
30 - 300 MHz	metrové	10 - 1 m	velmi krátké
300 - 3000 MHz	decimetrové	10 - 1 dm	ultra krátké
3 - 30 GHz	centimetrové	10 - 1 cm	centimetrové
30 - 300 GHz	milimetrové	10 - 1 mm	milimetrové
300 - 3000 GHz	decimilimetrové	1 - 0,1 mm	

Tabulka 10 - Rozdělení rádiových vln (27)

Pásmo velmi dlouhých a dlouhých vln

V těchto pásmech se rádiové vlny šíří s malým útlumem ve velké vzdálenosti kolem vysílače. S malým vyzářeným výkonem je tedy možné pokrýt velké území. Nevýhodou tohoto kmitočtového pásma je malý počet kmitočtových kanálů, které jsou k dispozici, dále pak nutnost realizace antén velkých rozměrů a zároveň také tyto pásma musí mít vysokou úroveň průmyslového a atmosférického rušení. Na základě těchto skutečností byla tyto pásma přidělena v největší míře službám námořním a radionavigačním.

Pásmo středních vln

U pásma středních vln se nejvíce projevuje rozdíl mezi šířením prostorovou vlnou a přízemní vlnou. Přízemní vlna se šíří nad zemským povrchem ve výšce, která je srovnatelná s délkou vlny a je tlumena zemským povrchem. V denním intervalu se střední vlny šíří pouze přízemně. Prostorová vlna je v denní době zcela pohlcena ionosférou. V noci nastane stav, kdy ionosféra ztrácí poslední vrstvu a prostorová vlna se odráží od ionosféry a šíří se na velké vzdálenosti a tím pádem dochází k dálkovému příjmu. Prostorová vlna dopadá zpět na zemský povrch v takové vzdálenosti, kde je možný kvalitní příjem přízemní vlny. Na zemský

povrch dopadá se zpožděním a délka její dráhy je závislá na čase. Toto pásmo nejčastěji využívá rozhlasová služba s amplitudovou modulací.

Pásmo krátkých vln

Krátké vlny se šíří pomocí odrazu od ionosféry, ale jen za předpokladu, že jsou splněny určité fyzikální podmínky. Tyto podmínky se týkají hustoty ionosféry a kmitočtu vln. Hustota ionosféry je závislá na intenzitě záření, které dopadá na vnější část atmosféry z vesmíru. Hustota ionosféry je tudíž závislá na denní době a ročním obdobím. Čím větší má ionosféra hustotu tím vyšší kmitočty dokáže odrážet a zároveň také dokáže vyšší kmitočty tlumit. Závislost kmitočtu je definována tak, že příliš nízké kmitočty vzhledem k dané hustotě ionosféry se tlumí a příliš vysoké kmitočty propouští ionosféra do volného prostoru.

Pásmo velmi krátkých vln

Velmi krátké vlny se šíří vlnou, která je přímá do vzdálenosti rádiové dohlednosti. Tyto vlny se jen částečně ohýbají kolem zemského povrchu. Jejich dosah je až za optický horizont. Výjimka nastává v úseku na dolním konci pásma, kde při zvláštních podmínkách dochází k odrazu od ionosféry. Tento jev zapříčiní například rušení televizního signálu. Toto pásmo je nejvíce využíváno pro rozhlasové vysílání s kmitočtovou modulací a televizi.

Pásmo ultrakrátkých vln

Ultrakrátké vlny se šíří přímou vlnou do vzdálenosti rádiové dohlednosti. Avšak dochází zde k častým odrazům od různých překážek, jejichž rozměry nemusí být ani příliš velké. Výběr místa pro anténu musí být tedy vybrán tak, aby k odrazům docházelo co nejméně. V pásmu ultrakrátkých vln se také projevuje dálkové šíření rozptylem od hmotných částic v troposféře.

Pásmo centimetrových vln a kratších

Šíření centimetrových vln se velmi blíží vlastnostem šíření slunečního záření. Při dopadu na překážku se za překážkou vytváří ostré stíny. Při tomto šíření se projevuje i vliv počasí. K útlumu dochází například při výskytu mlhy nebo hustého deště. (27)

6.2 Pásma ISM 433 MHz a 868 MHz

Pod pojmem ISM se rozumějí kmitočtová pásma pro rádiové vysílání v průmyslových, vědeckých a zdravotnických oborech. Jedná se o takzvaně volná pásma, což v praxi znamená, že je v nich povoleno provozovat neomezený počet homologovaných zařízení bez licenčních poplatků, ovšem bez nároku na ochranu proti elektromagnetickému rušení. Tyto pásma se používají také pro bezdrátový přenos dat v PZTS. (4,28)

K provozování zařízení s krátkým dosahem je podle všeobecného oprávnění o využívání rádiových kmitočtů omezen maximální vyzářený výkon na hodnotu 10 mW u kmitočtového pásma 433 MHz a 25 mW u kmitočtového pásma 868 MHz. Na vyzářeném výkonu závisí dosah zařízení. Kmitočtové pásmo 433 MHz se používá na krátké a střední vzdálenosti cca do 300 m. Výhodou kmitočtového pásma je levný a snadný způsob, jak navázat komunikaci mezi dvěma zařízeními. Nevýhodou je pak vytiženost pásma a s tím spojené rušení s ostatními zařízeními, které pracují na stejné frekvenci. U frekvenčního pásma jsou předpisy více omezující. Vzdálenost, na kterou mohou komunikovat dvě zařízení pracující s kmitočtovým pásmem 868 MHz, je cca 500 m, což je charakterizováno jako středně dlouhý dosah. U pásma 868 MHz jsou interference s jinými zařízeními pracujícími na stejném kmitočtu redukovány, a tím se zvyšuje kvalita přenosu. (18)

Jelikož frekvence použití těchto volných pásem je velmi vysoká, jedním z největších rizik je ovlivnění elektromagnetickým rušením, ať již umělým nebo přírodním. Při silném elektromagnetickém rušení dojde k zahlcení pásma a bezdrátový přenos se stane nespolehlivým. Elektromagnetické rušení proto hraje největší roli v zjišťování spolehlivosti a bezpečnosti bezdrátových PZTS.

Dalším významným faktorem, který ovlivňuje spolehlivost a bezpečnost bezdrátových PZTS, je skutečnost, že pásma 433 MHz a 868 MHz jsou veřejná pásma a na těchto frekvencích pracuje celá řada dálkových ovladačů v domácnosti, nevyjímaje také dálkového odemčení či zamčení automobilů. Je zde tedy riziko zahlcení kmitočtového pásma právě používáním těchto dálkových ovladačů, což spolehlivost a bezpečnost bezdrátových zabezpečovacích systémů snižuje. Více náchylné k zahlcení je pásmo 433 MHz, a tak se doporučuje pro PZTS spíše využívat kmitočtové pásmo 868 MHz. (32)

Bezdrátová komunikace patří k moderním prostředkům dnešní doby. S bezdrátovou komunikací se ale zároveň pojí jedna negativní skutečnost a tou je fakt, že čím více je bezdrátových přenosů, tím se zvyšuje síla elektromagnetického rušení. Elektromagnetické rušení ovlivňuje bezdrátový přenos a v krajních případech může dojít k úplnému odstavení z provozu. Důležité je proto zjistit sílu používaného signálu včetně jeho odolnosti proti rušení vyskytujícím se v jeho okolí. Jak již bylo uvedeno, elektromagnetické rušení se člení na přírodní a umělé. Přírodní elektromagnetické rušení vzniká například i provozem domácích spotřebičů nebo z vedení vysokého napětí v blízkém okolí. Umělé elektromagnetické rušení je cílené a slouží například k odposlechům nebo k nezákonným věcem, mezi které patří také zarušení bezdrátových PZTS pomocí rušičky. (29)

7 Praktická část

Praktická část této diplomové práce se bude zabývat spolehlivostní a bezpečnostní analýzou vybraných bezdrátových prvků používajících se v PZTS. Při tvorbě metodiky jsem vycházel z článku, který pro časopis *Automa* napsali pan *Ing. Jan Hart, Ph.D.* a paní *Ing. Veronika Hartová, Ph.D.*, a který se zabývá testováním pásem ISM 868 a 433 MHz pomocí měřicího přístroje. Ze zmíněného článku je zřejmé, že měřené pole je poměrně dosti ovlivněno samotným měřicím přístrojem a na tomto základě jsem zvolil postup, kdy intenzitu signálu bude vyhodnocovat přímo ústředna, a to proti bezdrátovému magnetickému detektoru v různých vzdálenostech a směrech od ústředny. Tímto postupem sice není možné změřit intenzitu pole v jednotlivém bodě, ovšem nevnese se systémová chyba měřicího přístroje a jeho ovlivněné elektromagnetické pole. Nevýhodou zvoleného řešení je však nižší přesnost a nutnost většího množství měření. (30)

Tato analýza bude rozdělena do dvou částí, přičemž v první části dojde k měření intenzity signálu ve volném prostranství a druhá část se bude zabývat praktičtějším využitím, a to konkrétně měření intenzity signálu již v určitém objektu. Měření budou provedena pro frekvenci 868 MHz a 433 MHz. Každé měření bude provedeno celkem 3x.

7.1 Měření na frekvenci 868 MHz

Pro tuto část měření byla použita bezdrátová ústředna typu Magellan MG6250 a bezdrátový magnetický detektor DCT2. Byla měřena intenzita přijímaného signálu v rozmezí od 1 do 10, přičemž 1 je minimální hodnota a 10 je maximální hodnota.

