

Bezkontaktní detektory rozbití skla

Glassbreaks

Radek Pavlíněk

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radek PAVLÍNEK**
Osobní číslo: **A09254**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Bezkontaktní detektory rozbití skla**

Zásady pro vypracování:

1. Specifikujte základní požadavky na zajištění fyzické bezpečnosti objektu.
2. Analyzujte fyzikální principy činnosti bezkontaktních detektorů rozbití skla.
3. Pojednejte o vlastnostech bezkontaktních detektorů rozbití skla a způsobech jejich použití v plášťové ochraně.
4. Analyzujte a porovnejte vlastnosti vybraných bezkontaktních detektorů rozbití skla.
5. Specifikujte trendy v oblasti bezkontaktních detektorů rozbití skla.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. 1. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
2. KADLEC, František. *Zpracování akustických signálů*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 189 s. ISBN 80-010-2588-8.
3. IVANKA, Ján. *Systemizace bezpečnostního průmyslu I*. 3. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 123 s. ISBN 978-807-3188-504.
4. UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. 2. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2009, 229 s. ISBN 978-807-2513-130.
5. KINDL, Jiří. *Projektování bezpečnostních systémů I*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 134 s. ISBN 978-807-3185-541.
6. JIROUŠEK, Radim. *Principy digitální komunikace*. 1. vyd. Voznice: Leda, 2006, 309 s. ISBN 80-733-5084-X.
7. MACHÁČEK, Martin. *Encyklopedie fyziky*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 1995, 408 s. ISBN 80-204-0237-3.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

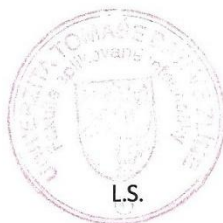
Termín odevzdání bakalářské práce:

25. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá bezkontaktními detektory rozbití skla. Cílem práce je formulace nových trendů, analýza a porovnání jednotlivých detektorů rozbití skla. Součástí práce je také vymezení základních pojmů z oblasti zabezpečení objektů. Dále pak popis fyzikálních principů činnosti, vlastnosti a způsoby použití bezkontaktních detektorů rozbití skla v plášťové ochraně. Závěrečná kapitola je zaměřená na formulaci nových technologií a trendů v oblasti bezkontaktních detektorů rozbití skla.

Klíčová slova: bezkontaktní detektory rozbití skla, fyzikální principy, zabezpečení objektu, porovnání detektorů rozbití skla, nové trendy

ABSTRACT

This thesis deals with noncontact glass break detectors. The aim of the work is the formulation of new trends, analysis and comparison of individual glass break detectors. Part of the work is also the definition of the basic concepts in the field of security of the object. Further description of the physical principles, properties, and uses of noncontact glass break detectors in shell protection. The final chapter is devoted to the formulation of new technologies and trends in the field of noncontact glass break detectors.

Keywords: glassbreaks, physical principles, building security, comparison glassbreaks, new trends

Poděkování

Děkuji tímto svému vedoucímu doc. Ing. Ludřkovi Lukášovi, Csc. za odborné vedení, podnětné rady, informace a připomínky, které mi poskytoval během zpracovávání bakalářské práce. Dále chci poděkovat svým rodičům a blízkým za podporu, které se mi dostávalo během mého studia.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 VYMEZENÍ POJMŮ Z OBLASTI ZABEZPEČENÍ OBJEKTU.....	10
1.1. ROZČLENĚNÍ POJMŮ REŽIMOVÁ OPATŘENÍ, FYZICKÁ A TECHNICKÁ OCHRANA	11
1.1.1 Režimová opatření	11
1.1.2 Fyzická ochrana	11
1.1.3 Technická ochrana	12
1.2. POPLACHOVÉ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY	12
1.2.1 Detektor narušení	13
1.2.2 Princip vícestupňové ochrany a její detektory.	15
1.3. DETEKTORY ROZBITÍ SKLA	17
1.3.1 Kontaktní detektory destrukce skleněných ploch	18
1.3.2 Bezkontaktní detektory rozbití skleněných ploch	21
1.4. SHRNUTÍ.....	22
2 FYZIKÁLNÍ PRINCIP BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA.	23
2.1 FYZIKÁLNÍ PRINCIP AKTIVNÍCH BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA.....	23
2.1.1 Aktivní infračervené bezkontaktní detektory rozbití skla.....	23
2.1.2 Aktivní ultrazvukové bezkontaktní detektory rozbití skla	24
2.2 FYZIKÁLNÍ PRINCIP PASIVNÍCH BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA	25
2.2.1 Princip šíření akustických vln v prostředí	25
2.2.2 Analýza signálu při destrukci skla	26
2.2.2.1 Jednopásmová detekce.....	27
2.2.2.2 Vícepásmová detekce	27
2.2.3 Funkce elektretového mikrofону	28
2.2.4 Zpracování signálu	28
2.2.4.1 Analogové zpracování signálu	29
2.2.4.2 Digitální zpracování signálu	32
2.3. SHRNUTÍ.....	36
3 VLASTNOSTI A ZPŮSOBY POUŽITÍ AKUSTICKÝCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA V PLÁŠŤOVÉ OCHRANĚ	37
3.1 UMÍSTĚNÍ AKUSTICKÉHO DETEKTORU ROZBITÍ SKLA A POUŽITÍ TESTERU	37
3.2 ODOLNOST PROTI CHYBNÉ FUNKCI.....	40
3.3 KONTROLA FUNKCE DETEKTORU POMOCÍ AUTOTESTU	40
3.3.1 Místní autotest.....	40
3.3.2 Dálkový autotest.....	40
3.4 ODOLNOST PROTI SABOTÁŽI.....	40
3.4.1 Detekce zakrytí (ANTIMASKING).....	41
3.4.2 Odolnost proti přístupu k nastavovacím prvkům detektoru (TAMPER)	41
3.4.3 Detekce odejmutí z montážního uchycení	41
3.4.4 Odolnost nastavené orientace.....	42
3.4.5 Odolnost proti rušení magnetickým polem	42

3.5	SHRnutí.....	42
4	JEDNOTLIVÍ ZÁSTUPCI AKUSTICKÝCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA, ANALÝZA A POROVNÁNÍ JEJICH PARAMETRŮ.....	43
4.1	ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH ZÁSTUPCŮ BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA	43
4.1.1	Jablotron GBS-210 VIVO.....	43
4.1.2	Paradox Glasstrek 457.....	46
4.1.3	Siemens DL 500	48
4.1.4	Jablotron JA-80PB	50
4.2	SROVNÁNÍ PARAMETRŮ JEDNOTLIVÝCH BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA	53
5	NOVÉ TRENDY V OBLASTI DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA	56
5.1	KVALITNĚJŠÍ SNÍMÁNÍ FYZIKÁLNÍCH ZMĚN	56
5.2	KVALITNĚJŠÍ ANALÝZA SIGNÁLU	56
5.3	ZVYŠOVÁNÍ DOSAHU DETEKTORU	57
5.4	ZVYŠOVÁNÍ VÝPOČETNÍHO VÝKONU MIKROPOČÍTAČE.	58
5.5	VYLEPŠENÍ KONSTRUKCE	58
5.6	ZVÝŠENÍ KOMBINACÍ S JINÝMI DETEKTORY.....	59
5.7	ZVYŠOVÁNÍ ÚČINNOSTI BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA S RŮZNÝMI TYPY SKEL A BEZPEČNOSTNÍMI FÓLIEMI.....	60
5.8	SNIŽOVÁNÍ PŘÍKONU DETEKTORU.....	60
5.9	REALIZACE ANTIMASKINGU U VĚTŠINY DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA.....	61
5.10	ŠIFROVANÝ BEZDRÁTOVÝ PŘENOS	61
	ZÁVĚR	62
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	63
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	65
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM GRAFŮ	71
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73
	PŘÍLOHA P I: CERTIFIKÁT JABLOTRON ALARMS A.S.	73

ÚVOD

Ochrana vlastního majetku je odpradáвна jednou ze základních potřeb člověka. V dnešní době tomu není jinak. V dřívějších socialistických dobách, kdy byl veškerý společný obecný majetek vlastněn státem, potřeba jednotlivců chránit svůj majetek nebyla tak velká a prováděly ji státní složky. Běžní lidé si svoje majetky chránili sami.

Po převratu se z České republiky stal demokratický stát a začal vznikat nespočet firem, z nichž se mnoho propracovalo. V dnešní době jejich vlastníci disponují obrovským majetkem včetně rozlehlých nemovitostí, které si potřebují zajistit proti rozkrádání a zabránit neoprávněnému zacházení s aktivy, tedy zajistit bezpečnost objektu. Bohužel státní složky takové služby nemohly poskytovat, tedy vzniklo místo na trhu, které vyplnil svou činností průmysl komerční bezpečnosti. Firmy v oblasti průmyslu komerční bezpečnosti svoje služby poskytují za úplatu a současně se svými poskytovanými službami účinně podílí na snížení kriminální činnosti v České republice.

Zajištění bezpečnosti daného objektu lze realizovat fyzickou ochranou, režimovými opatřeními, technickou ochranou. Zajištění objektu fyzickou ochranou je v současnosti nejnákladnější variantou zabezpečení. Vývoj technických prostředků jde v poslední době hodně dopředu a spolu s kvalitně aplikovanými režimovými opatřeními tvoří dostačující celek pro ochranu objektů.

Ze statistik je zřejmé, že většina vloupání do objektů je přes otvorové výplně, tedy okny a dveřmi. Dnešním trendem je výstavba moderních staveb tvořených z velké části sklem, které je nutno chránit proti rozbití. Z těchto důvodů se v mé práci zabývám technickou ochranou, respektive pouze detektory rozbití skla.

Ve své bakalářské práci se zaměřím na bezkontaktní detektory rozbití skla a rozdělení detektorů této kategorie. Cílem práce je formulace nových trendů, analýza a porovnání jednotlivých detektorů rozbití skla. Tyto detektory chci analyzovat z pohledu fyzikální podstaty, konstrukce, použití a odolnosti proti sabotáži. V závěrečné kapitole se budu zabývat novými technologiemi a trendy bezkontaktních detektorů rozbití skla.

1 VYMEZENÍ POJMŮ Z OBLASTI ZABEZPEČENÍ OBJEKTU

Bezpečnost daného objektu je stav, kdy jsou rizika snížena na přijatelnou úroveň. Chceme-li zajistit bezpečnost daného subjektu, je nutné znát hrozby, proti kterým je nutno se bránit. Tyto hrozby vycházejí z identifikace hrozeb a vyplývají z bezpečnostní analýzy. Ta představuje proces, ve kterém se zjišťují a identifikují hrozby a rizika, jejich velikost a dopady na bezpečnost subjektu. Mezi základní hrozby patří kriminální činnost osob, čímž je myšleno rozkrádání, zcizení, poškození nebo neoprávněné nakládání s chráněnými aktivy. Z toho vyplývá nutnost použít takové prostředky, které účinky hrozeb úplně odstraní nebo je alespoň sníží na akceptovatelnou úroveň. Tedy jsou schopna zamezit provedení trestního činu či odradit potencionálního pachatele nebo alespoň výrazně znesnadnit činnost a prodloužit čas při odcizení aktiv. [1]

Základním pilířem fyzické bezpečnosti je klasická ochrana. Jde o vývojově nejstarší typ ochrany, který tvoří přírodní zábrany, zdi, mechanické zábranné systémy a prostředky. Plní jak odstrašovací a znesnadňující funkce tak i estetické, právní a architektonické. V konečném důsledku je tahle ochrana často snadno překonatelná. Úroveň mechanické ochrany vyjadřuje pojem zpoždovací faktor Δt vyjadřující čas potřebný k prolomení systému pomocí dostupných metod a nástrojů. Z toho vyplývá nutnost kombinace prvků klasické ochrany s ostatními druhy ochran. [1]



Obr. 1. Příklad klasické ochrany - uměle vytvořený příkop. [2]

1.1. Rozčlenění pojmů režimová opatření, fyzická a technická ochrana

Ochrana majetku je tedy realizována pomocí:

- Režimových opatření
- Fyzické ochrany
- Technické ochrany

1.1.1 Režimová opatření

Režimová opatření jsou definována jako: „*Soubor organizačně administrativních opatření a postupů směřujících k zajištění požadovaných podmínek pro funkci zabezpečovacího systému a jeho sladění s provozem chráněného objektu*“.[3] Nejjednodušší vnitřní režimová opatření jsou cedule v objektu zakazující nebo příkazující určitou činnost. Například protipožární opatření v objektu jako je „Zákaz kouření“ nebo „Zákaz zacházení s otevřeným ohněm“. Cílem režimových opatření je vymezit pravidla, pokyny a oprávnění pro osoby pohybující se v chráněném objektu. Jde o směrnice pro pohyb osob po objektu a jejich vstup a odchod z objektu.

Režimová opatření se dělí na:

- **Vnitřní režimová opatření** se zaměřují pravidla, pokyny a nařízení pro vnitřní prostory v objektu.
- **Vnější režimová opatření** se zabývají podmínkami vstupů a výstupů u chráněného objektu, tedy místy kudy do prostoru vstupují a vystupují osoby a vozidla. Mnohdy tyto místa jsou osobní a nákladové brány, vrátnice, různé šachty a kanály, na které se nebere patřičný důraz. Tato opatření definují kde, kdy, s čím a jak je dovoleno těmito místy vstupovat a opouštět objekt. Stanovují se i kontrolní opatření prováděné fyzickou ochranou.[4]

1.1.2 Fyzická ochrana

Fyzická ochrana je důležitým prvkem celkové ochrany objektu. Je prováděna činnostmi hlídačů, vrátných, strážných, hlídacích služeb nebo příslušníků Policie ČR. Bezpečnostní situace jsou velmi rozmanité a všestranné rozhodovací schopnosti člověka jsou nenahraditelné. Proto i v dnešní době plní fyzická ochrana velmi významnou roli. Detektor je ve srovnání s člověkem určen pouze na zjištění určitého fyzikálního projevu, souvisejícím s narušením objektu. Naopak činnost speciálně připravené osoby představuje

všestranný ochranný prostředek, který dokáže reagovat na rozmanité projevy narušení objektu a včasné vyhodnocení hrozeb a zmírnit jejich dopady. Přednostně jde o odhalení a následné zadržení pachatele, zabránění zcizení chráněných aktiv a provedení protipožárních a havarijních opatření. Hlavními nevýhodami fyzické ochrany jsou negativní faktory plynoucí z fyziologického hlediska člověka, jako je: únava, strach, stres z krizových situací. Najmutí fyzické ochrany představuje nejnákladnější odvětví ochrany objektu z důvodu permanentního vynakládání finančních prostředků firmě zajišťující komerční bezpečnost.

1.1.3 Technická ochrana

Technická ochrana je důležitou součástí ochrany objektu a jejím cílem je zkvalitnit realizaci režimových opatření a činnost fyzické ochrany. V současnosti se ceny prvků technické ochrany rapidně snižují a zdokonalují a naopak cena za činnost fyzické ochrany je stále vyšší. Do technických prostředků se řadí mechanické zábranné systémy a poplachové zabezpečovací systémy. Mechanické zábranné systémy slouží k odstrašení a znesnadnění pohybu narušitele po střeženém prostoru. Činnost prvků poplachových zabezpečovacích systémů je založena na indikaci fyzikálních změn vyvolaných pachatelem a následnému předání informace o napadení dalším složkám. Do poplachových zabezpečovacích systémů se řadí elektronická požární signalizace (EPS), poplachové zabezpečovací systémy (PZS) a kamerové systémy (CCTV) a systém kontroly vstupů (ACS). V další části se budou dále zabývat pouze poplachovými zabezpečovacími systémy [4].

1.2 Poplachové zabezpečovací systémy

Poplachový zabezpečovací systém je soubor prostředků sloužících k detekování a indikaci přítomnosti, vniknutí nebo pokusu o vniknutí narušitele do chráněného objektu. Jeho funkce je založena na trvalém monitorování specifických fyzikálních projevů, jimiž jsou změna kmitočtu odražených vln, přerušení vodivého média nebo akustický projev při tříštění skla. Cílem poplachových zabezpečovacích systémů je detekování narušitele ve střežené oblasti a vyslání zprávy o narušení. Poplachový zabezpečovací systém jako celek je složen z optických a akustických výstražných prvků, ústředny, detektorů narušení (tzv. senzorická část) a spojovacích prvků sloužících k připojení detektorů s ústřednou. Ústředna

tvoří centrální bod systému a komunikuje pomocí poplachového přenosového systému s dohledovým poplachovým přijímacím centrem.[1]



Obr. 2. Poplachový zabezpečovací systém OASIS od firmy Jablotron a.s..[5]

1.2.1 Detektor narušení

Jak už název napovídá úkolem detektoru narušení je detekovat vniknutí narušitele do střeženého prostoru a tvoří senzorickou část poplachových zabezpečovacích systémů. Detektor narušení je definován jako: „zařízení konstruované ke generování signálu nebo zprávy o vniknutí, jako reakci na nenormální stav detekující přítomnost nebezpečí“[6]. Detektor je zařízení reagující na změny fyzikálních jevů souvisejících s narušením střeženého prostoru, zjištěná fyzikální změna je převedena na elektrický signál pomocí A/D převodníku. Následně se digitální signál přenesse do řídicí a vyhodnocovací jednotky, kde se vyhodnotí poplach. Některé principy vyhodnocení poplachu používají srovnání signálu se vzorkem signálu uloženého v paměti. A na základě jejich shody se odešle prostřednictvím komunikační jednotky zpráva do ústředny. Jako přenosové médium slouží klasické metalické vedení pracující na principu přenosu elektrického proudu nebo rádiové systémy pracující na principu přenosu elektromagnetického vlnění v prostoru. Funkce detektoru narušení je tedy pouze informativní bez bližší specifikace narušení. Ke zjištění bližších informací slouží kamerové systémy. Tedy současně se zprávou o narušení se zašlou i fotografie nebo pro důkladnější rozbor i části videozáznamu. V dalším kroku ústředna odešle zprávu na poplachové přijímací centrum, kde se zpráva vyhodnotí a případně je vyslána zásahová jednotka. V kombinaci detektoru s kamerou slouží kamerový systém i k eliminaci planých poplachů.[1]



Obr. 3. Detektor narušení: PIR JA-83 od Jablotronu.[7]

Detektory narušení dělíme:

1. Dle fyzikálního principu

- Elektromechanické
- Elektromagnetické
- Elektroakustické

2. Dle střežené zóny

- Perimetrická
- Plášťová
- Prostorová
- Předmětová

3. Dle způsobu napájení

- Napájené

Detektory, které potřebují ke své funkci napájení. Napájení detektoru může být realizováno vlastním zdrojem elektrické energie (baterie) nebo připojením po metalickém vedení k ústředně.

- Nenapájené

Detektory, které nepotřebují ke své funkci napájení.

4. Napájené detektory dělíme na:

- Aktivní

Aktivní detektory zjišťují změny fyzikálních veličin pomocí vyzářeného signálu. Předností aktivních detektorů je jednoznačná identifikace

fyzikálního projevu narušení. Negativní vlastností je snadná identifikace vyzařovaného pole a současně vyšší energetické nároky.

- Pasivní

Pasivní detektory pouze snímají fyzikální veličiny. Předností pasivních detektorů je nízká spotřeba elektrické energie a obtížná identifikace narušitelem. Negativní vlastností je značná náchylnost k planým poplachům.

5. Nenapájené detektory dělíme podle schopnosti obnovy na:

- Destrukční

Detektory tohoto typu jsou schopny pouze jednorázového vyhodnocení, po detekci poplachu dojde k jejich trvalé destrukci.

- Nedestrukční

Detektory tohoto typu jsou schopny opakovaného vyhlášení poplachu bez trvalých změn.

6. Dle charakteru střežené oblasti na:

- Prostorové
- Směrové
- Bariérové
- Polohové

7. Dle tvaru detekční charakteristiky na/s:

- Standardním rozsahem
- širokouhlým rozsahem
- kruhovým rozsahem
- svislou bariérou
- vodorovnou bariérou
- dlouhým dosahem [1]

1.2.2 Princip vícestupňové ochrany a její detektory.

Princip vícestupňové ochrany objektu je systém rozčlenění chráněného objektu na části (hranice), které musí narušitel při pokusu o zmocnění aktiv překonat. Kombinace jednotlivých druhů tvoří vícestupňovou ochranu. Perimetr objektu zabezpečený pomocí plotu s tenzometrickými senzory, okna a dveře budovy zajištěné pomocí bezkontaktních detektorů rozbití skla a prostor chráněný PIR detektorem, zde se jedná na trojstupňovou

ochranu. Cílem jednotlivých druhů ochran je detekování nebo zpoždění pachatele při překonávání jednotlivých částí ochran. Je zde nutno uvést, že projekt zabezpečení chráněného objektu by měl být navržen efektivně, tedy aby cena chráněného majetku byla výrazně vyšší než samostatná ochrana. V opačném případě by se efekt minul účinkem. Obecně lze říct, že prostředky na ochranu majetku by měli dosahovat maximálně 10% z celkové ceny zabezpečovaných aktiv. Systém vícestupňové ochrany tvoří:

- Perimetrická ochrana

Tvoří první stupeň ochrany, který narušitel musí překonat. Někdy je nazývána jako obvodová ochrana. Realizují ji prvky umístěné na perimetru pozemku, tedy prostor mezi chráněným objektem a obvodem pozemku. Detektory perimetrické ochrany mají většinou užší detekční charakteristiku a delší dosah. Signalizují vstoupení narušitele na chráněný pozemek. Jsou odolné vůči vnějším povětrnostním vlivům. Detektory perimetrické ochrany tvoří plotové tenzometrické detektory, mikrofonní kabely, diferenciální tlakové detektory, šterbinové kabely, infračervené závory a bariéry, mikrovlnné a kapacitní detektory aj.

- Plášťová ochrana

Tvoří druhý stupeň ochrany, který musí narušitel po perimetrické ochraně překonat. Realizují ji prvky umístěné na plášti budovy a signalizují překonání pláště budovy, tedy rozbití oken, otevření dveří, proražení stěn. Detektory plášťové ochrany se většinou instalují zevnitř objektu, tedy nemusí splňovat požadavky pro vnější prostředí jako prvky perimetrické ochrany. Jejich detekční charakteristika je plochá a širší a jejich dosah je kratší. Detektory plášťové ochrany tvoří mikropsínače, magnetické kontakty, rozpěrné tyče, poplachové fólie, detektory na ochranu skleněných ploch aj.

- Prostorová ochrana

Tvoří třetí stupeň ochrany, zajišťuje detekci pohybu uvnitř střeženého prostoru. Detektory jsou instalovány v místnostech, chodbách, schodištích a podkrovích objektu. Jejich detekční charakteristika je širší s kuželovitým tvarem a s kratším dosahem. Do skupiny detektorů prostorové ochrany patří pasivní infračervené, mikrovlnné, ultrazvukové a VKV detektory.

- Předmětová ochrana

Tvoří koncový tedy čtvrtý stupeň ochrany zajišťující detekci a zamezení odcizení nebo neoprávněnou manipulaci s chráněnými aktivy. Chráněnými aktivy se rozumí

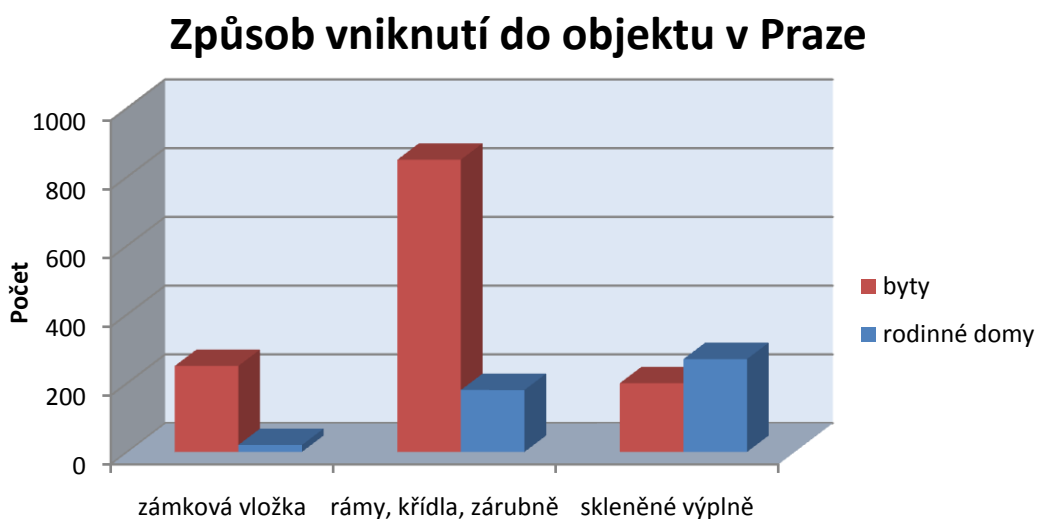
různé cennosti, které mají pro majitele finanční nebo duchovní cenu. Detekční charakteristika je plochá a širokoúhlá a má velmi krátký dosah. Detektory předmětové ochrany tvoří mikrosplínače, kapacitní detektory, tahové kontakty, tlaková akustické, bariérové, závěsové, polohové, váhové, optické detektory.



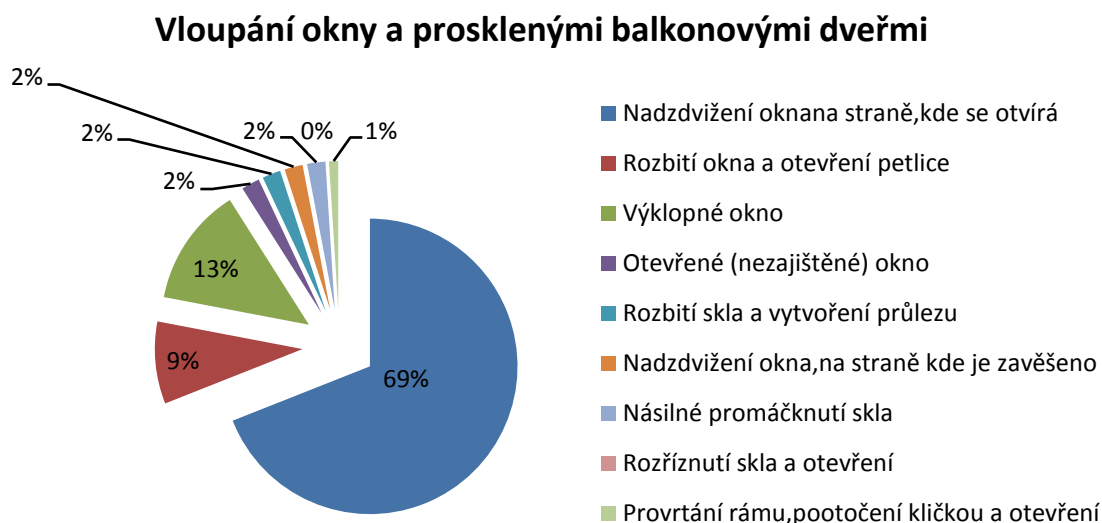
Obr. 4. Princip vícestupňové ochrany.

1.3 Detektory rozbití skla

Detektory rozbití skla slouží k detekci narušení skleněných ploch. Jak je patrné z níže uvedených grafů drtivá většina vniknutí do objektů (jak rodinných domů, tak bytů) je právě přes okna a prosklené balkonové dveře a to buď přes rámy, křídla a zárubně nebo přes skleněné výplně. Jejich nejčastější překonání je sice nadzdvížením na straně, kde se otvírají, ale poměrně vysoké procento je rozbitím skleněné výplně. Z tohoto důvodu je tenhle typ detektoru velmi důležitý. Patří do plášťové ochrany a řadí se současně mezi detektory destrukčních projevů a ochrany skleněných ploch.



Graf 1. Způsoby vniknutí do objektů.[8]



Graf 2. Způsoby vniknutí přes okenní prostupy. [8]

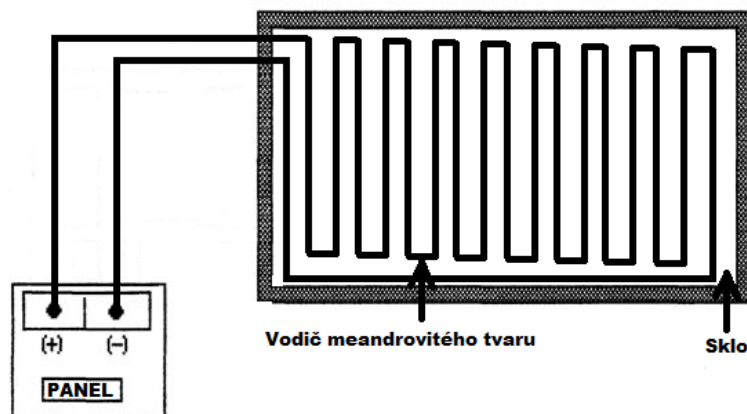
Detektory rozbití skla jsou vyrobeny a nastaveny tak, aby reagovaly na první trvalou změnu na střežené ploše, jako je vyřezávání diamantovým nářadím otvor ve skle a současně, aby byl systém imunní proti planým poplachům, jako jsou zvuky dopravních prostředků, rozbíjení skleněných lahví, klepání na sklo a různé druhy vibrací. Některé detektory rozbití skla jsou vybaveny speciální funkcí detekce škrábání skla, které se indikuje jako rozsvícení diody na detektoru a vyslání zprávy na dohledové poplachové přijímací centrum.