7.1.1 Magellan MG6250

Tento integrovaný bezdrátový zabezpečovací systém spojuje příjemné s užitečným. Ústředna Magellan MG6250 nabízí zabezpečení s různými užitečnými uživatelskými funkcemi v elegantním provedení. Základem je integrovaný ovládací panel, který obsahuje ústřednu, klávesnici a bezdrátový systém. K ústředně je možno připojit celou řadu bezdrátových detektorů pracujících na frekvenci 868 MHz. Systém je vybaven komunikací přes telefonní linku, GSM, SMS nebo GPRS s modulem GPRS14. Ústředna je vybavena hlasovým popisem zón a stavu systému a vestavěnou sirénou. MG6250 splňuje 2. stupeň zabezpečení. Veškeré technické parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

Bezdrátová nadstavba na desce ústředny:	ano
Kompatibilita:	Klávesnice: K32RF, K37 Moduly RPT1, GPRS14, SR150 Detektory: PMD1P, PMD75, PMD85 Magnetické kontakty: DCT10, DCTXP2, DCT2 Požární detektor: SD738 PGM: 2WPGM Ovládací klíčenka: REM1, REM15, REM2, REM3 Software: BabyWare, 307USB
Dělení na podsystémy:	ano, 2
Počet vstupů na desce ústředny:	2 (PGM nebo zóna)
Max. počet klávesnic v systému:	4 (bezdrátové) K32RF, K37
Počet bezdrátových ovladačů:	16 (REM2, REM3)
Historie událostí:	256
Napájení:	7,5V=, 1A; adaptér PA7
Proudový odběr ústředny:	max. 1A
Akustická signalizace poplachu:	integrována siréna 90 dB
Firmware:	uložen v procesoru, lze přehrát
Změna firmware:	ano (I307, GPRS)
Záložní akumulátor:	integrován v ústředně
Typ záložního akumulátoru:	7,2 V, 1,5 Ah
Max. počet bezdrátové zóny:	64
Typy naprogramovaných zón:	15
Definice závislé / intelli zóny:	ano
Max. počet PGM výstupů v systému:	8 bezdrát, 2 na desce
Instalační kód:	1
Délka uživatelského kódu:	4 nebo 6 místný
Možnost ovládání systému:	uživatelským kódem; bezdrátovou klíčenkou; dálkově po telefonní lince, GSM; software BABYWARE
Typy zapnutí:	úplné, FORCE, STAY
Počet telefonních čísel na PCO:	2 + 1 záložní
Počet tel. čísel na občanský telefon:	8
Detekce telefonní linky:	ano
Komunikace:	GSM/SMS/GPRS s modulem GPRS14
Komunikační formáty:	Ademco slow; Silent Knight fast; Sescoa; Ademco Contact ID; zpráva na telefon
Přenos hlasové zprávy na telefon:	ano, 2 zprávy v délce 20 sec
Způsob spojení PC s ústřednou:	I307; modem - telefonní linka; GPRS
Frekvence:	868 MHz
Přenos signálu	technologie plovoucího kódu
Dosah:	40 m
Počet klíčenek v systému:	16
Max. počet bezdrátových detektorů:	64
Typy bezdrátových detektorů:	MAGELLAN
Opakovač pro prodloužení dosahu:	ano, RPT1
Max. počet opakovačů signálu:	4

Tabulka 11 - Technické parametry MG6250 (33)



Obrázek 23 - Ústředna MAGELLAN MG6250

7.1.2 Magnetický detektor DCT2 868 MHz

Tento typ bezdrátového magnetického kontaktu obsahuje jednojazyčkové relé a jeden externí vstup. Napájení detektoru je zde řešeno alkalickou baterií.

Typ detektoru:	bezdrátový magnetický kontakt
Senzor:	1 x jazýčkové relé
Externí vstup:	ano, 1 x univerzální, NC/NO
Adresace detektoru:	jedinečné číslo detektoru (2x)
Napájení:	2 x AAA alkalické baterie
Životnost baterií:	cca 3 roky
Tamper krytu:	ano
Frekvence:	868 MHz
Bezdrátový systém:	MAGELLAN
Přenos signálu:	technologie plovoucího kódu
Dosah:	60 metrů s MG-RTX3; 60 metrů s MG5000/MG5050
Optická signalizace:	červená LED dioda - uvnitř krytu
Barva krytu:	bílá

Tabulka 12 - Technické parametry DCT2 868 MHz (33)



Obrázek 24 - Magnetický detektor DCT2 868 MHz

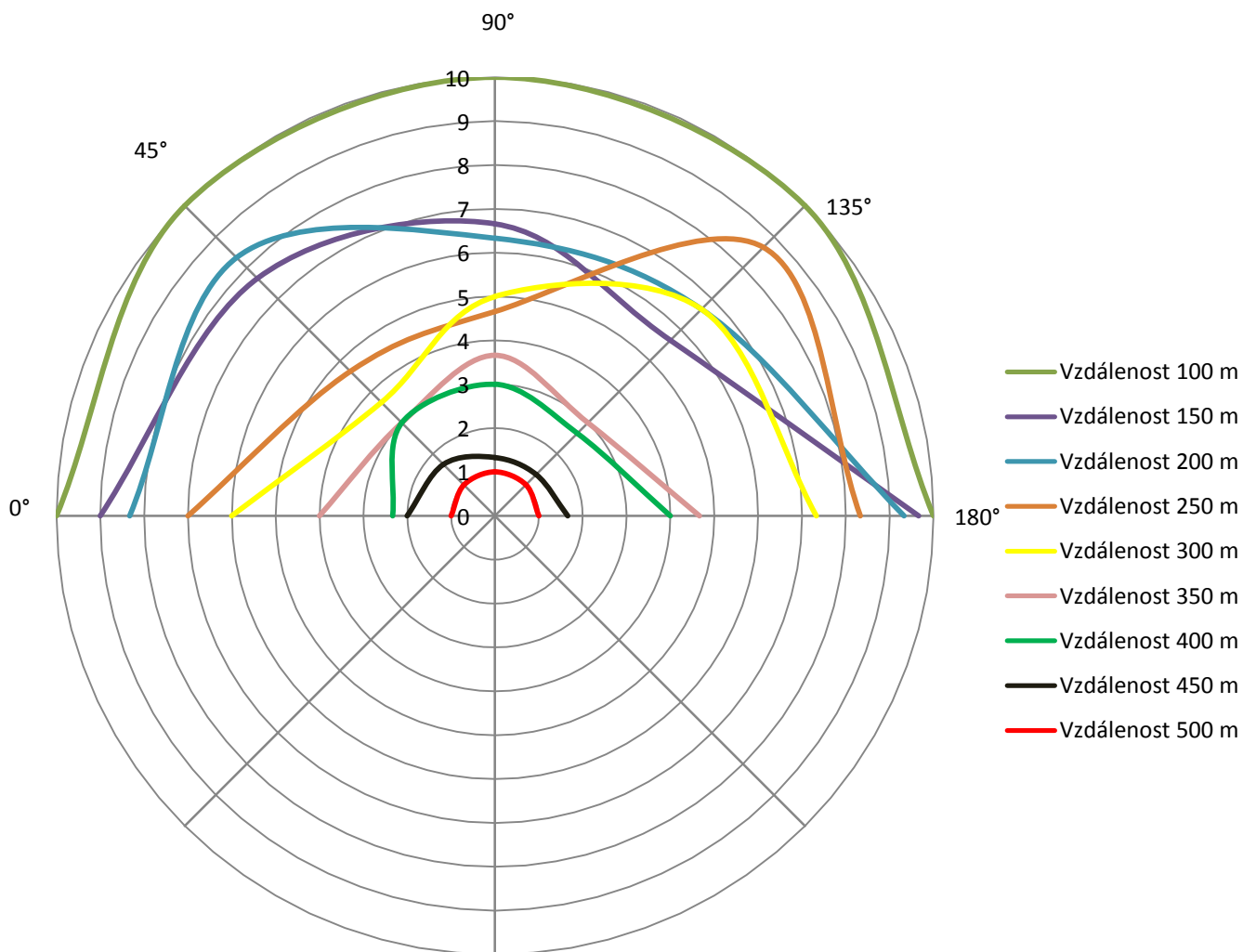
7.1.3 Měření intenzity signálu ve volném prostoru

Pro tuto část měření bylo nutné najít volné rozlehlé rovinné prostoru, jelikož při výskytu horizontu mezi detektorem a ústřednou se signál ztrácel. Měření proběhlo na poli poblíž obce Dublovice ve Středočeském kraji. Celá realizace probíhala tak, že byla měřena intenzita signálu v různých vzdálenostech detektoru od ústředny a zároveň i v různých úhlech. Konkrétně se jednalo o úhly 0°, 45°, 90°, 135° a 180°. Měření proběhlo celkem 3x. Všechny naměřené údaje byly zaznamenány, a poté z nich byla vytvořena tabulka udávající průměrné hodnoty. Z průměrných hodnot byl vytvořen úhlový graf. Současně byla zjištěna i maximální vzdálenost v závislosti na zmíněných úhlech, na kterou je schopen detektor komunikovat s ústřednou.