1.3.1 Kontaktní detektory destrukce skleněných ploch

Jak je z názvu patrné kontaktní detektory rozbití skla jsou přímo nainstalovány (jsou v kontaktu) na chráněnou plochu. Jejich princip je založen na vyhodnocování mechanických změn vyvolaných destrukcí skla. Mezi ně patří mechanické vlnění v tělese a přerušení vodivého média. Pracují v pasivním režimu a řadíme mezi ně:

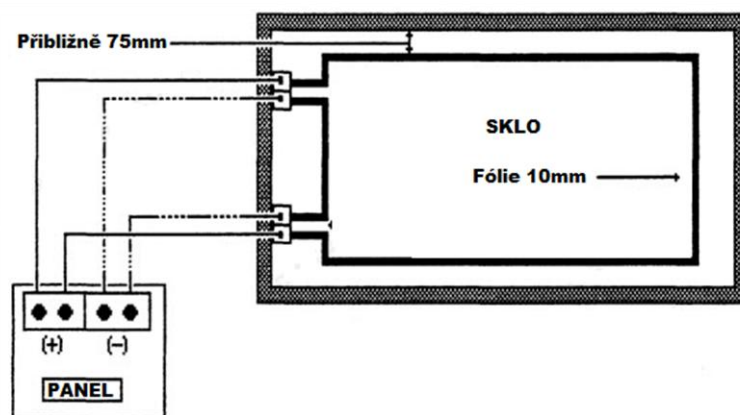
- **Poplachové fólie, tapety a skla** patří do pasivních kontaktních detektorů, jejich princip je založen na přerušení vodivého média, což představuje vodivý drátek nebo speciálně napařená vodivá cesta meandrovitého tvaru umístěná na chráněné ploše. Poplachová skla obsahují vodivý drát zalitý ve skle a jsou realizovány přímo ve výrobním procesu. Poplachové fólie a tapety jsou realizovány pomocí polepů na

sklo, které musí být instalovány z vnitřní strany objektu z důvodu nedostupnosti narušitelem. Výhodou polepů na rozdíl od poplachových skel je snadná montáž.



Obr. 5. Zapojení poplachové fólie.

- Fóliové polepy** jsou realizovány jako tenká hliníková vodivá fólie, která je umístěna po obvodu chráněné skleněné plochy ve vzdálenosti 50 až 100 mm od rámu. Fólie je vyráběná v rozměrech na šířku 8 až 12 mm a s tloušťkou 80 μm . Jejich činnost je založena stejně jako u poplachových fólií tapet a skel na přerušení vodivého média a tím přerušení obvodu. Instalace fólie do poplachové smyčky se provádí v horní části okna z důvodu nižší koncentrace kondenzovaných par způsobující snížení spolehlivosti. Fóliové polepy nejsou odolné proti vyřezání otvoru mimo nalepenou plochu. Lze je tedy relativně lehce překonat. [1]



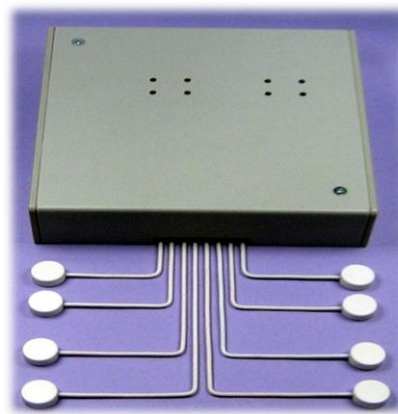
Obr. 6. Zapojení fóliových polepů.

- **Pasivní kontaktní detektory rozbití skla** řadíme do elektromechanických detektorů, jejichž hlavní část je tvořena piezoelektrickým senzorem naladěným na rezonanční kmitočet v rozmezí 40 kHz až 120 kHz. Piezosenzor nalepený na sklo při mechanickém namáhání chráněné plochy generuje střídavé napětí, které je při určité úrovni vyhodnocováno jako poplach. Generuje tedy střídavé napětí souhlasné s kmitáním skleněné plochy. Následně elektronika vyhodnocuje jeden nebo několik kmitočtů odpovídající tříštění skla, škrábání nebo řezání skla. Pro různé druhy skla se vyrábí odlišné typy pasivních kontaktních detektorů a současně je jejich dosah závislý na šířce a typu skla a pohybuje se v rozmezí 1,5 až 3 m. Pasivní kontaktní detektory rozbití skla je možno použít pro ochranu oken, dveří, okenních rámu, zdí aj.. Detektor se umísťuje na rozdíl od fóliových polepů v dolní části chráněné oblasti ve vzdálenosti 50 mm od hrany rámu. Nevýhodou je nutnost instalace pohyblivého kabelového vývodu, který by měl být orientován ve směru dolů nebo do strany a také nutnost použití detektorů na jednotlivá skla samostatně. Naopak výhodou pasivních kontaktních detektorů rozbití skla je poměrně vysoká odolnost proti rušivým zvukům a je tedy vhodný pro trvalé monitorování střeženého objektu.[1]



Obr. 7. Kontaktní detektor rozbití skla GBS 1.[9]

- **Aktivní kontaktní detektory rozbití skla** se skládají z vyhodnocovací jednotky a dvou stejných senzorů (vysílač a přijímač) přilepených na tabuli skla. Princip je založený na vysílání vibrací vysílačem a následné přijímání signálu přijímačem na jiném místě skla. Rozbití skla zapříčiní změnu signálu, čímž je vyvolán poplach. Monitorují se hodnoty frekvence, časový interval a odraz signálu. Tento typ detektoru se vyznačuje velmi vysokou odolností proti planým poplachům, ale je oproti jiným detektorům rozbití skla výrazně dražší. Po montáži nejsou nutné žádné seřizovací práce. Vyniká vysokou možností použití pro téměř všechny druhy skel. Detektory jsou imunní na plané poplachy způsobené při velkých změnách způsobených teplem, chladem a stárnutí vůči automatickému nastavení senzorů.



Obr. 8. MAGS - 2 aktivní kontaktní detektor rozbití skla.[10]

1.3.2 Bezkontaktní detektory rozbití skleněných ploch

Bezkontaktní detektory rozbití skla nevyužívají ke své funkci fyzického kontaktu se střeženým objektem. Hlídaná plocha je střežena na dálku prostřednictvím aktivních nebo pasivních bezkontaktních detektorů rozbití skla (dále jen akustické detektory rozbití skla). Někteří tuzemští výrobci označují akustické detektory z anglického překladu glassbreaks.

- Aktivní představují detektory využívající ke své činnosti vysílání signálu. Pracují v oblasti infračerveného záření nebo ultrazvuku.
- Pasivní detektory (glassbreaks) pracují na principu snímání akustických vln v prostoru způsobených lámáním, tříštěním, řezáním a padáním skla.

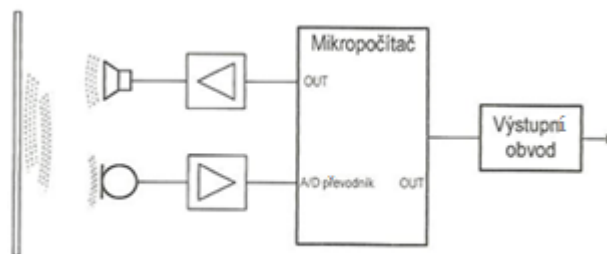
1.4 Shrnutí

Možnost zajištění bezpečnosti využívá v dnešní době stále více firem, ale i běžných osob z důvodu zvýšení její dostupnosti. Bezpečnost je možné zajistit pomocí režimových opatření, fyzické ochrany nebo technických prostředků. Pro zajištění optimální bezpečnosti je nejvhodnější kombinace všech druhů, což se ale zásadně odrazí na ceně. Proto si majitelé rodinných domů nechají většinou instalovat pouze technické prostředky. Poplachový zabezpečovací systém má základní část detektor narušení tvořící senzorickou část detektoru. Detektor narušení má za úkol pouze snímání fyzikálních změn okolí. Z důvodu velkého počtu vloupání přes prosklené výplně tvoří v současnosti detektory rozbití skla velmi důležitý prvek plášt'ové ochrany. Podle principu snímání se dělí na kontaktní a bezkontaktní. V další části práce je rozebrán fyzikální princip aktivních i pasivních bezkontaktních detektorů rozbití skla.

2 FYZIKÁLNÍ PRINCIP BEZKONTAKTNÍCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA.

2.1 Fyzikální princip aktivních bezkontaktních detektorů rozbití skla

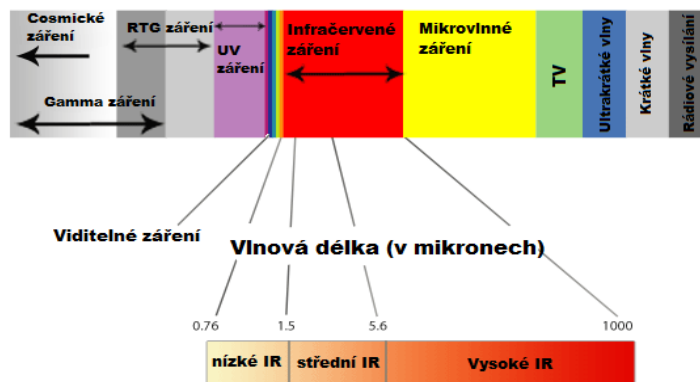
Aktivní bezkontaktní detektory rozbití skla se vyznačují nutností vysílání signálu potřebného ke zjištění stavu skleněné plochy. Skládají se z vysílací a přijímací části. Vyhodnocují se vibrace, otřesy způsobené rozbíjením chráněného skla pomocí změny mezi vyslaným a přijatým signálem. Používají se pro objekty s nejvyšším stupněm rizika. Detektory se dělí podle oblasti, ve které pracují na infračervené a ultrazvukové.



Obr. 9. Princip činnosti aktivních bezkontaktních detektorů rozbití skla.[1]

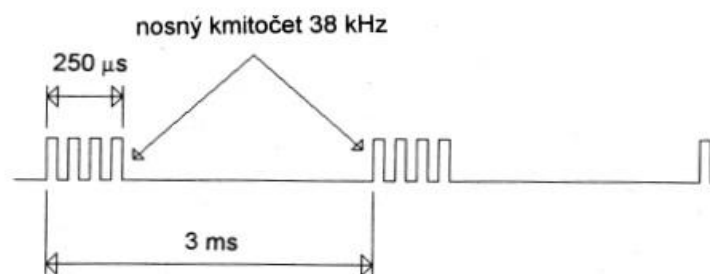
2.1.1 Aktivní infračervené bezkontaktní detektory rozbití skla

Infračervené detektory rozbití skla používají ke své funkci vysílání a přijímání infračerveného paprsku, pomocí něhož se zjišťuje celistvost skleněné plochy. Infračervené záření představuje elektromagnetické záření s vlnovou délkou větší než viditelné světlo a současně menší než mikrovlnné záření. Vlnová délka infračerveného záření je mezi 760 nm a 1mm.



Obr. 10. Elektromagnetické spektrum.

Princip činnosti spočívá ve vysílání a následném přijetí odraženého impulzního infračerveného paprsku a je tedy založen na podobném principu jako infračervená závora. Infračervený paprsek je většinou modulován, čímž je zajištěna vyšší bezpečnost a nemožnost nahradit vysílací zařízení jiným zařízením, které by imitovalo originální vysílací LED diodu. Modulace umožní zatížit vysílací prvek větším špičkovým proudem a tím zvýšit dosah bez přídavné optiky. Logika detektoru vyhlásí poplach, pokud se vyslaný signál nevrátí, v potaz se bere i útlum signálu představující rozdíl intenzity záření mezi vyslaným a přijatým signálem. Útlum signálu může být způsoben zaprášením detektoru nebo změnou odrazu chráněné plochy. Detektor i odrazná část musí být nastaveny tak, aby vyslaný paprsek byl přesně odražen na snímací část detektoru.



Obr. 11. Příklad modulace infračerveného paprsku.[11]

2.1.2 Aktivní ultrazvukové bezkontaktní detektory rozbití skla

Ultrazvukové detektory rozbití skla stejně jako infračervené detektory rozbití skla slouží k zajištění budov s vysokou úrovní rizik. Ultrazvuk je akustické vlnění s frekvencí ležící nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha, což je okolo 20 kHz. Fyzikální podstata ultrazvuku je stejná jako zvuk, ale je pro lidské ucho neslyšitelný. Ultrazvukové detektory jsou založeny na principu digitálního porovnání frekvence přijatého signálu s vyslaným tedy Dopplerova jevu. V případě narušení skleněné plochy se projeví jako změna frekvence přijaté ultrazvukové vlny odražené od chráněné skleněné plochy. Mikro počítač vyhodnotí poplach, pokud změna frekvence mezi vyslanou a přijatou vlnou se shoduje se vzorky frekvence uložené ve vnitřní paměti mikro počítače odpovídající tříštění či rozbití skla. Ultrazvukové detektory jsou náchylné na plané poplavy způsobené proudícím vzduchem od zdrojů tepelného záření a výskytem pohyblivých předmětů před detektorem. Nejvhodnější umístění detektoru z hlediska umístění je instalace na protější stěnu od chráněné plochy se zajištěním volného zorného pole detektoru. Tyto druhy detektorů

disponují poměrně vysokým dosahem činícím 20 až 25 m. Z důvodu aktivního fyzikálního principu není vhodné použití několika ultrazvukových detektorů v jedné místnosti z důvodů vzájemné interference mezi vysílanými signály. Řešením problému interference lze zajistit vzájemnou synchronizaci jednotlivých detektorů.[1]

2.2 Fyzikální princip pasivních bezkontaktních detektorů rozbití skla

Fyzikální princip pasivních bezkontaktních detektorů rozbití skla spočívá ve vyhodnocování akustického vlnění v prostředí způsobené rozbíjením, tříštěním nebo řezáním skla. Při rozbíjení, tříštěním skla dochází k charakteristickému vlnění ve hmotě tělesa, které se současně vyzařuje do prostoru jako akustické zvukové vlnění. Pasivní bezkontaktní detektory rozbití skla patří do detektorů pasivních, které všeobecně žádné signály do prostředí nevysílají, pouze detekují dané fyzikální jevy způsobené rozbíjením skla. Pasivní bezkontaktní detektory rozbití skla dále jen akustické detektory rozbití skla.