Vzdálenost (m)	Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
	0°		45°		90°		135°		180°	
	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ
100	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
150	9	0,816	7,66	0,471	6,66	1,247	5,66	0,471	9,66	0,471
200	8,33	0,471	8,33	1,247	6,33	1,247	6,66	0,471	9,33	0,943
250	7	0,816	4,66	0,471	4,66	2,494	8,66	0,943	8,33	1,247
300	6	0,816	3,66	1,7	5	0,816	6,66	0,471	7,33	0,471
350	4	0,816	3	0,816	3,66	0,943	3	0,816	4,66	1,247
400	2,33	0,471	3	0	3	0,816	2,66	0,471	4	0
450	2	0,816	1,66	0,471	1,33	0,471	1,33	0,471	1,66	0,471
500	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Tabulka 13 - Statisticky zpracované hodnoty měření signálu v pásmu 868 MHz ve volném prostoru

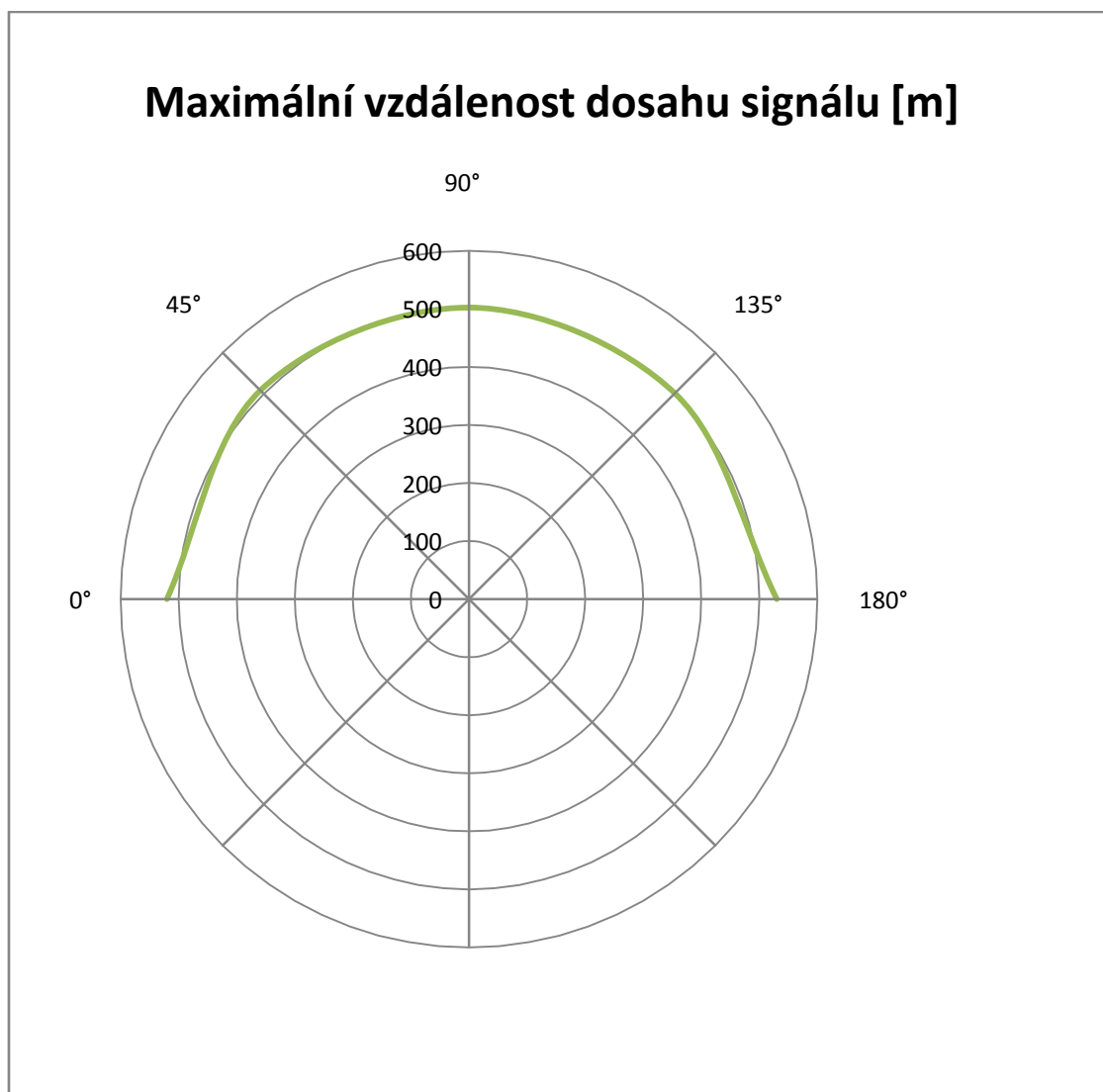
Intenzita signálu v závislosti na vzdálenosti a úhlu natočení



Graf 1 - Intenzita signálu v pásmu 868 MHz ve volném prostoru

Průměrná maximální vzdálenost (m); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ
520	2,449	508	4,899	502,33	2,625	501,66	4,64	530	1,633

Tabulka 14 - Měření maximální vzdálenosti v pásmu 868 MHz



Graf 2 - Měření maximální vzdálenosti dosahu signálu v pásmu 868 MHz

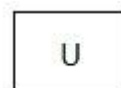
7.1.4 Měření intenzity signálu v objektu

Druhou částí měření je měření intenzity signálu v konkrétním objektu. V tomto případě měření probíhalo v rodinném domě, který se nachází v obci Dublovice. Pro přehlednost byl vytvořen půdorys objektu, ve kterém je dále vyznačeno umístění ústředny a magnetického detektoru a je opět měřena intenzita signálu obdobně jako u měření ve

volném prostranství s tím rozdílem, že nyní nezáleží na vzdálenosti, nýbrž na překážkách, které kladou vysílanému signálu odpor. Překážkami jsou v tomto případě příčky z klasických plných cihel a ze sádrových tvárnic.

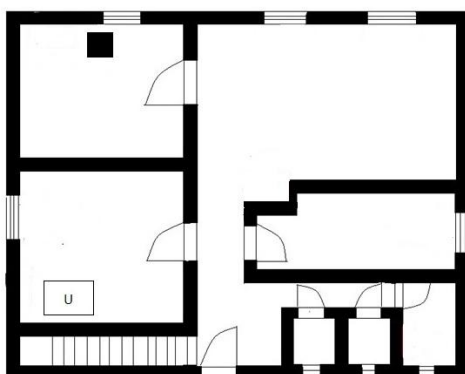


- Bezdrátový magnetický detektor



- Ústředna

První měření uvnitř objektu bylo realizováno skrze jednu příčku, jejíž materiál je sádrokarton a tloušťka zmíněné příčky je 75 mm.



Obrázek 25 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 1 příčku

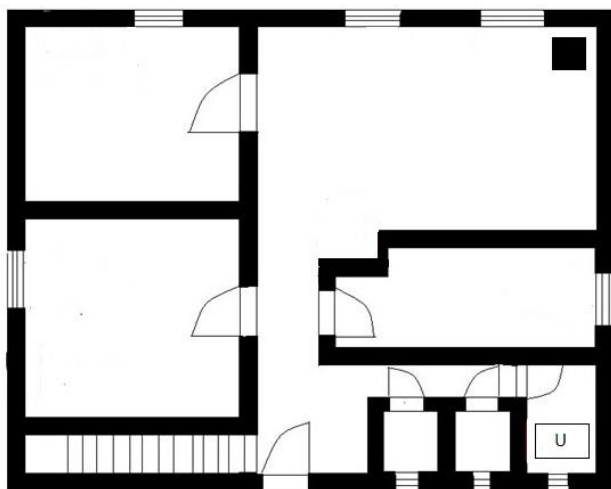
Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
10	0	9,66	0,471	10	0	10	0	9,33	0,943

Tabulka 15 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 1 příčku



Graf 3 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skrze 1 příčku

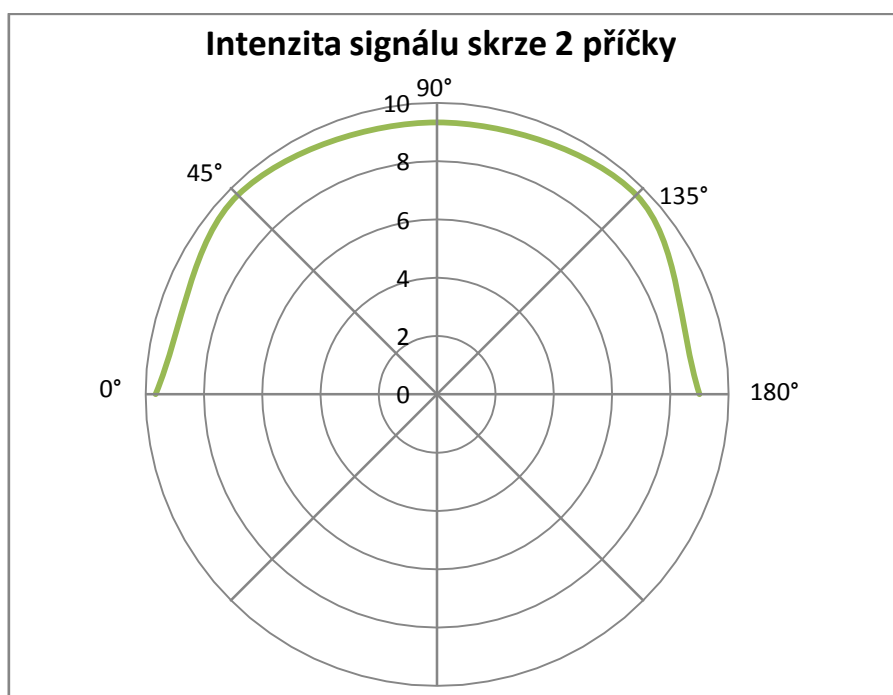
V dalším případě byly překážkou mezi ústřednou a magnetickým detektorem dvě příčky z klasických plných cihel, přičemž tloušťka jedné této příčky je 100 mm.



Obrázek 26 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 2 příčky

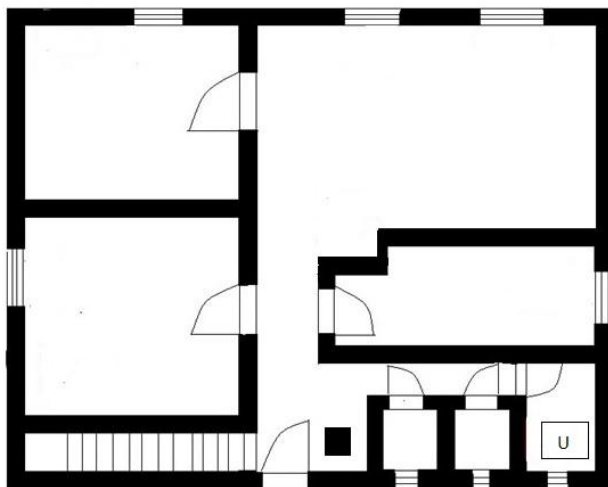
Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
9,66	0,471	10	0	10	0	10	0	10	0

Tabulka 16 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 2 příčky



Graf 4 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skrze 2 příčky

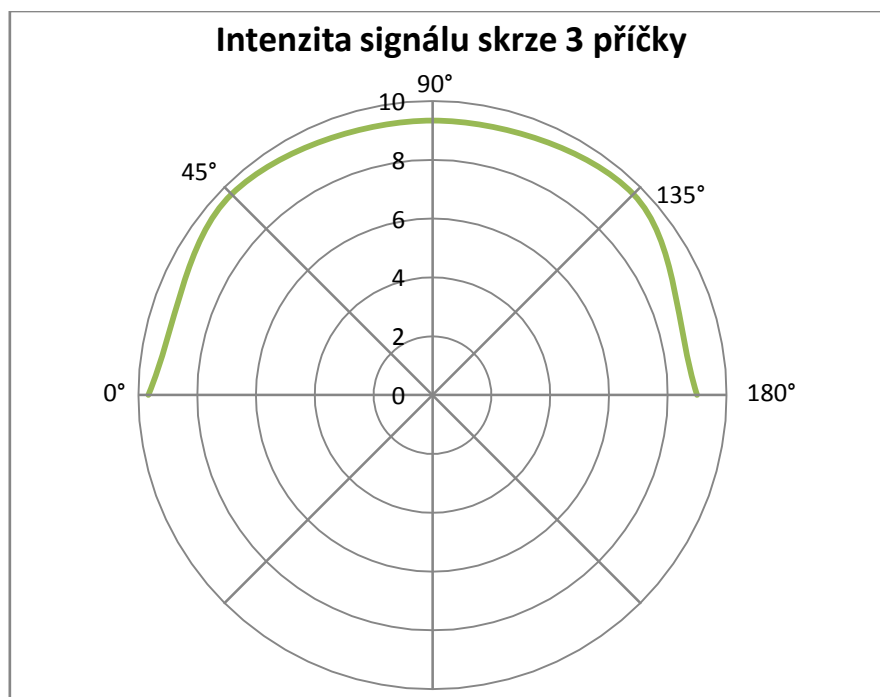
Dále byla měřena intenzita signálu skrze tři cihlové příčky, přičemž tloušťka jedné příčky je opět 100 mm.



Obrázek 27 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 3 příčky

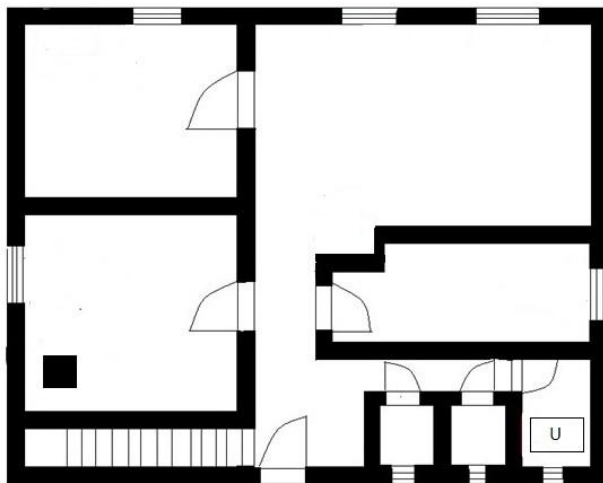
Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
9,33	0,471	9,33	0,943	10	0	9	1,414	9,33	0,943

Tabulka 17 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 3 příčky



Graf 5 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skrze 3 příčky

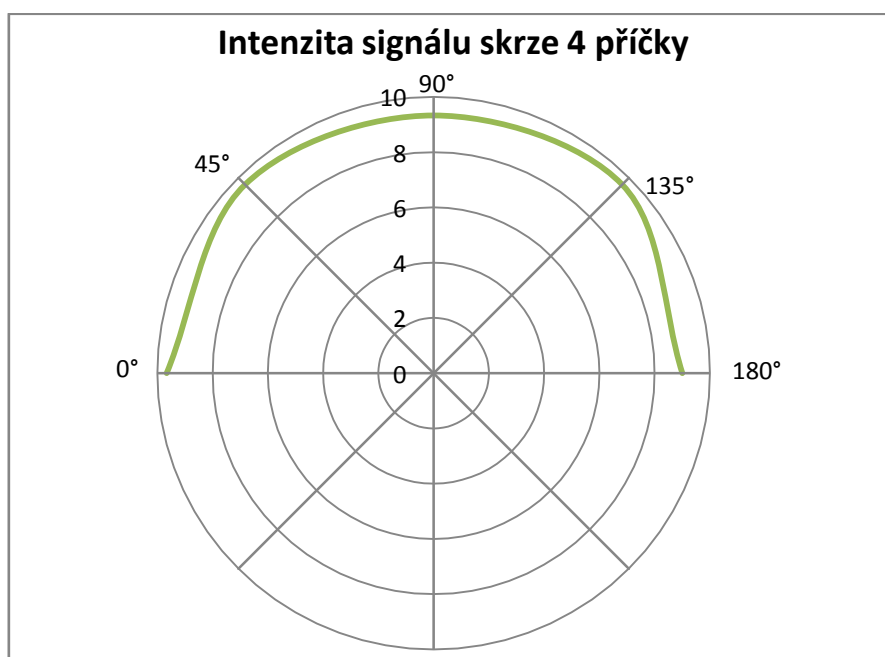
Čtvrté a zároveň poslední měření uvnitř objektu bylo provedeno skrze tři cihlové příčky s tloušťkou 100 mm a jedné příčky ze sádkartonových tvárnic s tloušťkou 75 mm.



Obrázek 28 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 4 příčky

Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
9,66	0,471	9,66	0,471	9,33	0,943	9,66	0,471	9	0,816

Tabulka 18 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 4 příčky



Graf 6 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skrze 4 příčky

7.2 Měření na frekvenci 433 MHz

Pro měření v pásmu 433 MHz byla testována ústředna smíšeného typu Magellan MG5050 a bezdrátový magnetický kontakt DCT2. K nastavování a ovládání ústředny byla využita drátová LCD klávesnice Paradox K32 LCD+. K ústředně byla rovněž připojena opticko-akustická signalizace poplachu typu LED-1490 DSW.

7.2.1 Magellan MG5050

Tato ústředna je ústřednou smíšeného typu od firmy PARADOX, která disponuje integrovaným vysílačem/přijímačem, který komunikuje na frekvenci 433 MHz. K ústředně je možné připojit bezdrátové detektory, klávesnice nebo PGM moduly. Ústředna umožňuje rozdělení celého systému na 2 samostatné podsystémy. Maximální počet zón v systému je 32. Na ústředně se rovněž nacházejí 4 programovatelné výstupy a telefonní komunikátor pro komunikaci s PCO. Další důležité technické parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

Počet zón na desce ústředny:	5
Počet zón na expandérech (APR-ZX8):	24
Max. počet klávesnic v systému:	15
Historie událostí:	256
Napájení:	16 V~, 20/40 VA
Typ zdroje:	spínavý
Proudový odběr ústředny:	100 mA
Maximální délka sběrnice /součet/:	230 m
Maximální délka sběrnice k modulu:	75 m
Změna firmware:	ano, pomocí software WinLoad
Doporučený záložní akumulátor:	12 V, 7 Ah/18 Ah
Hardwarový reset:	ano, tlačítko reset
Doporučený typ transformátoru:	trafo kryté 40 VA
Max. počet zónových expandérů:	3
Max. počet PGM výstupů v systému:	16
Master kód:	1 + 2
Uživatelské kódy:	30
Délka uživatelského kódu:	4 nebo 6-místný
Typy zapnutí:	úplné, FORCE, STAY, SLEEP
Počet telefonních čísel na PCO:	2 + 1 záložní
Počet tel. čísel na občanský telefon:	5
Klávesnice:	K32LCD, K32, K35, K37, K636, K32RF

Tabulka 19 - Technické parametry MG5050 (33)



Obrázek 29 - Ústředna Magellan MG5050

7.2.2 Magnetický detektor DCT2 433 MHz

Jedná se o bezdrátový magnetický detektor, kompatibilní s ústřednami Magellan MG5050, MG6060, MG6160, MG6130 a s bezdrátovým rozšířením RTX3, RCV3 a K32LX. Detektor pracuje v pásmu 433 MHz a jeho dosah by měl být okolo 40 m. Napájení zajišťuje 3 V lithiová baterie typu CR2450. (34)

Napájení	3 V lithiová baterie
Rozměry	44 x 30 x 17 mm
Tamper	Ano
Frekvence	433 MHz
Dosah	40 m

Tabulka 20 - Technické parametry DCT2 868 MHz (34)



Obrázek 30 - Magnetický detektor DCT2 433 MHz

7.2.3 Klávesnice Paradox K32 LCD+

Jde o drátovou klávesnici určenou pro systémy SPECTRA SP a MAGELLAN. Klávesnice umožňuje zobrazování všech 32 zón systému. Stav zón a stav systému se zobrazuje pomocí rolování na displeji. Tato klávesnice obsahuje také boční tlačítka, pomocí kterých lze na LCD displeji listovat v popisech, stavových hláškách a zároveň je umožněno procházet historii událostí příslušné ústředny. (37)

Typ klávesnice:	LCD
Použití v systému:	ovládací, programovací
Jazyková verze:	česká
Napájení:	9 - 16 V=
Proudový odběr:	min. 45 mA, max. 125 mA
Displej:	dvouřádkový, 32 znaků
Typ zóny na klávesnici:	NC, s hlídáním tamperu
Programovatelný výstup PGM:	ano, 1, 50mA, napevno nastaven na jakýkoliv typ zapnutí
Prohlížení historie událostí:	ano
Barva krytu:	bílá

Tabulka 21 - Technické parametry klávesnice Paradox K32 LCD+ (37)