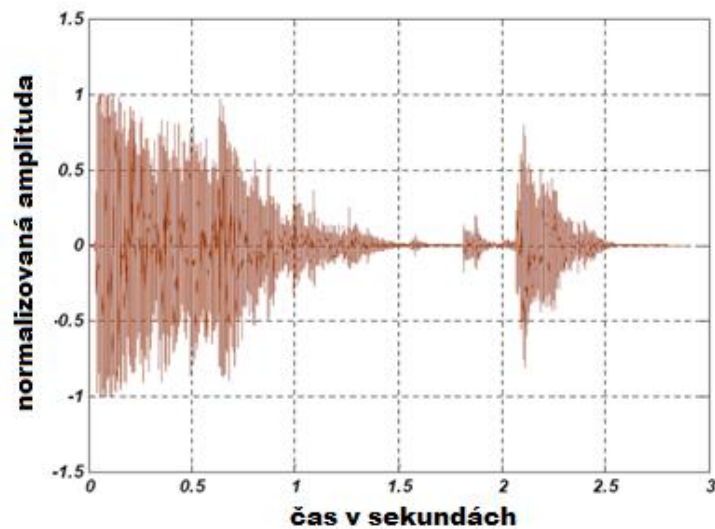
Snímání akustického vlnění se provádí pomocí mikrofону sloužícího jako převodník z akustického vlnění na elektrický signál. Následně se signál přenese ke zpracování do logiky detektoru a to buď analogově nebo digitálně. Podobně jako u ultrazvukového detektoru rozbití skla se vyhodnocuje poplach na základě shody při porovnání sejmutého signálu se vzorky signálu v paměti detektoru. Jednotlivé zvukové vzorky uložené v paměti odpovídají tloušťce a materiálu, ze kterého je sklo vyrobeno. Akustické detektory rozbití skla mohou pracovat jako jednopásmové nebo vícepásmové systémy.

2.2.1 Princip šíření akustických vln v prostředí

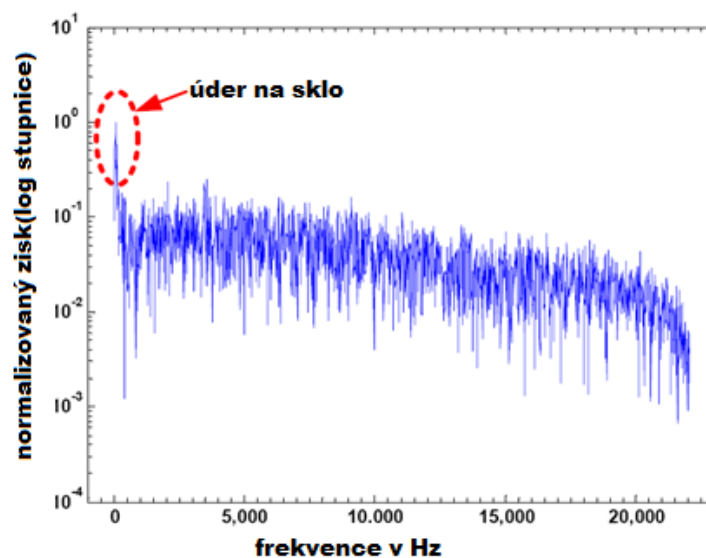
Zdrojem akustických vln je těleso kmitající kolem své rovnovážné osy, v našem případě je to vibrace skleněné plochy. Kmitavou energii přenáší na okolní částice prostředí, které se rozkmitají a energie se začne šířit prostorem. Akustické vlnění představuje vlnění podélné, částice prostředí kmitají ve směru vlnění. Tedy nastávají dva stavy. V jednom stavu jsou v určitém místě částice zhuštěné a v jiném zase zředěné. Úder na sklo způsobí prohnutí skla, to zapříčiní zhuštění částic (nárůst tlaku) ve směru úderu a zředění částic (pokles tlaku) na opačné straně skla. Při kmitání skla se tyto stavy budou měnit až do ustálení kmitání. Naopak pokud dojde k trvalé změně, tedy destrukci skla, kmitání nenastane a projeví se jen první změna tlaku. Zvuk tedy představuje podélné mechanické vlnění o frekvencích 16 Hz až 20 kHz. U frekvencí zvuku pod 16 Hz mluvíme o infrazvuku a nad 20 kHz o ultrazvuku.

2.2.2 Analýza signálu při destrukci skla

Rozbití, tříštění a řezání skla má svůj charakteristický akustický projev, který je snímán elektretovým mikrofonom a je dále zpracováván. Analýza signálu slouží ke zjištění podrobných informací potřebných k návrhu, instalaci a nastavení detektoru. K prozkoumání analýzy signálu slouží časový průběh akustického signálu a frekvenční spektrum akustického signálu.



Obr. 12. Časový průběh akustického signálu při destrukci skla.[12]



Obr. 13. Frekvenční spektrum akustického signálu při destrukci skla.[12]

Destrukce skla se skládá ze dvou hlavních fází následujících těsně po sobě:

- **V první nízkofrekvenční fázi** se vyhodnocuje úder nebo hod předmětem na sklo, kdy dochází ke vzniku povrchové akustické vlny, jejíž vlnová délka souvisí s plochou, šířkou a materiálu skla. A současně i průhybu skleněné plochy. Typickým projevem je akustické vlnění s vysokou akustickou energií a nízkou frekvencí (infrazvuk) v řádu jednotek Hz. V časovém průběhu se vyznačuje velmi vysokou amplitudou a krátkým časem, která lze v průběhu signálu lehce rozeznat.[1]
- **V druhé vysokofrekvenční fázi** se vyhodnocuje vlastní praskání a následné tříštění skla při dopadu na zem. Tato fáze nemá tak vysokou amplitudu jako fáze první, ale naopak má daleko vyšší frekvenci v řádu desítek kHz a současně délka trvání je několikrát delší.[1]

2.2.2.1 Jednopásmová detekce

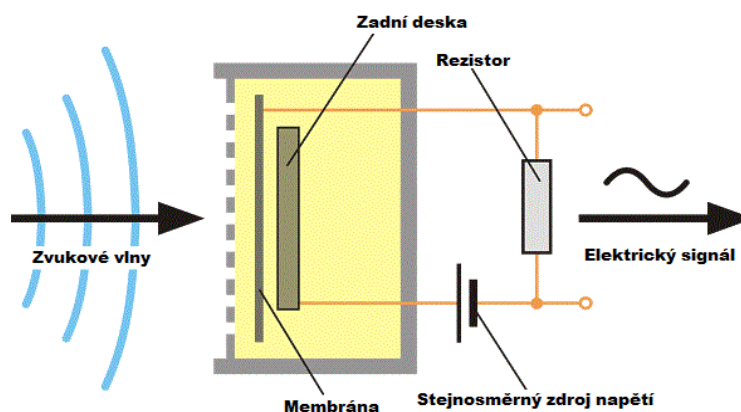
Jednopásmová detekce je způsob vyhodnocení signálu. Vyhodnocuje se pouze jedna část frekvenčního spektra akustického signálu pomocí pásmové propusti a porovnává se s vzorkem uloženým v paměti. Vyhodnocení pouze jednoho pásma vede k mnoha nevýhodám, jako jsou vyšší náchylnost k planým poplachům, nízká citlivost. Z toho plyne značný problém při rozeznávání skutečného poplachu od případu spadnutí sklenice nebo jiného efektu, který by neměl v žádném případě vést k vyhlášení poplachu. Detektory na principu jednopásmové detekce se dnes z důvodu velké četnosti planých poplachů už moc nepoužívají.

2.2.2.2 Vícepásmová detekce

Vícepásmová detekce spočívá ve vyfiltrování pomocí pásmové propusti více frekvencí, které jsou následně porovnávány se vzorky uloženými v paměti. Dvoupásmová detekce na rozdíl od jednopásmové porovnává jak první nízkofrekvenční fázi, tak následnou vysokofrekvenční fázi. Obecně platí, že vícepásmová detekce je odolnější proti planým poplachům a platí, čím více filtrovaných pásem, tím přesnější detekce.

2.2.3 Funkce elektretového mikrofону

Akustické vlny šířící se prostředím jsou snímány pomocí mikrofónu tvořící rozhraní mezi akustickým vlněním a elektrickým signálem. Pro tyto účely se nejvíce používají elektretové mikrofóny patřící do kondenzátorových mikrofónů. Jejich funkce je založena na elektrem vytvářeném elektrickém poli. Elektret je tedy nevodivá permanentně elektricky nabitá hmota, ze které je vyrobena membrána. Při pohybu membrány se mění kapacita kondenzátoru a současně se mění napětí mezi deskami. Změny napětí bývají zpracovávány předzesilovačem s velkou vstupní impedancí. Pro tyto účely se zpravidla používají tranzistory FET (Field Effect Transistor), které musí být napájeny napětím několika voltů. Velká výhoda elektretových mikrofónů spočívá v jednoduchosti konstrukce umožňující minimalizovat rozměry. Citlivost na 1 kHz nebo napětí je 1 – 10 mV/Pa. Mikrofóny mají od výrobce danou směrovou charakteristiku danou citlivostí mikrofónu a tvarem zvukovodu.[13]



Obr. 14. Popis elektretového mikrofónu.

2.2.4 Zpracování signálu

Zpracování signálu je způsob převedení signálu zaznamenaného elektretovým mikrofónem na signál vyhodnocující poplach. Systém tedy analyzuje frekvenční spektrum a v případě splnění podmínek odpovídajících projevům rozbití skla vyhodnotí a vyhlásí poplachový signál. Zpracování signálu se může provádět analogovým nebo digitálním způsobem.

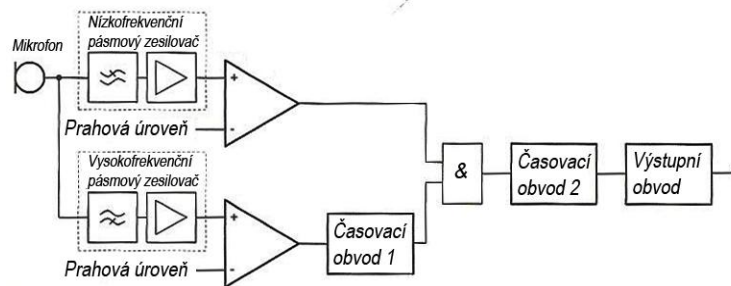
2.2.4.1 Analogové zpracování signálu

Analogový signál je dán spojitou funkcí spojitého času. V jakémkoli čase nabývá určité hodnoty viz. Obr. 15. Média, ve kterých jsou analogové signály přenášeny, určují typ signálu. V případě akustických detektorů rozbití skla akustický a elektrický.[14]



Obr. 15. Analogový spojitý signál.[15]

Analogové zpracování signálu je nejstarším používaným systémem. U tohoto typu zpracování signálu se samostatně zpracovávají jednotlivé části frekvenčního spektra (zvláště nízkofrekvenční a zvláště vysokofrekvenční). Akustický signál převedený pomocí mikrofónu na elektrický signál je následně pomocí nízkofrekvenčního a vysokofrekvenčního pásmového zesilovače odfiltrován a jsou zesíleny jednotlivé složky signálu, které potřebujeme pro následné vyhodnocení. Signály z pásmových zesilovačů se porovnávají pomocí komparátorů. Platí, že pokud má nízkofrekvenční signál po zesílení a porovnání v komparátoru nízkofrekvenční složky dostatečnou amplitudu, dojde k přenosu signálu na výstup komparátoru projevující se jako napěťový impulz. Následně je signál podržen na 100-200 ms časovacím obvodem 1 odpovídajícím rozmezí času mezi úderem na sklo a tříštění skla o zem. V případě, že se objeví na vstupu detektoru i signál z komparátoru vysokofrekvenční složky je prostřednictvím časovacího obvodu 2 prodloužen impulz sloužící k zajištění dostatečně dlouhé signalizace poplachu výstupního obvodu.[1]



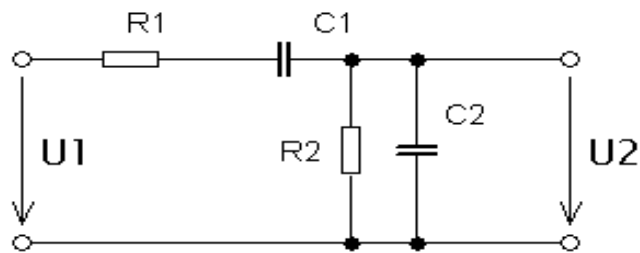
Obr. 16. Blokové schéma obvodu analogového zpracování signálu.[1]

Princip filtrace signálu

K vyfiltrování potřebných frekvencí k vyhodnocení stavu rozbití chráněné skleněné tabule slouží obvody zajišťující pásmovou propust. Její činnost spočívá v propuštění a zadržování určitých frekvencí a jsou obecně nazývány jako filtry. Z hlediska frekvenčního pásma, které chceme filtrovat, se dělí filtry na dolní propust (horní zádrž) a horní propust (dolní zádrž). Třetím typem je pásmová propust propouštějící pouze frekvence v definovaném rozsahu. Pásmová propust je definována šířkou pásma. Šířka pásma propustnosti je definována jako pokles útlumové (frekvenční) charakteristiky o 3 dB (tedy 0.707 z maximální hodnoty). Všechny varianty se skládají z 3 typů elektronických součástek, jimiž jsou rezistor, kondenzátor a cívka. Kombinací jednotlivých součástek vznikne obvod se dvěma páry svorek nazývaný se dvojbran. Cívka a kondenzátor jsou na rozdíl od rezistoru frekvenčně závislými součástkami. Tedy změna frekvence se projeví na vlastnostech daného obvodu.

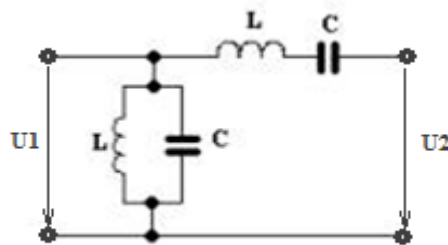
Základní vlastností cívky je klást střídavému proudu odpor X_L , zvyšující-se při narůstáním kmitočtu. Kondenzátor má přesně opačnou funkci, tedy čím je vyšší kmitočet, tím lépe propouští střídavý proud. Pro speciální filtraci se používají laděné filtry, což jsou obvody s přesně vyrobenými hodnotami součástek.

Pásmová propust je charakterizována rozmezím (pásmem) frekvencí, které má propouštět. Typickým zapojením pásmové propusti je Wiennův článek složený ze sérioparalelní kombinace rezistorů a kondenzátorů.



Obr. 17. Schéma zapojení - Wiennův článek.

Pásmovou propust můžeme sestavit i z laděných obvodů. Docílíme toho zapojením do série s vedením sériový obvod a paralelně k vedení paralelní obvod. Na výstupu se objeví námi definované kmitočty a nižší a vyšší frekvence jsou zkratovány.



Obr. 18. Základní schéma zapojení pásmové propusti.

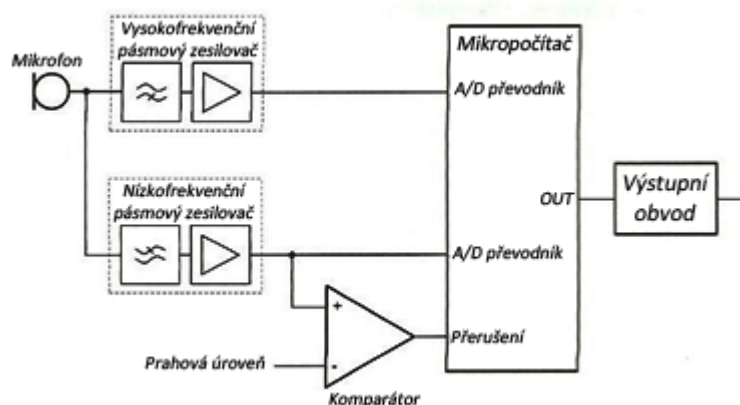
- **Komparátor** z anglického slova “compare” porovnává napětí přivedená na vstupy označené + a -. Za předpokladu vyššího napětí na vstupu + se na výstupu objeví kladné saturační napětí operačního zesilovače. V opačném případě se na výstupu objeví záporné saturační napětí operačního zesilovače. Saturační napětí je běžně o několik voltů nižší než napájecí napětí, výjimkou jsou rail-to-rail operační zesilovače u nichž saturační napětí sahá téměř k hodnotě napájecího napětí.
- **Pásmový zesilovač**
Pásmový zesilovač je zařízení sloužící k zesílení definovaného kmitočtového pásma a současném odfiltrování ostatních frekvencí. U akustických detektorů rozbití skla potřebujeme filtrovat nízkofrekvenční a vysokofrekvenční složku k čemu nám slouží nízkofrekvenční a vysokofrekvenční pásmový zesilovač.

Detektory používající analogové zpracování se vyznačují statickou charakteristikou. Pásmové zesilovače mají nepřeměnnou frekvenční útlumovou charakteristiku, což může způsobit, že na vstupu komparátoru se objeví zvukové signály podobající se rozbíjení skla (tříštění skla v kontejneru na sklo, skřípavé zvuky jedoucích tramvají). Velmi velká pravděpodobnost planého poplachu nastane, pokud se současně přidají vibrace způsobené těžkými vozidly. Další nevýhodou plynoucí ze statické charakteristiky je nespolehlivá detekce řezání skla nebo rozbíjení skleněné tabule opatřené ochrannou fólií.[1]

2.2.4.2 Digitální zpracování signálu

Digitální signál tvoří na rozdíl od analogového signálu posloupnost hodnot, nabývá hodnot pouze v definovaných časových okamžicích.

Stejně jako u analogového zpracování se vyhodnocují nízkofrekvenční a vysokofrekvenční složky signálu zvlášť. Proces zpracování signálu se spustí po porovnání dostatečné úrovně amplitudy nízkofrekvenčního signálu pomocí komparátoru. Nízkofrekvenční a vysokofrekvenční složky signálu se přivedou na vstupy mikro počítače na A/D převodníky, které pomocí vzorkování a kvantování převedou analogový signál na digitální. Převedené digitální signály z obou složek jsou následně zpracovány pomocí algoritmů rychlé Fourierovy transformace (FFT) a analýzou výkonového spektra signálu. Pokud mikro počítač vyhodnotí shodnost přijatého signálu se vzorkem v paměti, dojde k aktivaci výstupních obvodů detektoru.[1]



Obr. 19. Blokové schéma obvodu digitálního zpracování signálu.[1]

A/D převodník je obvod převádějící analogový signál na digitální. Umožní zpracovávat analogový signál digitálním způsobem. V digitálním tvaru se dá signál snadněji zaznamenávat a ukládat. S převodem z analogového do digitálního signálu úzce souvisí Shannon-Kotelnikův teorém, který říká že: „*Přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného, signálu z jeho vzorků je možná tehdy, pokud byl vzorkován frekvencí alespoň dvakrát vyšší, než je maximální frekvence rekonstruovaného signálu.*“.[16]

$$f_{vz} \geq 2f_{max} \quad (1)$$

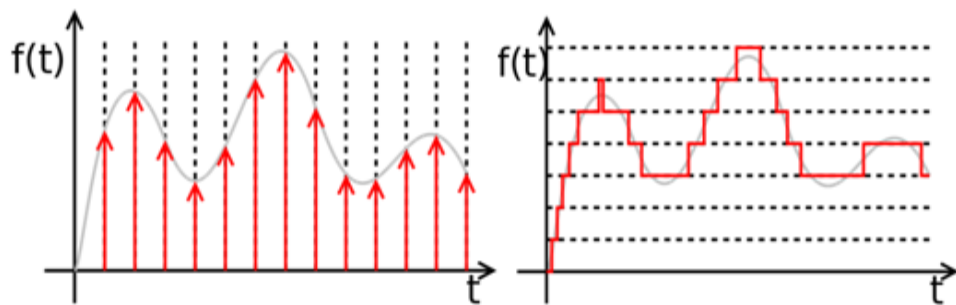
f_{vz} – vzorkovací frekvence

f_{max} – maximální frekvence

Vzorkovací frekvence v praxi se volí dvakrát větší než maximální požadovaná přenášená frekvence s přičtením menší rezervy. Při použití nižší vzorkovací frekvence často dochází k aliasingu. Aliasing se vyznačuje velmi velkým zkreslením a je výrazně odlišný od původního vzorkovaného signálu.

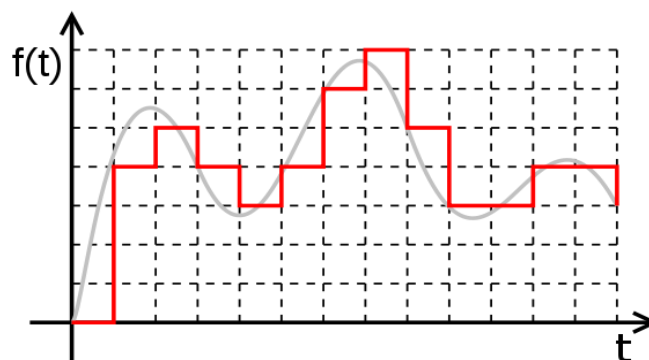
Převod analogového signálu na digitální se skládá ze dvou fází

- **Vzorkování** se provádí tak, že se vodorovná osa rozdělí na určitý počet stejně velkých úseků a u každého úseku se odebere jeden bod z průběhu. Výsledný vzorkovaný signál je nespojitý v čase a vzorky mohou nabývat libovolné hodnoty. Počet vzorků za sekundu udává vzorkovací kmitočet.[17]
- **Kvantování** je založeno na stejném principu jako vzorkování, ale rozděluje svislou osu. Kvantovaný signál je signál, jehož hodnota nemá spojitý průběh, ale mění se skokem, přičemž nabývá pouze omezeného počtu úrovní (celočíslných hodnot). Ke změně hodnoty signálu může obecně dojít v libovolném čase. Aby bylo možné určit, které hodnoty má po kvantování nabývat určitý vzorek, je třeba rozdělit prostor kolem jednotlivých hodnot na toleranční pásy. Kterémukoliv vzorku, který padne do daného tolerančního pásu, je při kvantování přiřazena daná hodnota. Kvantované hodnoty se ve většině případů liší od skutečných navzorkovaných hodnot. Velikost kvantizační chyby je vzdálenost mezi kvantovanými a původními navzorkovanými body. Velikost kvantizační chyby se pohybuje v intervalu $+1/2$ až $-1/2$ kvantizační úrovně.[18]



Obr. 20. Vzorkování a následné kvantování analogového signálu.[18]

Digitální signál vznikne po vzorkování a následním kvantování. Výsledný signál je tvořen posloupností vzorků nabývajících daného počtu hodnot. Nevýhoda digitálního signálu je ztráta detailů v analogovém průběhu.



Obr. 21. Výsledný signál po digitalizaci.[18]

Výkonové spektrum

Výkonové spektrum zobrazuje rozložení výkonu signálu podél frekvenční osy. Určuje výkonnost jednotlivých složek a nejvýkonnější složku.

Fourierova transformace (FT)

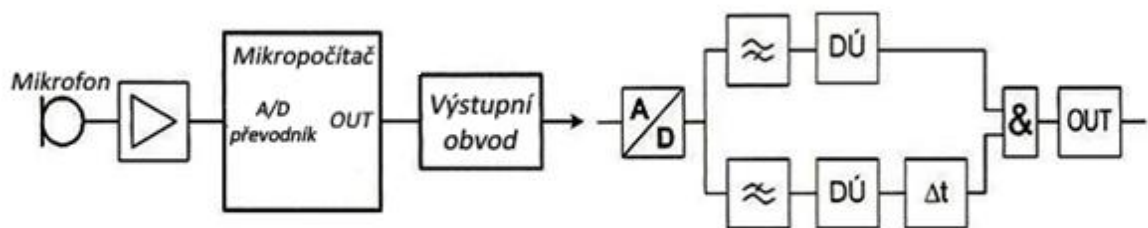
Diskrétní Fourierova transformace (DFT). „Jde o transformaci signálu z časové oblasti do frekvenční oblasti, tj. vstupem do DFT je diskrétní navzorkovaný signál a výstupem diskrétní spektrum tohoto signálu - informace o frekvenčních složkách v něm obsažených. Jak vstup, tak i výstup (obraz vstupu) transformace je v komplexním tvaru.“ [19]. Z prvků ve frekvenční oblasti jsme schopni určit zastoupení jednotlivých frekvencí v signálu. V dnešní době se používá rychlá Fourierova transformace (FFT), u které je snížena složitost, její princip spočívá v rekurentním rozkladu posloupností na sudé a liché

prvky a výpočet spočívá ve skládání těchto posloupností. Při filtrování ve frekvenční oblasti se postupuje v těchto krocích:

- Transformace z časové do frekvenční oblasti
- Aplikování masky
- Zpětná transformace do časové oblasti

Aplikování masky nahradí prvky na některých místech (které odpovídají příslušným prostorovým frekvencím). Podle filtrovaných oblastí můžeme mít masky dolní propusti, horní propusti, pásmové zádrže.[20]

V současnosti se však veškeré zpracování signálu děje uvnitř mikropočítače. Detektor je rapidně hardwarově zjednodušen a skládá se pouze z mikrofону, zesilovače, mikropočítače a výstupního obvodu. Algoritmus zpracování je založen na stejném principu jako u analogového zpracování. Po převodu do digitální formy se filtruje nízkofrekvenční složka pomocí programově řešeného filtru dolní propusti a poté se porovnává velikost amplitudy v programovém detektoru úrovně. V případě vyhodnocení dostatečné úrovně nízkofrekvenčního signálu se vyčká definovaný čas na vyhodnocení vysokofrekvenčního signálu pomocí horní propusti. Pokud jsou splněny obě podmínky je signál porovnán se vzorky v paměti a procesor pomocí podprogramu aktivuje výstupní obvody detektoru.[1]



Obr. 22. Zjednodušené schéma a algoritmus digitálního zpracování signálu.[1]

2.3 Shrnutí

Akustické projevy rozbití, tříštění nebo řezání skla mají svůj charakteristický akustický projev. Analýza signálu slouží ke zjištění podrobných informací potřebných k návrhu, instalaci a nastavení detektoru. K prozkoumání analýzy signálu slouží časový průběh akustického signálu a frekvenční spektrum akustického signálu. Projev rozbití skla se skládá z nízkofrekvenční části (úder do skla) a z vysokofrekvenční části (tříštění skla o zem). K indikaci těchto projevů se používají aktivní a pasivní detektory rozbití skla.

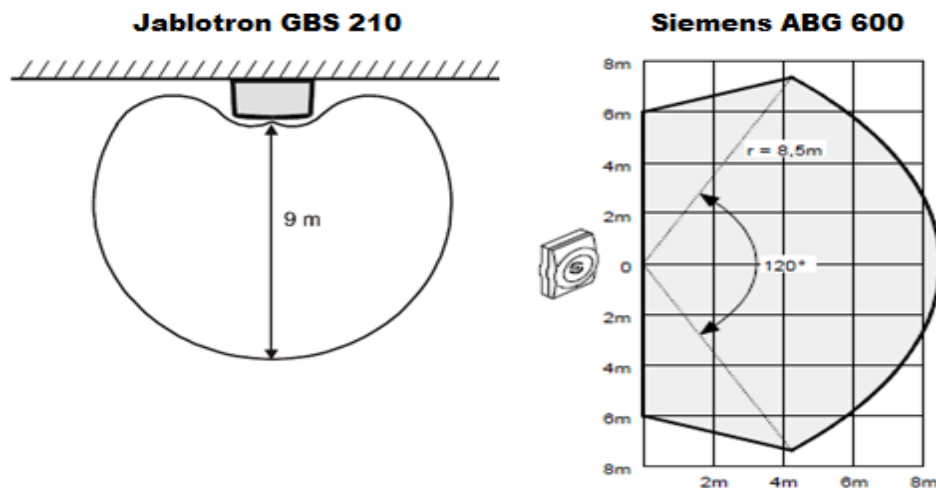
Fyzikální princip aktivních bezkontaktních detektorů rozbití skla je založen na vysílání a následném přijímání infračerveného nebo ultrazvukového signálu. Vyhodnocuje se změna mezi vyslaným a přijatým signálem (tzv. Dopplerův jev). Vysílaný signál je většinou pro vyšší bezpečnost modulován. Aktivní bezkontaktní detektory rozbití skla se používají pro zabezpečení objektů s vyšším stupněm rizika.