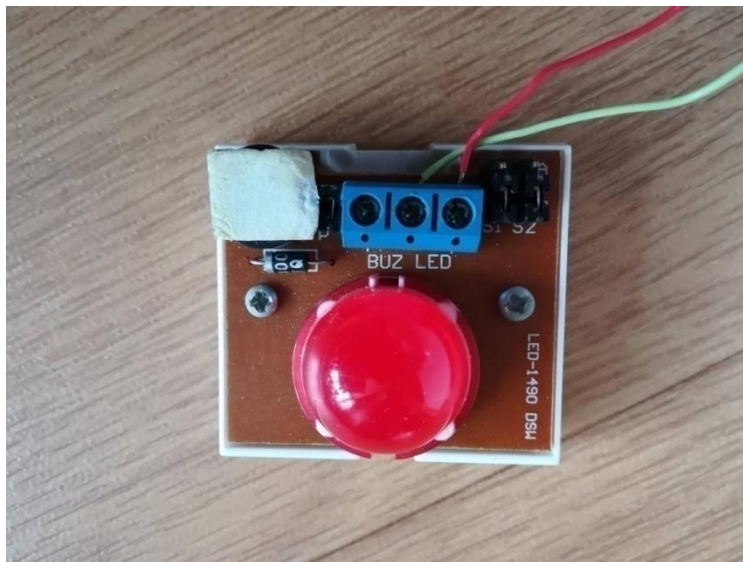
Obrázek 31 - Klávesnice Paradox K32 LCD+

7.2.4 Opticko-akustická signalizace LED – 1490 DSW

Malá opticko-akustická sirénka slouží k signalizaci poplachu. Světelná indikace je způsobena velkoplošnou LED v červené barvě. O akustickou signalizaci se stará bzučák s hlasitostí 75 dB na vzdálenost 30 cm. (35)

Napájecí napětí	12V
Proudový odběr	LED s trvalou signalizací - 35 mA Bzučák s trvalou signalizací - 50 mA
Hlasitost bzučáku	75 dB ve vzdálenosti 30 cm
Hmotnost	25 g
Rozměry	50 x 45 x 25 mm

Tabulka 22 - Technické parametry LED - 1490 DSW (35)



Obrázek 32 - Opticko-akustická signalizace LED – 1490 DSW

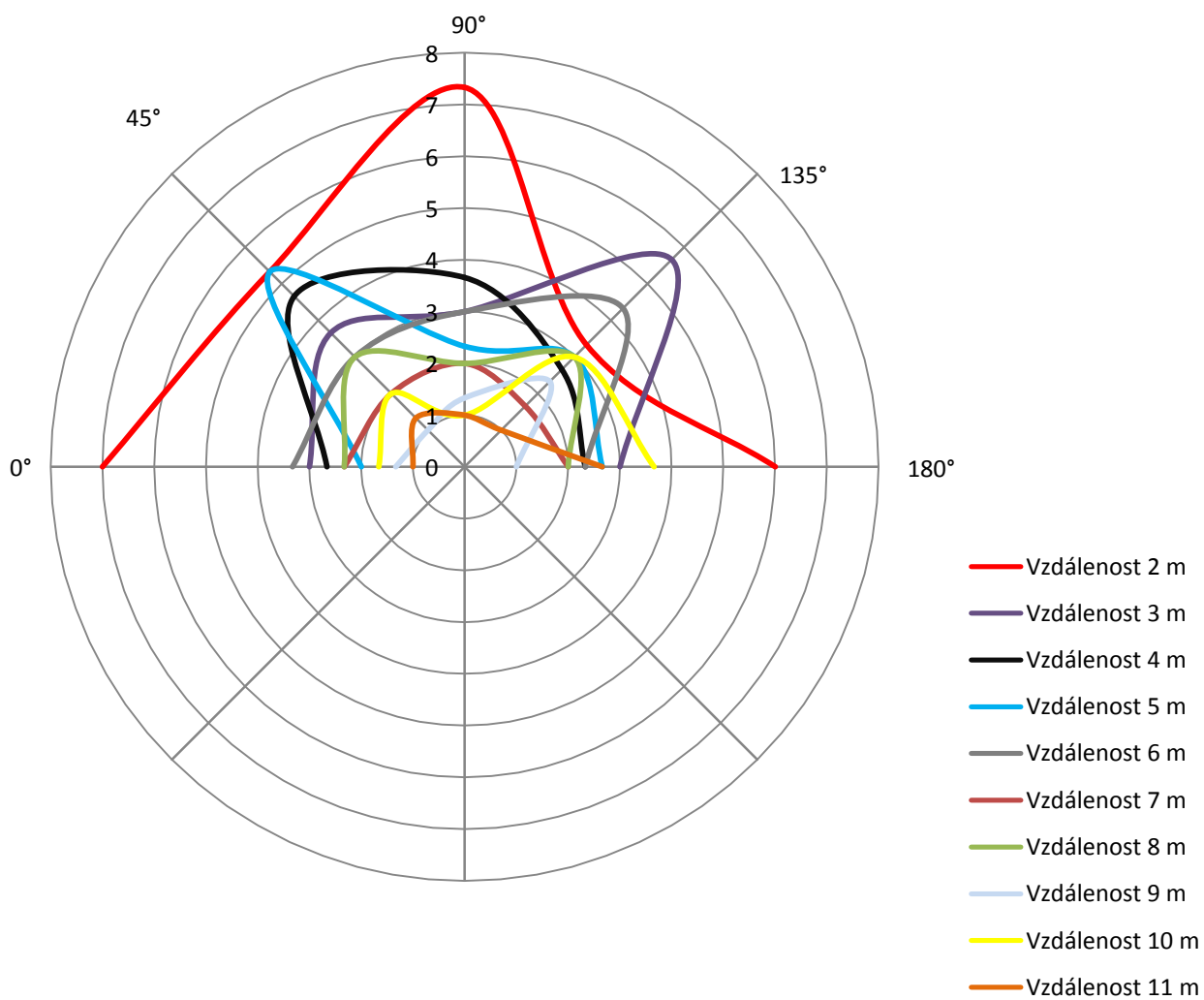
7.2.5 Měření intenzity signálu ve volném prostoru

Měření intenzity signálu ve volném prostoru v pásmu 433 MHz proběhlo obdobně, jako u frekvenčního pásma 868 MHz, jen s tím rozdílem, že byla změněna lokalita z důvodu nutnosti napájení ústředny MG5050 z elektrické sítě. Měření proběhlo opět celkem 3x a z naměřených údajů byla vytvořena tabulka udávající průměrné hodnoty intenzity signálu v různých vzdálenostech a úhlech natočení. Z těchto hodnot byl poté vytvořen úhlový graf. Zároveň byla také zjištěna i maximální vzdálenost v závislosti na zmíněných úhlech, na kterou je schopen magnetický detektor komunikovat s ústřednou.

Vzdálenost (m)	Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
	0°		45°		90°		135°		180°	
	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ	<i>Intenzita</i>	σ
2	7	0,816	5,33	2,055	7,33	1,247	3,33	0,943	6	1,633
3	3	0,816	3,66	0,471	3	1,414	5,66	0,943	3	0,816
4	2,66	0,471	4,66	1,247	3,66	1,7	2,66	0,471	2,33	0,943
5	2	0,816	5,33	2,494	2,33	0,943	3	0,816	2,66	0,471
6	3,33	1,247	3	0	3	1,633	4,33	1,886	2,33	0,471
7	2,33	0,471	2	0,816	2	0	1,66	0,471	2	0,816
8	2,33	1,247	3	2,16	2	0	3	0	2	0
9	1,33	0,471	1	0	1,33	0,471	2,33	1,247	1	0
10	1,66	0,471	2	0	1	0	3	1,414	3,66	0,943
11	1	0	1,33	0,471	1	0	1	0	2,66	0,943

Tabulka 23 - Statisticky zpracované hodnoty měření signálu v pásmu 433 MHz ve volném prostoru

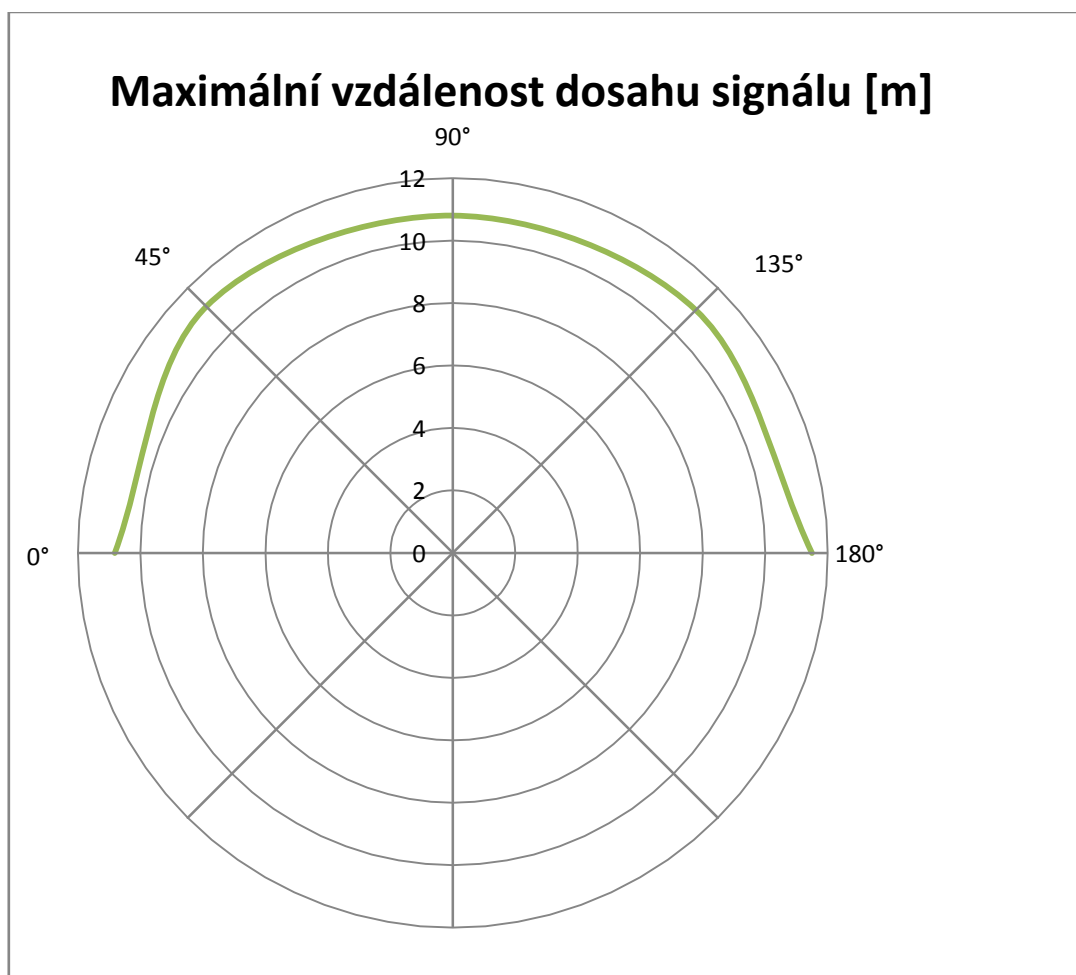
Intenzita signálu v závistolsti na vzdálenosti a úhlu natočení



Graf 7 - Intenzita signálu v pásmu 433 MHz ve volném prostřanství

Průměrná maximální vzdálenost (m); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ	Vzdálenost	σ
10,83	0,624	11,16	0,236	10,8	0,236	11	0,408	11,5	0,408

Tabulka 24 - Měření maximální vzdálenosti v pásmu 433 MHz



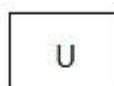
Graf 8 - Měření maximální vzdálenosti dosahu signálu v pásmu 433 MHz

7.2.6 Měření intenzity signálu v objektu

Pro měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz byl opět vybrán rodinný dům v obci Dublovice. Celé měření probíhalo obdobně jako u frekvenčního pásma 868 MHz. Opět je pro přehlednost do půdorysu objektu zakreslena pozice ústředny a magnetického detektoru.

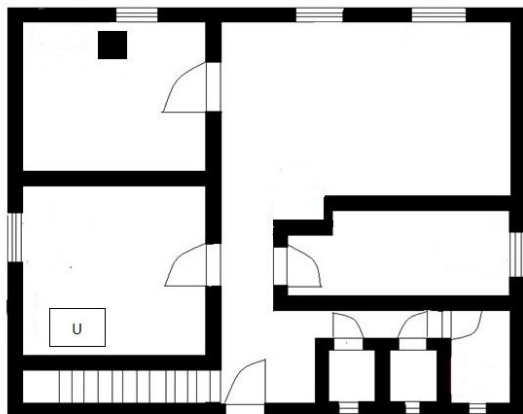


-Bezdrátový magnetický detektor



- Ústředna

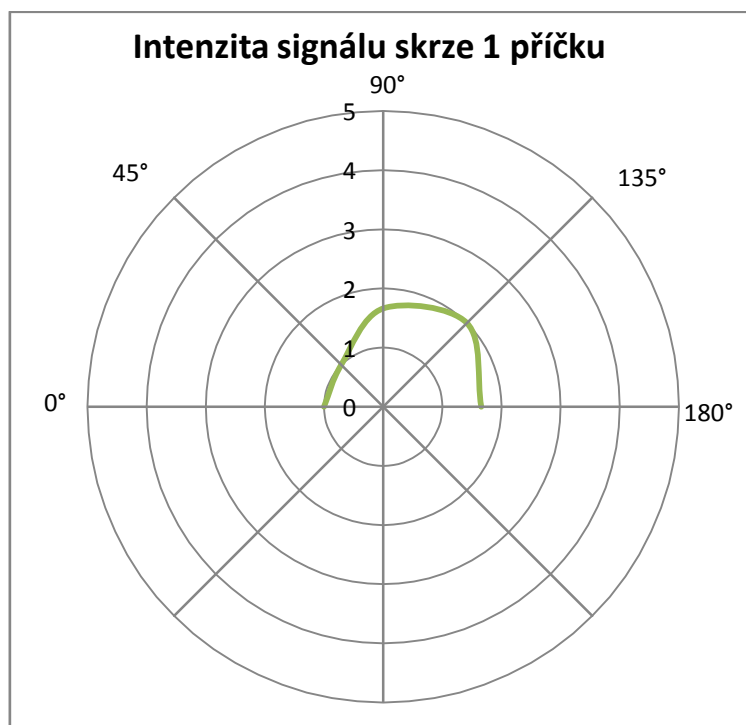
V prvním případě klade vysílanému signálu odpor jedna sádkartonová příčka s tloušťkou 75 mm.



Obrázek 33 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz skrze 1 příčku

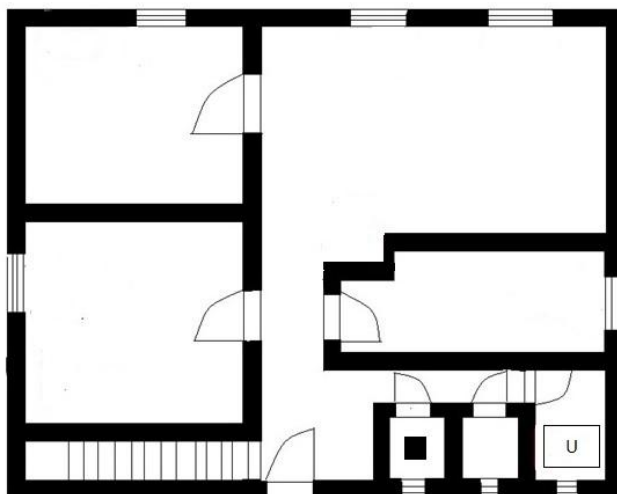
Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
5	0,816	3,33	0,471	5	1,633	2	0,816	4,33	0,471

Tabulka 25 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 433 MHz skrze 1 příčku



Graf 9 - Měření intenzity signálu v pásmu 433 MHz skrze 1 příčku

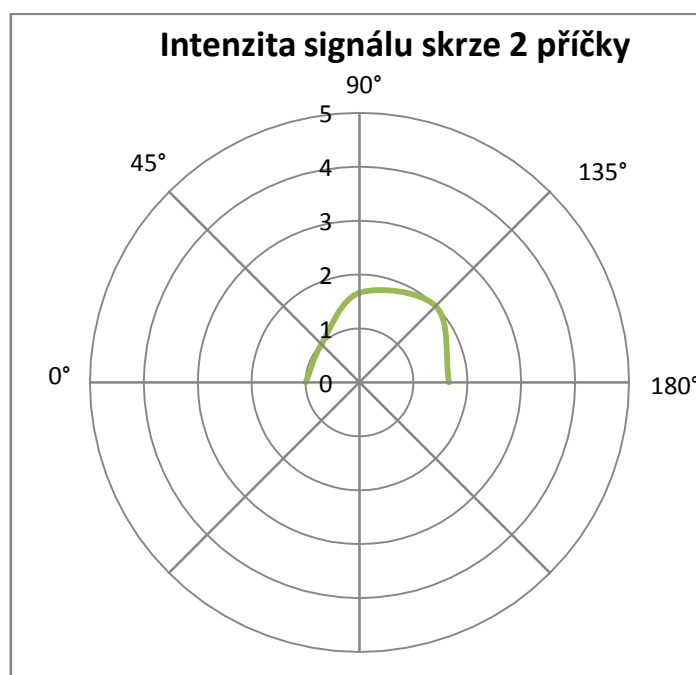
Dále je měřena intenzita procházejícího signálu skrze 2 příčky, které jsou z klasických plných cihel a tloušťka jedné příčky je 100 mm.



Obrázek 34 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz skrze 2 příčky

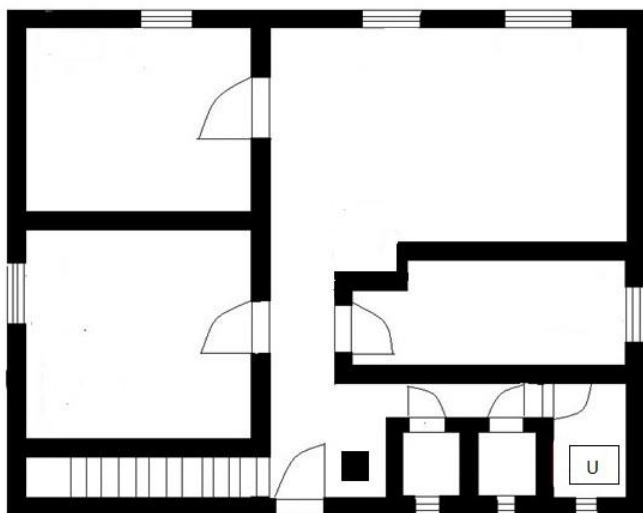
Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
2,66	0,471	3	0,816	2,33	1,247	2,33	0,471	3,33	0,471

Tabulka 26 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 433 MHz skrze 2 příčky



Graf 10 - Měření intenzity signálu v pásmu 433 MHz skrze 2 příčky

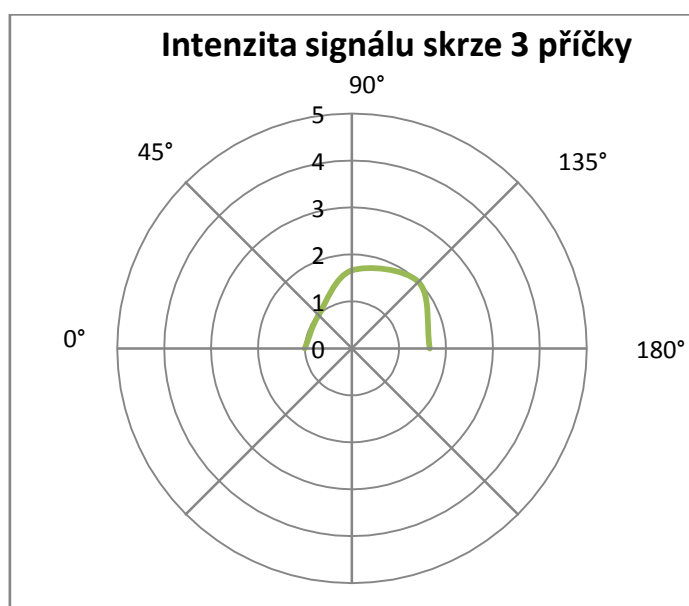
Poslední měření v objektu v pracovním pásmu 433 MHz proběhlo tak, že se mezi ústřednou a bezdrátovým magnetickým detektorem nacházely 3 příčky z plných cihel. Každá příčka má tloušťku 100 mm.