Pasivní bezkontaktní detektory rozbití skla (akustické detektory rozbití skla) jsou založeny pouze na snímání akustických vln a jejich následném zpracování. Pro snímání zvuku charakteristického pro rozbíjení skla se používá elektretový mikrofon a následně je signál analogově nebo digitálně zpracováván. Nejjednodušší typy bezkontaktních detektorů rozbití skla používají jednopásmovou detekci, kdy se vyhodnocuje z celého spektra frekvencí pouze jedna frekvence. U kvalitnějších detektorů rozbití skla se používá vícepásmová detekce, kdy se vyhodnocuje několik frekvencí odpovídajících jednotlivým projevům tříštění skla. U současných detektorů rozbití skla se zpracování signálu děje uvnitř mikropočítače, ale algoritmus je v zásadě stále stejný.

3 VLASTNOSTI A ZPŮSOBY POUŽITÍ AKUSTICKÝCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA V PLÁŠŤOVÉ OCHRANĚ

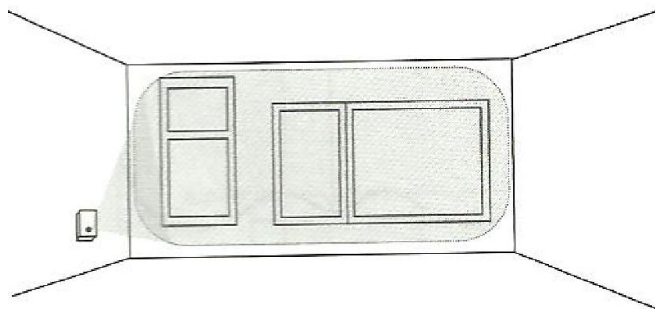
3.1 Umístění akustického detektoru rozbití skla a použití testeru

Umístění těchto detektorů je v první řadě dáno rozměry zabezpečované místnosti a detekční charakteristikou, která znázorňuje rozsah pokrytí daného prostoru. Projektant navrhující zabezpečení objektu by měl vždy vycházet z detekční charakteristiky detektoru, která by měla být zahrnuta v obsahu manuálu k instalaci výrobce. Obecně detekční charakteristika je dána směrovou charakteristikou mikrofonu. „*Směrová charakteristika je závislost citlivosti mikrofonu na úhlu, který svírá akustická osa mikrofonu s osou akustického zdroje*“.[21] Směrové charakteristiky mohou mít mnoho tvarů (kulový, ledvinový, osmičkový), avšak nejčastější detektory mají téměř kulovou detekční charakteristiku. Směrová charakteristika je závislá na frekvenci a možnost její změny je přes speciální přídavné zvukovody. Dalšími velmi důležitými aspekty při instalaci detektoru jsou faktory způsobující plané poplachy z venkovního prostředí (dopravní provoz v okolí, různé skřípavé zvuky, rozbíjení sklenic při vhadzování do blízkého kontejneru na sklo. Proti těmto faktorům se lze bránit pouze pevným usazením a kvalitním utěsněním okenních tabulí v rámu okna, čímž zabráníme vibracím a pronikání nežádoucích zvuků z vnějšího okolí. V chráněné místnosti by se neměly vyskytovat žádné pohybující se předměty vyvolávající průvan a víření vzduchu a naopak objekty pohlcující zvuky a vibrace jako jsou telefony, zvonky, klimatizace, chladicí agregáty, vytápění, což je ovšem velmi často příčinou náhlých planých poplachů. Nastavení citlivosti vyhodnocování poplachu se provádí pomocí trimru umístěného na základní desce detektoru. Lepší typy akustických detektorů rozbití skla díky speciálnímu zpracování signálu mají funkci přizpůsobení hladiny akustického zvuku, díky čemu se automaticky přizpůsobuje okolí s vyšší intenzitou hluku.

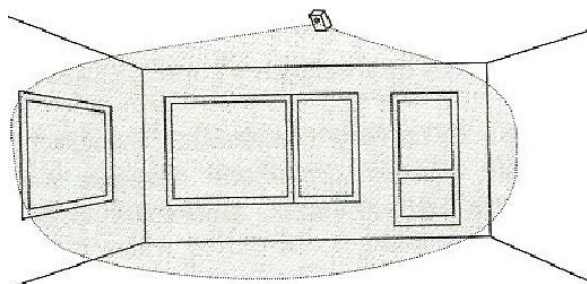


Obr. 23. Detekční charakteristiky bezkontaktních detektorů rozbití skla.

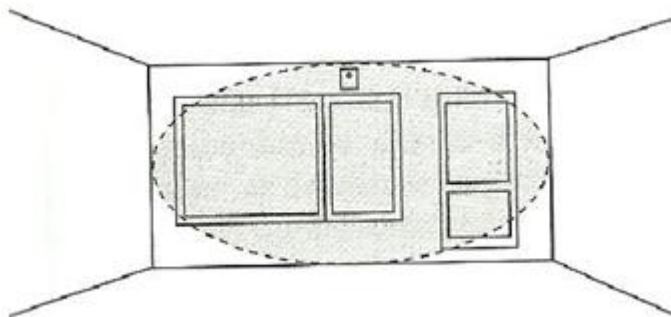
Akustické detektory rozbití skla se instalují na stěny vnitřní strany objektu, nepožaduje se IP krytí a nemusí splňovat třídu pro venkovní prostředí. Instalace detektoru se většinou provádí na protější zeď kolmo na střeženou plochu, nad chráněnou plochu nebo na strop místnosti. Nutností při umístění detektorů je přímá viditelnost z pohledu detektoru na chráněnou oblast, nepřítomnost jakýchkoli překážek mezi detektorem a chráněnou oblastí, znalost definovaných typů skel, které daný detektor může sřežít.



Obr. 24. Způsob umístění na stěnu.[1]



Obr. 25. Způsob umístění na strop.[1]



Obr. 26. Způsob umístění nad okna. [1]

Použití testeru - pro kontrolu správnosti funkce akustického detektoru rozbití skla slouží tester detekující změnu tlaku vzduchu zapříčiněnou prohnutím okenní tabule. Tester automaticky generuje zvuk imitující rozbíjení skla. Spouštění testeru se provádí automaticky nebo manuálně.



Obr. 27. Tester
bezkontaktního
detektoru rozbití
skla GBS-212.
[22]

Výraznou výhodou akustických detektorů rozbití skla oproti jiným detektorům střežící skleněné plochy je schopnost pokrytí jedním detektorem několika oken v dosahu. Při střežení velkých objektů je nutnost projektanta umístit detektory tak, aby se nepřekrývaly jejich detekční charakteristiky nebo jednotlivé detektory mezi sebou správně synchronizovat. Tato schopnost znatelně finanční náklady na zakoupení a následnou montáž detektorů.

3.2 Odolnost proti chybné funkci

Odolnost proti chybné funkci představuje schopnost detektoru odolávat vůči planým poplachům a klamným zdrojům poplachů. Tyto jevy mají jednotlivé typy detektorů stanovené normou. Při působení daného jevu nesmí být generován žádný signál o narušení. Mezi tyto projevy patří: údery malých předmětů na sklo (hozený písek na sklo, kroupy), údery tvrdých předmětů na sklo (bouchnutí kovového předmětu o sklo), jednotlivé kmitočty zvukových zdrojů (provoz), širokopásmový hluk.[1]

3.3 Kontrola funkce detektoru pomocí autotestu

Velmi důležitou funkcí správně fungujícího detektoru je kontrola funkce pomocí autotestu. Princip spočívá v testování nejdůležitějších funkčních charakteristik detektoru. Autotesty se dělí na:

3.3.1 Místní autotest

Při tomto typu autotestu je okamžik testování prováděn náhodně a výsledek testu je signalizován pomocí integrovaných LED diod na krytu detektoru. Detektor musí svoji funkci testovat minimálně jednou za 24 hodin, přičemž nesmí být omezeny provozní funkce na delší dobu jak 30 sekund během 2 hodin.

3.3.2 Dálkový autotest

U dálkového autotestu okamžik provedení testu koordinuje ústředna poplachového zabezpečovacího systému. Výsledek testu je rovněž zasílán na ústřednu. U dálkového autotestu platí, že se detektor musí vrátit do svého původního stavu do 30 sekund od začátku testu.[1]

3.4 Odolnost proti sabotáži

Odolnost proti sabotáži je schopnost detektoru reagovat na jevy způsobené narušitelem vedoucí k omezení jeho vyhodnocovacích funkcí nebo k úplnému vyřazení z provozu. Odolnost proti sabotáži určuje, do jaké bezpečnostní třídy bude detektor zařazen. V objektech s nejvyšším stupněm rizika by měly být instalovány akustické detektory s velmi vysokou odolností proti vyřazení z provozu. Současně platí, že cena detektorů určených pro zabezpečení objektů s vysokým stupněm rizika je několikanásobně vyšší než u detektorů pro nízký stupeň rizika, ale jejich odolnost proti sabotáži je zajištěna

větším množstvím zabezpečovacích prvků jako jsou antimasking, detekce odejmutí z montážního uchycení, odolnost nastavené orientace aj.

3.4.1 Detekce zakrytí (ANTIMASKING)

Detekce zakrytí je nejznámější ochrannou funkcí detektorů. U akustických detektorů rozbití skla zakrytí znamená ucpání zvukovodu vedoucímu k mikrofonu. Ucpání zvukovodu vyvolá úplné vyřazení vyhodnocovacích schopností detektoru nebo snížení úrovně citlivost mikrofonu. Antimasking je zajištěn přidáním dalšího akustického kanálu kontrolující určitou úroveň zvuků v hovorovém pásmu přítomných při běžném provozování objektu. Negativní stránka při nesprávném nastavení antimaskingu se projevuje zejména v nočních hodinách, kdy se intenzita zvuku výrazně sníží a často vznikají plané poplachu. V nočních hodinách při nastavené vysoké citlivosti detekce zakrytí vzniká možnost planého poplachu. Detektor reaguje i na sebemenší vzruchy prostředí nebo naopak při nastavené nízké citlivosti vzniká riziko nezaznamenání sabotáže ucpáním zvukovodu. Z toho důvodu se začaly integrovat reproduktory generující definované zvuky. Generátor vytváří v definovaných časových okamžicích zvukové projevy, které následně analyzuje. Analýza signálu slouží ke zjištění funkčnosti detektoru a průchodnosti zvukovodu. Novým způsobem zajištění antimaskingu je použití detektorů pracujících na principu Dopplerova jevu s velmi krátkým dosahem zajišťující aktivaci poplachu při přiblížení k detektoru.

3.4.2 Odolnost proti přístupu k nastavovacím prvkům detektoru (TAMPER)

Detekce odejmutí montážního krytu vytváří nemožnost zásahu narušitelem k součástkám a nastavovacím prvkům detektoru. Při jakékoliv manipulaci s krytem detektoru je vyslána zpráva na dohledové a poplachové přijímací centrum. Tato funkce bývá většinou nazývaná jako tamper.[1]

3.4.3 Detekce odejmutí z montážního uchycení

Detekce odejmutí z montážního uchycení slouží k detekci pohybu se samotným detektorem. Pokud narušitel detektor oddálí od svého montážního uchycení, automaticky vyšle sabotážní signál nebo zprávu dohledové a poplachové přijímací centrum.[1]

3.4.4 Odolnost nastavené orientace

Odolnost nastavené orientace slouží ke zjištění násilného otáčení detektoru, které by mohlo vést k odklonění detekční charakteristiky detektoru do jiného směru, čímž by mohlo dojít k nesprávné funkci. Odolnost nastavené orientace by měla být nastavena tak, aby systém zareagoval při vychýlení o více jak 5° z původní polohy.[1]

3.4.5 Odolnost proti rušení magnetickým polem

Odolnost proti rušení magnetickým polem je vlastnost detektoru zajišťující správné generování a přenos signálu nebo zprávy i za přítomnosti magnetického pole. Komunikační jednotka detektoru musí být konstruována tak, že i při vysoké přítomnosti magnetického pole způsobené narušitelem je stále zajištěna kvalitní komunikace s dohledovým a poplachovým přijímacím centrem.

3.5 Shrnutí

Umístění detektoru závisí v první řadě na rozměrech zabezpečované místnosti a na detekční charakteristice detektoru, která je součástí instalačního manuálu. Detekční charakteristiku lze upravit pomocí přídavných zvukovodů. Další důležité vlivy jsou faktory způsobující plané poplachy z venkovního okolí, proti kterým se lze bránit kvalitním usazením okenních tabulí v rámu. Všeobecně by se neměly v blízkosti vyskytovat kontejnery na sklo, velké vibrace, skřípavé zvuky aj.. Některé typy akustických detektorů mohou být náchylné na zvuky způsobené klimatizacemi, zvonky, telefony aj.. Při samotné instalaci detektoru je nutné vyzkoušet, jak reaguje na tyto vlivy a případně pomocí trimru upravit citlivost. Správnou funkci lze ověřit testerem. Doporučené umístění detektoru je dáno výrobcem, většinou na protější zeď, na strop nebo nad okna. Velmi důležitým aspektem je odolnost proti sabotáži znesnadňující jakoukoliv neoprávněnou manipulaci s detektorem. Nejrozšířenější je tamper, což je ochrana proti neoprávněnému otevření krytu. U dražších detektorů splňující vyšší stupně zabezpečení se můžeme setkat i s antimaskingem, odolností proti nastavené orientaci, detekcí z montážního uchycení aj.

4 JEDNOTLIVÍ ZÁSTUPCI AKUSTICKÝCH DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA, ANALÝZA A POROVNÁNÍ JEJICH PARAMETRŮ

V této kapitole se porovnávají vybrané druhy akustických detektorů rozbití skla. Konkrétně Jablotron GBS-210 VIVO, Paradox Glasstrek 457, Siemens DL 500, Jablotron JA-80PB . U daných detektorů jsou uvedeny principy činnosti. Jednotlivé detektory se zde porovnávají dle jejich základních vlastností a technických parametrů. Součástí bude také zhodnocení a zařazení jednotlivých detektorů do určitých typů objektů. Součástí analýzy prvních dvou detektorů jsou grafy a zhodnocení účinnosti detekce rozbití skla při překonávání skleněné plochy danými způsoby.

4.1 Analýza jednotlivých zástupců bezkontaktních detektorů rozbití skla

4.1.1 Jablotron GBS-210 VIVO

Akustický detektor rozbití skla GBS-210 VIVO od firmy Jablotron Alarms, a.s. je základním detektorem rozbití skla využívající k detekci duální analýzu. Vyhodnocuje se změna tlaku v místnosti zapříčiněná nárazem do skleněné tabule a následné tříštění skla o zem zajišťující poměrně vysokou spolehlivost detekce. Změna tlaku v místnosti je u tohoto detektoru primární a následný zvuk tříštění skla doplňující pro eliminaci planých poplachů. Jedná se o detektor drátový a je tedy určen pro většinu ústředí (od výrobce doporučován OASIS 868MHz, AZOR, PROFI 433MHz). Detektor má na základní desce integrován trimr sloužící k nastavení citlivosti vyhodnocování nízkofrekvenční fáze, lze tedy snadno nastavit vzdálenost a rozměry detektovaných skleněných ploch. Detektor disponuje i paměťovou funkcí sloužící k odhalení planých poplachů, uvádí se do aktivního stavu přepojením jumperu na základní desce. Montáž detektoru je od výrobce stanovena do vnitřních prostorů objektu na rovnou stěnu místnosti ve výšce 2,5 m a současně se ve střeženém prostoru nesmí vyskytovat :

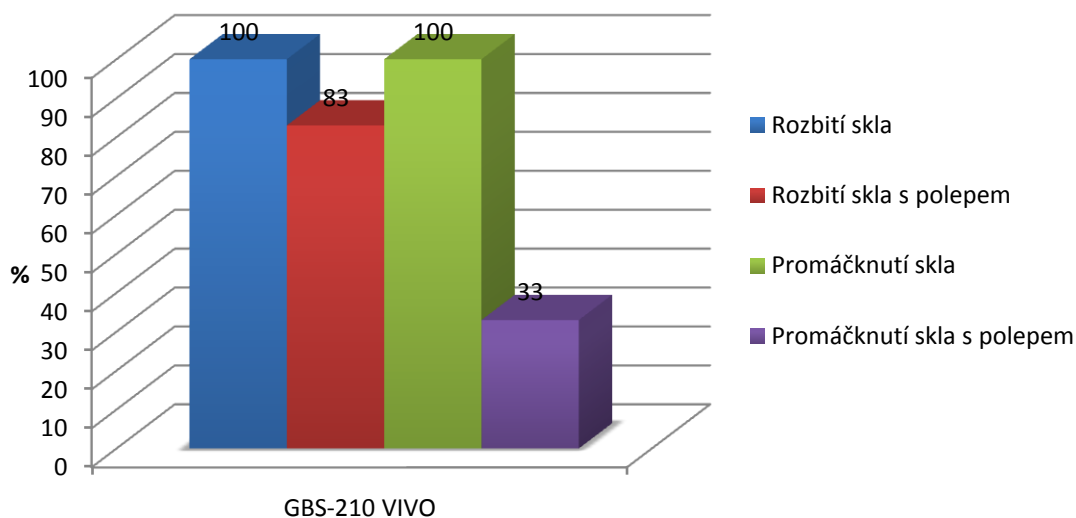
- pohybující se předměty vyvolávající tlakovou vlnu.
- průvan, víření vzduchu.
- překážky pohlcující zvuk.
- zařízení s podobným akustickým projevem a vibracemi. [23]



Obr. 28. Jablotron
GBS-210 VIVO.[23]

Technické parametry:

- Napájení detektoru je $12\text{ V} \pm 25\% V_{DC}$.
- Klidový odběr je maximálně 10 mA a maximální odběr 35 mA.
- Průřez přívodních vodičů by měl být maximálně 1 mm^2 .
- Zatížitelnost sabotážního výstupu: spínač max. 60 V / 50 mA, vnitřní odpor max. 16 Ω .
- Zatížitelnost poplachového výstupu: spínač max. 60 V / 50 mA, vnitřní odpor max. 30 Ω .
- Rozsah detekce neudává se.
- Nastavitelná citlivost (lineární).
- Paměť poplachu (pomocí propojky).
- Detekční vzdálenost vycházející ze směrové charakteristiky mikrofону je 9 m.
- Chráněná skleněná plocha musí mít rozměry minimálně 0,6x0,6 m.
- Klasifikace dle ČSN EN 50131-1 stupeň 3 (střední až vysoké riziko).
- Prostřední dle ČSN EN 50131-1 II. vnitřní všeobecné (-10 °C až +40 °C při 75 % vlhkosti).[23]



Graf 3. Úspěšnost detekce detektoru GBS-210 VIVO.[8]

Zhodnocení

Detektor Jablotron GBS-210 vyniká z důvodu nastavitelné lineární citlivosti tlakové detekce a tudíž lze postupně měnit detekční vzdálenost. Při nastavené zvýšené citlivosti může docházet k vyhodnocování planých poplachů. Všeobecně lze říct, že je vhodné detektor použít do míst, kde je nutné správně vyhodnotit rozbití skla, ale současně nevznikají v okolí zvuky podobné tříštění skla (rodinné domy, výkladní skříně, byty). Detektor splňuje klasifikaci dle ČSN EN 50131-1 3. stupeň (střední až vysoké riziko), což je druhý nejvyšší stupeň splňující poměrně přísné požadavky pojišťoven. Dále splňuje třídu prostředí dle ČSN EN 50131-1 II. vnitřní všeobecné a tudíž detektor lze umístit na i na chodby, schodiště, kde nejsou prostory trvale vytápěny.

Z uvedeného grafu lze vidět, že detektor odolává klasickému rozbití skla i promáčknutí skla ve 100 %. Naopak je tomu však s chráněným sklem pokrytým bezpečnostní fólií. Zde lze zpozorovat velké snížení schopnosti správně vyhodnotit danou situaci. Rozbití skla s polepem 83 % a promáčknutí skla s polepem pouze 33 %, což odpovídá, že detektor vyhodnotí poplach pouze každý třetí pokus o překonání skleněné plochy. Problém může vzniknout za předpokladu menších oken než 60x60 cm, které detektor dle výrobce nemůže zabezpečit. Tento prostor je už dostatečně velký pro prolezení středně velkého člověka, nabízí se zde varianta zabezpečit skleněnou plochu kontaktním detektorem rozbití skla. V manuálu výrobce není uveden seznam skel, které může detektor střežit. Po kontaktování výrobce jsem zjistil, že detektor nemůže chránit skleněné plochy polepené bezpečnostními fóliemi.

4.1.2 Paradox Glasstrek 457

Detektor rozbití skla Glasstrek 457 od firmy Paradox Security System LTD je založen na duální analýze, u níž je primárním vyhodnocovacím jevem vysokofrekvenční fáze a nízkofrekvenční fáze slouží k eliminaci falešných poplachů. Glasstrek je vhodný pro detekci rozbití klasických skleněných tabulí, temperovaného nebo laminovaného skla. Pro různé typy skel jsou definovány vlastnosti:

- Pro **standardní a tvrzené sklo** jsou minimální rozměry skleněné plochy 40 cm x 60 cm a tloušťku od 0,24 cm do 0,65 cm.
- Pro **laminované sklo** jsou rozměry 70 cm x 70 cm a tloušťka od 0,125 cm do 0,6 cm.

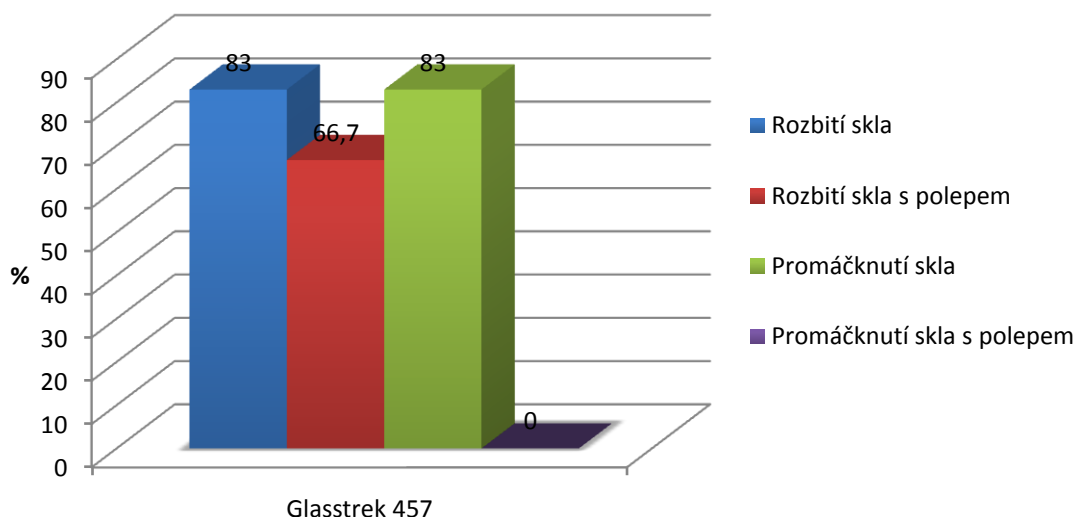
Sklo nesmí být potaženo žádnou fólií. Strop v chráněné místnosti musí být níže než 4,5 m a v místnostech menších než 3 x 3 m je zvýšená možnost vzniku falešných poplachů (kuchyň, instalované reproduktory). Detektor může být rušen těžkou technikou (kompresory, vibrační válce, zбіječky). Detektor je vybaven 7 frekvenčními digitálními filtry, digitálním zesilovačem a schopností odhadu kolísání frekvence. Je dostatečně odolný proti VF rušení. Obsahuje audio vstup pro monitorování zvuku a lze nastavit citlivost nízkou 4,5 m nebo vysokou 9 m a samozřejmostí je ochranný kontakt. Při montáži zařízení nejsou nutná další nastavení detektoru. Místo pro instalaci detektoru by mělo mít rovný charakter. Detektor se v zásadě nedoporučuje používat spolu s netěsnícími okny v dřevěných rámech.[24]



Obr. 29. Paradox Glasstrek 457. [24]

Technické parametry:

- Napájecí napětí detektoru je 9-16 V_{DC} .
- Klidový odběr je maximálně 15 mA a maximální odběr 25 mA.
- Zatížitelnost sabotážního výstupu: spínač max. 28 V/150 mA.
- Zatížitelnost poplachového výstupu: spínač max. 28 V/150 mA.
- Detekční vzdálenost je 4,5 m nebo 9 m.
- Rozsah detekce vertikálně 90°, horizontálně 70°.
- Nastavitelná citlivost (pouze 2 stavy).
- Paměť poplachu (pomocí propojky).
- Chráněná skleněná plocha musí mít rozměry minimálně 0,4x0,6 m.
- Klasifikace dle ČSN EN 50131-1 stupeň 3 (střední až vysoké riziko).
- Prostřední dle ČSN EN 50131-1 II. vnitřní všeobecné (-10°C až +40°C při 75% vlhkosti).[24]



Graf 4. Úspěšnost detekce detektoru Glasstrek 457. [8]

Zhodnocení

Detektor Paradox Glasstrek 457 je díky svému primárnímu vyhodnocovacímu jevu tříštění skla dostatečně imunní vůči planým poplachům. Avšak z důvodu nastavitelné citlivosti pouze ve 2 hodnotách je vyhodnocování rozbití skla mnohem horší jak GBS-210 VIVO. Z grafu je zřejmé, že detektor odolává klasickému rozbití skla i jeho promáčknutí už pouze v 83 %. A s chráněným sklem pokrytým bezpečnostní fólií lze zpozorovat velké snížení schopnosti správně vyhodnotit danou situace. Rozbití skla s polepem 66,7 % a

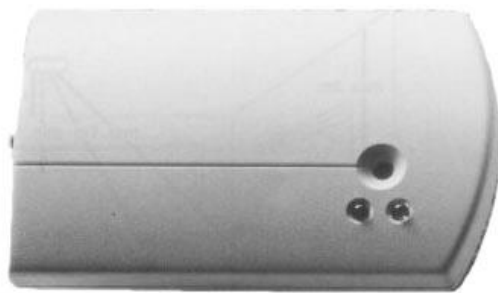
promáčknutí skla s polepem 0 %, což znamená, že detektor absolutně nereaguje na takový způsob útoku. Detektor zaručuje funkčnost u klasických a tvrzených oken větších než 40x60 cm, což je lepší hodnota než u GBS-210. U laminátových je to už 70x70 cm, které detektor dle výrobce nemůže zabezpečit. Zde se nabízí stejná varianta jako u GBS-210 zabezpečit skleněnou plochu jiným detektorem.