Obrázek 35 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz skrze 3 příčky

Průměrná Intenzita signálu (1 - min; 10 - max); σ - směrodatná odchylka									
0°		45°		90°		135°		180°	
Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ	Intenzita	σ
1	0	1	0	1,66	0,471	2	0,816	1,66	0,471

Tabulka 27 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 433 MHz skrze 3 příčky



Graf 11 - Měření intenzity signálu v pásmu 433 MHz skrze 3 příčky

7.3 Zhodnocení naměřených hodnot

V pracovním pásmu 868 MHz jsou bezdrátové detektory schopny komunikovat na velmi velkou vzdálenost. Podle hodnot udávaných výrobcem má ústředna MG6250 minimální dosah 40 metrů, bezdrátový magnetický detektor DCT2 pracující na frekvenci 868 MHz by pak dle výrobce měl být schopný komunikace minimálně na 60 metrů. Z výsledků měření vyplývá, že komunikace mezi ústřednou MG6250 a bezdrátovým magnetickým detektorem DCT2 je schopna proběhnout na vzdálenost větší než 500 metrů v případě, že bezdrátovému přenosu neklade odpor žádná překážka. Z grafu je patrné, že při větší vzdálenosti magnetického detektoru od ústředny intenzita signálu klesá. Jedná se tedy o nepřímou úměrnost mezi vzdáleností detektoru od ústředny a intenzitou bezdrátového signálu. Z naměřených hodnot rovněž vyplývá, že spolehlivý přenos u pracovního pásma je cca na 200 metrů. Analýza bezdrátových PZTS v pracovním pásmu 868 MHz rovněž velmi dobře obstála i při měření uvnitř konkrétního objektu, kde byl signál pohlcován různými příčkami, které byly tvořené sádkartonovými tvárnici a klasickými cihlami. Rovněž zde bylo při měření cíleně zahlcováno pracovní pásmo. Změřená intenzita signálu byla téměř po celém objektu stoprocentní. Odolnost signálu proti rušení v pracovním pásmu 868 MHz je tedy na velmi vysoké úrovni a signál je rovněž schopen projít skrze velké množství překážek. Z bezpečnostního a spolehlivostního hlediska tedy bezdrátové PZTS v pracovním pásmu 868 MHz, obstály velmi dobře. Nevýhodou ale může být ovlivňování sousedních systémů, jako například ovládání garážových vrat nebo zamykání automobilů.

V pracovním pásmu 433 MHz by spolehlivý přenos bezdrátových PZTS měl být na vzdálenost 10 – 12 metrů. Podle údajů uváděných výrobcem by bezdrátový magnetický detektor DCT2 pracující na frekvenci 433 MHz, měl být schopen komunikovat s ústřednou minimálně na 40 metrů. Zde se teoretické předpoklady rozhodně neshodují s praktickými testy a maximální vzdálenost, kdy je ústředna MG5050 schopna komunikovat s bezdrátovým magnetickým detektorem je pouze 11 metrů. Intenzita signálu je rovněž i při kratších vzdálenostech velmi nevyrovnaná a z bezpečnostního a spolehlivostního hlediska nevyhovující. Při měření intenzity signálu v objektu jsou výsledky testů opět velmi slabé z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti. Signál bezdrátových PZTS v pracovním pásmu 433 MHz byl sice schopen proniknout přes tři cihlové příčky, ovšem jeho intenzita byla na minimální hodnotě, a to i přes velmi krátkou vzdálenost detektoru od ústředny.

Z výsledků měření bezpečnosti a spolehlivosti bezdrátových PZTS tedy velmi přesvědčivě zvítězily PZTS, pracující ve frekvenčním pásmu 868 MHz, které lze doporučit, a to i přes zmíněné riziko rušení okolních systémů. Naopak měřené bezdrátové PZTS pracující na frekvenci 433 MHz zůstaly za očekáváním. Je možné, že velmi malý dosah při měření v pracovním pásmu 433 MHz mohl být způsoben velmi vysokým zahlcením tohoto pásma v dané lokalitě, případně špatnou funkcí vysílače u bezdrátového magnetického detektoru.

8 Závěr

Cílem předkládané diplomové práce bylo na základě literární rešerše definovat kritické body bezdrátové komunikace poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů. Dále pak prakticky ověřit bezpečnost, funkčnost a spolehlivost vybraných bezdrátových prvků používajících se v PZTS

V první části této práce se věnuji s uvedením do PZTS, uvádím výhody a nevýhody těchto systémů, popisuji pracovní princip jednotlivých detektorů, a také rozdělení zabezpečovacích prvků z pohledu ochrany. Dále se práce zabývá bezdrátovými ústřednami, kde je probrán princip simplexního a duplexního přenosu. Na závěr teoretické části jsou probrána frekvenční pásma 433 MHz a 868 MHz, ve kterých bezdrátové PZTS pracují a jsou zde uvedeny kritické body, které mají negativní vliv na spolehlivost a bezpečnost bezdrátových PZTS.

Druhá část diplomové práce je již částí praktickou, ve které se věnuji bezpečnostní a spolehlivostní analýze vybraných bezdrátových prvků. Nejprve se věnuji pracovnímu pásmu 868 MHz. Pro měření v tomto pracovním pásmu byla vybrána ústředna Magellan MG6250 a bezdrátový magnetický detektor DCT2 pracující na frekvenci 868 MHz. Měřím zde intenzitu signálu nejprve ve volném prostoru a poté v konkrétním objektu. Výsledkem tohoto měření je, že maximální dosah komunikace ve volném prostoru mezi ústřednou a detektorem v pracovním pásmu 868 MHz je více, než 500 m, což se shoduje s teoretickými předpoklady. Dále měřím intenzitu signálu v objektu, kde se mezi ústřednou a detektorem vyskytují překážky v podobě cihlových a sádkartonových příček a zároveň je pracovní pásmo zahlcováno meteostanicí a dálkovým ovladačem. Odolnost signálu proti rušení a pohlcení je ovšem tak velká, že ústředna ukazuje maximální intenzitu signálu téměř po celém objektu.

Obdobně probíhá měření v pracovním pásmu 433 MHz. Pro tuto část byla vybrána ústředna Magellan MG5050 a bezdrátový magnetický detektor DCT2 pracující na frekvenci 433 MHz. Maximální dosah komunikace je zde pouze 11 m. Při měření v objektu se intenzita signálu pohybuje na velmi malé hodnotě a v některých místech se signál zcela vytrácí.

Z pohledu spolehlivosti a bezpečnosti bezdrátových PZTS lze tedy doporučit pouze bezdrátové zabezpečovací systémy pracující v pracovním pásmu 868 MHz, kde je odolnost signálu proti nežádoucím vlivům na zcela jiné úrovni než v pracovním pásmu 433 MHz.

9 Zdroje

- (1) KŘEČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Blatná: Blatenská tiskárna, 2006. ISBN 80-902938-2-4.
- (2) KINDL, Jiří. Projektování bezpečnostních systémů: I. díl – EPS, EZS. Zlín: UTB, 2004. ISBN 80-7318-165-7.
- (3) UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů: II. díl - EZS II. Praha: PA-ČR, 2005. ISBN 80-725-1189-0
- (4) PUŽMANOVÁ, Rita. Bezpečnost bezdrátové komunikace, 1. vyd. Brno : CP Books - technická literatura, 2005. ISBN: 80-251-0791-4.
- (5) *Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy* [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <http://www.pzts.cz/>
- (6) *Poplachový zabezpečovací a tísňový systém* [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <https://www.security.cz/elektricka-zabezpecovaci-signalizace-pzts--2419.html>
- (7) *PZTS - Základní pojmy* [online]. Přerov [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <http://www.bepo.eu/component/k2/item/13-pzts-zakladni-pojmy>
- (8) *Poplachová zabezpečovací signalizace - PZTS* [online]. Praha, 2004 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.expertsecurity.cz/poplachova-zabezpecovaci-signalizace-pzts>
- (9) *Pasivní detektory tříštění skla* [online]. Mladá Boleslav, 2004 [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.fireton.cz/index.php/elektricka-zabez-signalizace/detektory-tristeni-skla>
- (10) *Akustický detektor* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: https://www.iqalarm.cz/produkt/glasstrek-457-akusticky%20detektor?gclid=EAIaIQobChMIjJDqzeuc3wIVk813Ch2VrAXxEAQYAiABEgKkLfD_BwE
- (11) *Detektory Pyronix* [online]. Brno, 2015 [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <http://www.abbas.cz/clanky/recenze-technika/detektory-pyronix-osvedcena-kvalita-detekce/>
- (12) *PIR detektor pohybu Paradox DG55* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.alarmax.cz/pir-detektor-pohybu-paradox-dg55>
- (13) *ČIDLLO PIR A US Detektor* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.e-light.cz/dwitena-cidlo-pir-a-us-detektor-pritomnosti-27555>
- (14) *Pohybové čidlo-mikrovlnné* [online]. [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: https://www.t-led.cz/p/pohybove-cidlo-mikrovlne-ms3-n-230v-6823?artnr=372&sizenr=372&gclid=EAIaIQobChMI2Lj8xs2s3wIVjuR3Ch3m6gTwEAQYASABEgIMhvD_BwE

- (15) PASTOR René, Petr ČESLÁK, Adam ČERNÝ a Tomáš NOWÁK. *Bezpečnostní systémy* [online]. Ústí nad Labem, 2010 [cit. 2019-01-15]. Dostupné z: <http://studijni-materialy.sseas.cz/bezpecnostni-systemy/>
- (16) CAHLÍK, Marek. *Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy z hlediska prostorového zaměření* [online]. Zlín, 30.5.2012 [cit. 2019-01-20]. Dostupné z: https://www.atpjournalsk/budovy/rubriky/prehladove-clanky/poplachove-zabezpecovaci-a-tisnove-systemy-z-hlediska-prostoroveho-zamereni.html?page_id=14870
- (17) *Tísňový hlásič* [online]. [cit. 2019-01-20]. Dostupné z: <https://www.stasanet.cz/Paradox-a-ostatni-EZS/Vnitni-detekce/Tisnove-hlasice/CP-01-tisnovy-hlasic-s-mech-resetaci-cervena.html>
- (18) *Bezdrátové tísňové tlačítko* [online]. [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <https://www.tssgroup.cz/paradox-rem101-868-bezdratove-tisnove-tlacitko/>
- (19) *Přenosné aktivací tlačítko* [online]. [cit. 2019-01-23]. Dostupné z: https://www.jabloshop.cz/rc-87-bezdratove-prenosne-aktivacni-tlacitko?gclid=EAIaIQobChMI9Iytn56u3wIVQ6oYCh2rCwazEAQYBCABEgICiFD_BwE
- (20) *Bezdrátová infrazávora* [online]. Liberec, 2015 [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: <http://m.gsm-alarm-shopping.cz/prislusenstvi/bezdratova-infrazavora/>
- (21) HLADÍK Drahošlav. *Elektronické zabezpečovací systémy a elektronická požární signalizace* [online]. SOUE Plzeň, 2010 [cit. 2019-01-26]. Dostupné z: https://www.souepl.cz/wp-content/ucitele/hladik/opvk2009/Ukazka-skripta/Skripta_ukazka.pdf
- (22) *Bezdrátová ústředna* [online]. [cit. 2019-01-27]. Dostupné z: http://hasco.cz/index.php?route=product/product&product_id=903
- (23) Bezdrátová komunikace. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bezdr%C3%A1tov%C3%A1_komunikace
- (24) *Rádiové spektrum* [online]. Praha [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/radiove-spektrum>
- (25) *Spektrum elektromagnetických vln* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/kurz_fyziky_pro_DS/display.php/optika/1_1
- (26) KRÁLOVÁ Magda. *RÁDIOVÉ VLNY* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticke-vlny/radiove-vlny>
- (27) ČESKÝ TELEKOMUNIKAČNÍ ÚŘAD. *Rozdělení kmitočtového spektra* [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <http://www.lss.fd.cvut.cz/vyuka/tkms/soubor2>

- (28) Pásmo ISM. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1smo_ISM
- (29) HART Jan a Veronika NÝDLOVÁ. *Testování pásem ISM* [online]. [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: <http://automa.cz/SiteContent.aspx?params=L1NpdGVDb250ZW50LmFzcHg%2fcmlkPTcwMTg5JmFwcD1NYWluJmdycD1Db250ZW50Jm1vZD1NYWdhemluZXMmc3RhPU1hZ2F6aW5lQXJ0aWNsZUNvbnRlbnRXZWImcHN0PU1hZ2F6aW5lQXJ0aWNsZUNvbnRlbnRXZWImcDE9WWVhcl9TVFJJTkdfbWJ2SyUyYkxS1RrOCUyYldTSnppJTJiZGFZZyUzZCUzZCZwMj1OdW1iZXJfU1RSSU5HXyUyZmExZiRLUjhhVWVNsTjdSMGpMajRodyUzZCUzZCZwMz1PaWRfSU5UXzY5NzgmG5hbWU9c2l0ZWRIZmF1bHQmYWNvZGU9MjUzNmVhODYzZmY4M215ZjIyNzU0YzU4MDI2NDY2Yjk%3d>
- (30) *POPIS STUPŇŮ KRYTÍ* [online]. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: http://www.sicurit.cz/cze/novinky/tabulka-a-popis-stupnu-kryti-csn-en-60-529_162/
- (31) *Stupeň ochrany krytem IK* [online]. [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <http://www.gigalighting.cz/mechanicka-odolnost-stupen-ochrany-krytem-ik.htm>
- (32) *433MHZ AND 868MHZ WIRELESS ALARM SYSTEM* [online]. 2015 [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.burglaryalarmsystem.com/technology-news/433mhz-or-868mhz-wireless-alarm-system-what-s-the-difference.html>
- (33) *Komplexní řešení elektronických systémů budov* [online]. [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/>
- (34) *Bezdrátový magnetický kontakt* [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://cctv-prodejce.cz/dct2-miniaturni-magneticky-kontakt>
- (35) *Opticko-akustická signalizace* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://www.abentry.cz/signalizace-opticka-a-akusticka-majaky-blikace-atd/893-art1490-bzr-signalizace.html>
- (36) *Klávesnice Paradox K32 LCD+* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://www.alarmax.cz/klavesnice/klavesnice-paradox-k32-lcd>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Objekt zabezpečený PZTS	5
Obrázek 2 - Magnetický kontakt	11
Obrázek 3 - Kontaktní detektor	12
Obrázek 4 - Akustický detektor.....	13
Obrázek 6 - Pracovní prostor PIR detektoru	15
Obrázek 5 - PIR detektor.....	15
Obrázek 7 - Ultrazvukový detektor pohybu	15
Obrázek 8 - Mikrovlnné čidlo pohybu	16
Obrázek 9 - Charakteristika mikrovlnného čidla	16
Obrázek 10 - Veřejný tísňový hlásič	17
Obrázek 11 - Bezdrátový tísňový hlásič.....	18
Obrázek 12 - Osobní tísňový hlásič v podobě náramku.....	19
Obrázek 13 - Řez mikrofoničným kabelem	20
Obrázek 14 - Bezdrátová infrazávora.....	21
Obrázek 15 - Aplikace mikrovlnné bariéry	22
Obrázek 16 - Vnitřní uspořádání ústředny PZTS	23
Obrázek 17 - Zapojení zabezpečovacího systému se smyčkovou ústřednou	24
Obrázek 18 - Zapojení zabezpečovacího systému s ústřednou s přímou adresací čidel	24
Obrázek 19 - Zapojení zabezpečovacího systému s ústřednou smíšeného typu	25
Obrázek 20 - Bezdrátová ústředna	26
Obrázek 21 - Spektrum elektromagnetických vln	29
Obrázek 22 - Šíření prostorové radiové vlny	29
Obrázek 23 - Ústředna MAGELLAN MG6250	36
Obrázek 24 - Magnetický detektor DCT2 868 MHz.....	37
Obrázek 25 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 1 příčku.....	40
Obrázek 26 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 2 příčky.....	41
Obrázek 27 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 3 příčky.....	42
Obrázek 28 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 868 MHz skrze 4 příčky.....	43
Obrázek 29 - Ústředna Magellan MG5050	45
Obrázek 30 - Magnetický detektor DCT2 433 MHz.....	45
Obrázek 31 - Klávesnice Paradox K32 LCD+	46
Obrázek 32 - Opticko-akustická signalizace LED – 1490 DSW	47

Obrázek 33 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz skrze 1 příčku.....	51
Obrázek 34 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz skrze 2 příčky.....	52
Obrázek 35 - Měření intenzity signálu v objektu v pásmu 433 MHz skrze 3 příčky.....	53

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Struktura normy ČSN EN 50131	6
Tabulka 2 - Technické normalizační informace	6
Tabulka 3 - Stupně zabezpečení PZTS.....	7
Tabulka 4 - Třídy prostředí	7
Tabulka 5 - Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles udávané první číslicí.....	8
Tabulka 6 - Stupně ochrany proti vniknutí vody udávané druhou číslicí.....	9
Tabulka 7 - Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí udávané přidavným písmenem	9
Tabulka 8 - Stupně ochrany před dotykem nebezpečných částí udávané doplňkovým písmenem	10
Tabulka 9 - Stupeň ochrany IK krytem	10
Tabulka 10 - Rozdělení rádiových vln	30
Tabulka 11 - Technické parametry MG6250	35
Tabulka 12 - Technické parametry DCT2 868 MHz.....	36
Tabulka 13 - Statisticky zpracované hodnoty měření signálu v pásmu 868 MHz ve volném prostranství ...	37
Tabulka 14 - Měření maximální vzdálenosti v pásmu 868 MHz	39
Tabulka 15 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 1 příčku	40
Tabulka 16 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 2 příčky	41
Tabulka 17 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 3 příčky	42
Tabulka 18 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 868 MHz skrze 4 příčky	43
Tabulka 19 - Technické parametry MG5050	44
Tabulka 20 - Technické parametry DCT2 868 MHz.....	45
Tabulka 21 - Technické parametry klávesnice Paradox K32 LCD+.....	46
Tabulka 22 - Technické parametry LED - 1490 DSW	47
Tabulka 23 - Statisticky zpracované hodnoty měření signálu v pásmu 433 MHz ve volném prostranství ...	48
Tabulka 24 - Měření maximální vzdálenosti v pásmu 433 MHz	50
Tabulka 25 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 433 MHz skrze 1 příčku	51
Tabulka 26 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 433 MHz skrze 2 příčky	52
Tabulka 27 - Naměřená intenzita signálu v pásmu 433 MHz skrze 3 příčky	53

Seznam grafů

Graf 1 - Intenzita signálu v pásmu 868 MHz ve volném prostřanství.....	38
Graf 2 - Měření maximální vzdálenosti dosahu signálu v pásmu 868 MHz.....	39
Graf 3 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skřze 1 příčku.....	40
Graf 4 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skřze 2 příčky.....	41
Graf 5 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skřze 3 příčky.....	42
Graf 6 - Měření intenzity signálu v pásmu 868 MHz skřze 4 příčky.....	43
Graf 7 - Intenzita signálu v pásmu 433 MHz ve volném prostřanství.....	49
Graf 8 - Měření maximální vzdálenosti dosahu signálu v pásmu 433 MHz.....	50
Graf 9 - Měření intenzity signálu v pásmu 433 MHz skřze 1 příčku.....	51
Graf 10 - Měření intenzity signálu v pásmu 433 MHz skřze 2 příčky.....	52
Graf 11 - Měření intenzity signálu v pásmu 433 MHz skřze 3 příčky.....	53