4.1.3 Siemens DL 500

Detektor rozbití skla DL 500 od firmy Siemens slouží k ochraně řad oken nebo prosklených dveří u většiny velikostí objektů. Princip činnosti je založen na nejnovější mikroprocesorové technologii se vzorkovací frekvencí 20 kHz. Pro vyhodnocení rozbití skla se poté sejmutý signál vyhodnocuje až 80 krát za sekundu. Detektor používá vyhodnocovací metodu tzv. 3x3, což znamená, že je signál analyzován pomocí 3 různých parametrů (čas, výkon, amplituda) ve 3 různých frekvenčních pásmech (infrazvuk, zvuk, ultrazvuk). Detektor DL 500 díky speciálnímu algoritmu vyniká vysokou schopností přizpůsobení prostředím s vysokou hladinou zvuku. Výrobce v manuálu uvádí, že detektor je vhodný pro chránění oken s jednoduchým okenním sklem, tvrzeným bezpečnostním sklem, spojovacím sklem nebo sklem zesíleným dráty. Pro dané skla (30x30cm) jsou výrobcem uvedené šířky skla:

- Standardní sklo 3,1 mm
- Tvrzené bezpečnostní sklo 6,3 mm
- Sklo zesílené drátem 6,3 mm
- Slepované sklo 6,3 mm

Detekční plocha je rádiusového charakteru o poloměru 6,5 metru. Minimální velikost střežené skleněné plochy je 30x30 cm. Citlivost detektoru je automatická. Tato vlastnost je na jednu stranu negativní z důvodu znemožnění detailního nastavení citlivosti detektoru, ale na druhou stranu odpadají veškeré seřizovací práce. Detektor obsahuje 2 diody (zelenou a červenou). Zelená slouží k indikaci stavu (vypnuto, zapnuto) nebo rozpoznání možných zdrojů rušení nebo testování. Červená dioda slouží k zobrazení paměti poplachů. Detektor disponuje funkcí vícenásobného testování sloužící k přezkoušení montážních míst a k bezchybné funkci detektoru. Při ponechání detektoru v režimu testování, automaticky se po 5 minutách přepne do normálního režimu. DL 500 pro zajištění správného vyhodnocování by měl být umístěn na sousední nebo protilehlé stropy nebo stěny s přímým dohledem na chráněné plochy.[25]



Obr. 30. Siemens DL 500.[25]

Technické parametry

- Napájecí napětí detektoru je 10-14 $V_{AC/DC}$.
- Mezní napájecí napětí je $<6,4 V \pm 0,4 V$.
- Klidový odběr je maximálně 18 mA a maximální odběr 28 mA.
- Zatížitelnost sabotážního výstupu: spínač max. $30V_{DC}/50 mA$.
- Zatížitelnost poplachového výstupu: spínač max. $100V_{DC}/500 mA$.
- Detekční vzdálenost je 6,5 m.
- Rozsah detekce rádius 6,5 m.
- Nastavitelná citlivost ne (automatická).
- Paměť poplachu (volitelně).
- Chráněná skleněná plocha musí mít rozměry minimálně 0,3x0,3 m.
- Klasifikace dle ČSN EN 50131-1 stupeň 2 (nízké až střední riziko).
- Prostřední dle ČSN EN 50131-1 I. vnitřní (+5°C až +40°C při 75% vlhkosti).[25]

Zhodnocení

Detektor tříštění skla Siemens DL 500 díky „3x3 technologii“ se vyznačuje velmi přesnou detekcí projevů rozbití skla. Od výrobce je garantována bezproblémová funkce detektoru s většinou běžně používaných skel. Automatická citlivost detektoru má pozitivní i negativní vlastnosti. Pozitivní spočívá v tom, že nejsou nutné dodatečné seřizovací práce, naopak u detektoru není možné citlivé stabilní nastavení citlivosti pro daný prostor, což bych zhodnotil jako negativní vlastnost detektoru. Detekční vzdálenost je pouze 6,5 m, což by mohlo tvořit zásadní problém v instalování detektoru ve větších místnostech. Naopak minimální velikost chráněné plochy je pouze 0,3x0,3 m. Prolezením prostoru takových rozměrů je pro běžného člověka téměř nemožné.

4.1.4 Jablotron JA-80PB

Jako poslední detektor jsem vybral JA-80PB od firmy Jablotron a.s.. Tento detektor v sobě kombinuje pasivní infračervený detektor s bezkontaktním detektorem rozbití skla a je určen pro vnitřní použití. Ačkoliv jsou integrovány v jednom pouzdře, projevují se zvlášť (jsou naučeny na svou vlastní adresu v ústředně). Obě části detektoru komunikují bezdrátově s ústřednou OASIS v komunikačním pásmu 868 MHz. Detektor je vybaven přídatným drátovým vstupem pro připojení magnetického kontaktu, který lze použít pro indikaci otevření dveří a oken. Délka vedení k magnetickému kontaktu by měla být realizována pomocí stíněného kabelu a délka by neměla přesáhnout 3 m. Pokud přídatný vstup není využit, musí být svorky propojeny. Rozepnutí svorek magnetického kontaktu má stejný účinek jak pohyb před detektorem. Detektor má i speciální vlastnost nastavení doby spánku vedoucí ke snížení spotřeby energie. Funkce spočívá v nastavitelné nečinnosti (1-5min) po vyhlášení poplachu PIR detektorem, po uplynutí zvolené doby je uveden zpět do nepřetržitého hlídání až do dalšího vyhlášení poplachu. Bezkontaktní detektor rozbití skla pracuje nepřetržitě.[26]



Obr. 31. Jablotron JA-80PB (PIR+GBS).[26]

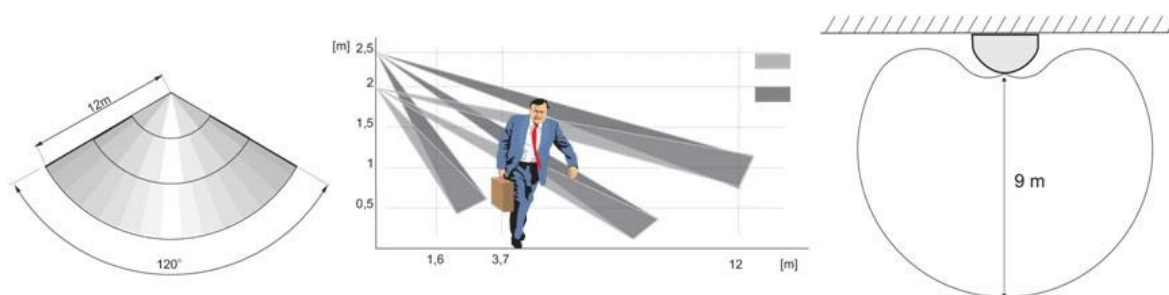
- **PIR část** detektuje pohyb osob a její princip je založen na činnosti světlocitlivého prvku (pyroelementu) snímající teplotu vyzařování lidského těla, čemuž odpovídá vlnová délka 9,3-9,4 μm . Pomocí DIP přepínače je možné nastavit ve dvou stavech detekci (přepínač 1) a reakci (přepínač 2). Nastavení detekce (přepínač 1) určuje stupeň odolnosti k planým poplachům. Pozice OFF kombinuje dobrou odolnost s rychlou reakcí. Pozice ON zvyšuje odolnost snímače na úkor rychlosti, použití se v

problematických instalacích. Reakce (přepínač 2) určuje, zda detektor leží v přístupové cestě do domu a poskytuje odchodové a příchodové zpoždění = pozice OFF. V pozici ON vyvolá detektor okamžitou reakci zajištěné ústředny. PIR část je napájena pomocí lithiových baterií 3,6 V typu AA s kapacitou 2,4 Ah

- **GBS část** indikuje rozbití skla v chráněném objektu a je založena stejně jako GBS-210 VIVO na klasické dvojité frekvenční analýze (nízkofrekvenční a vysokofrekvenční). JS-80PB disponuje nastavitelnou citlivostí vyhodnocení tříštění skla pomocí integrovaného trimru. Stejně jako PIR část obsahuje DIP přepínač, pomocí kterého se nastavuje způsob indikace (přepínač 1) a reakce (přepínač 2). Způsob indikace (přepínač 1) určuje zobrazování signálky (pohyb nebo rozbíjení skla) při testování, ovlivňuje chování detektoru pouze 15. min po uzavření krytu, poté přejde do klasického snímání. Reakce (přepínač 2) určuje, zda je zapnut při aktivaci detektoru okamžitý poplach = ON nebo systém je nastavena zpožděná reakce = OFF. GBS část je napájena pomocí 3,6 V ½ AA s kapacitou 1,2 Ah.

JA-80PB vyniká možností výměny čoček, čímž se zásadně změní detekční charakteristika. Tato vlastnost výrazně ovlivňuje umístění detektoru. Jsou k dispozici čočky:

- **JS-7901** tvoří vertikální vějíř (záclonu) – *detekční stěna*
- **JS-7904** tvoří ji vějíř se středním lalokem s dosahem až 20m - *dlouhý dosah*
- **JS-7906** má pouze horní vějíř 120°/12m a nepokrývá podlahu - *eliminace pohybu drobných zvířat po podlaze*



Obr. 32. Detekční charakteristiky JA-80PB.[26]

Detektor má stejnou detekční charakteristiku s detektorem GBS-210 VIVO. Je schopen detekovat rozbití skla až na 9 metrů a pokrýt tabule větší jak 60x60 cm. Pro správnou funkci musí být zajištěný prostor uzavřený. Je určen pro všechny typy skel včetně skel s instalovanou laminátovou fólií. Výrobce v manuálu uvádí, že detektor není spolehlivě schopen detektovat prořezávání skla řezačem skla a cenné předměty za sklem by měly být

pokryty snímačem pohybu. Všeobecně platí umístění detektoru do výšky 2,5 metru od podlahy a to buď na stěnu, nebo do rohu místnosti. [26]

Technické parametry

- Napájení PIR části lithiová baterie typ LS(T)14500 (3,6 V AA)
- Napájení GBS části lithiová baterie typ LS(T)14250 (3,6 V ½ AA)
- Typická životnost baterií cca 3 roky (spánek PIR senzoru 5 min.)
- Komunikační pásmo 868 MHz, protokol OASIS
- Komunikační dosah cca 300 m (přímá viditelnost)
- Doporučená instalační výška 2,5 m nad úrovní podlahy
- Úhel detekce / délka záběru PIR senzoru 120° / 12 m (se základní čočkou)
- Detekční vzdálenost rozbíjení skla: 9m (sklo min. 60 x 60cm)
- Prostředí dle ČSN EN 50131-1 II. vnitřní všeobecné
- Rozsah pracovních teplot -10 až +40 °C
- Rozměry 110 x 60 x 55 mm,
- Hmotnost 120 g
- Klasifikace dle ČSN EN 50131-1, ČSN EN 50131-2-2, ČSNEN 50131-5-3 stupeň 2. [26]

Zhodnocení

Kombinovaný bezdrátový detektor Jablotron JA-80PB v sobě integruje 2 detektory a vyvedený vstup pro magnetický kontakt, což považuji za velmi kladné. Součástí je i ochranný kontakt proti vytrhnutí detektoru ze svého uchycení. Výrobce garantuje na přímou viditelnost dosah až 300 metrů s detekční charakteristikou PIR 12 m a detektoru rozbítí skla 9 m, je tudíž vhodný pro použití ve větších místnostech v rozsáhlejších objektech. Detektor je konstruovaný dle ČSN EN 50131-1 II. vnitřní všeobecné pro použití do vnitřních místností, kde se mohou teploty pohybovat v rozmezí -10 až +40 °C. Bohužel detektor splňuje dle ČSN EN 50131-1, ČSN EN 50131-2-2, ČSN EN 50131-5-3 pouze 2. stupeň (nízké až střední riziko) a tudíž nebude splňovat přísnější kritéria pojišťoven. Výrobce dále uvádí použitelnost detektoru na ochranu všech druhů skel větších 60x60 cm včetně oken opatřených laminovanou fólií. Jak PIR část, tak GBS část se vyznačuje vysokou možností nastavení funkcí a je možné je přizpůsobit danému prostředí. Optiku PIR detektoru je možné vyměnit za jiné čočky, čímž absolutně změníme detekční charakteristiku a tvoří z něj univerzální prvek.

4.2 Srovnání parametrů jednotlivých bezkontaktních detektorů rozbití skla

Po předchozí analýze vlastností dojde v této části k porovnání zvolených detektorů mezi sebou. Součástí je zhodnocení do jakých typů objektů je vhodné daný typ detektoru použit.

Detektor GBS-210 díky primárnímu vyhodnocování změny tlaku je vhodný do objektů, kde je nutné kvalitní vyhodnocení a současně se v blízkosti nevyskytují zdroje planých poplachů. V porovnání s Glasstrekem má mnohem lepší vyhodnocování tříštění skla, ale je náchylnější k planým poplachům. Glasstrek má primární vyhodnocovací jev vysokofrekvenční fázi a nízkofrekvenční pouze k eliminaci falešných poplachů, což zaručuje vysokou imunitu vůči planým poplachům, ale ve správném rozpoznávání překonání chráněné plochy za GBS-210 viditelně zaostává. Vyhodnocovací metoda (3x3) Siemensu DL 500 je v porovnání s duální analýzou na ještě vyšší úrovni, protože se porovnávají 3 různé parametry ve 3 frekvenčních pásmech.

Typ komunikace s ústřednou je u všech vybraných detektorů drátový až na JA-80PB komunikující bezdrátově na frekvenci 868Mhz. Výhodou bezdrátové komunikace je snadná instalace bez nutnosti vedení kabeláže. Nevýhodou je nutnost občasné výměny baterií.

Detekční vzdálenost je u GBS-210 a JA-80PB 9 m s lineární proměnnou citlivostí, u Glasstrek je citlivost nastavitelná pouze ve 2 hodnotách a to malá 4,5m nebo velká 9 m, což zapříčiňuje malou možnost přizpůsobení danému objektu. U siemensu DL 500 je citlivost nastavována automaticky a detekční vzdálenost je pouze 6,5m. GBS-210, Glasstrek, JA-80PB jsou tedy vhodné i do větších místností. I přesto, že je v manuálu Siemens DL 500 uvedena možnost použití do větších prostorů, detekční vzdálenost 6,5m je v případě větších objektů nedostačující.

Dalším parametrem je minimální velikost střeženého skla. V tomto aspektu s nejnižší hodnotou 0,3x0,3m disponuje Siemens DL 500. Následuje za ním Glasstrek s hodnotou 0,4x0,6m a výrobky GBS-210 a JA-80PB od Jablotronu mají hodnotu stanovenou na 0,6x0,6m. Hodnota u DL 500 je vhodná z toho důvodu, že tak malým otvorem běžný člověk neproleze. U ostatních detektorů je velikost skleněné plochy větší a je nutné ho zabezpečit jiným způsobem (např. kontaktním detektorem rozbití skla).

Všechny detektory splňují dle ČSN EN 50131-1 třídu prostředí II. vnitřní všeobecné až na Siemens, kde hodnota není stanovena ani na stránkách oficiálního výrobce Siemens. Po kontaktování zástupce Siemens pro Českou republiku mně byly zaslány certifikáty, kde je stanovena dle klasifikace dle ČSN EN 50 131-1 třída prostředí I. vnitřní.

Klasifikace dle ČSN EN 50 131-1 je u GBS-210 a Glasstrek 3. Stupeň (střední až vysoké riziko), což je předpoklad pro použití do objektů s poměrně vysokým stupněm rizika a detektory splňují poměrně přísné požadavky pojišťoven. JA-80PB díky kombinaci detektorů a bezdrátovému přenosu signálu splňuje pouze 2. Stupeň (nízké až střední riziko) a u Siemensu DL 500 je stupeň zabezpečení stanoven na stejnou hodnotu.

Cenové rozmezí je od 590 Kč (Glasstrek) až 1766 Kč (JA-80PB).

	GBS-210 VIVO	GLASSTREK 457	DL 500	JA-80PB
Princip vyhodnocení tříštění skla	Duální analýza	Duální analýza	Metoda (3x3)	Duální analýza
Typ komunikace	Drátová	Drátová	Drátová	Bezdrátová
Detekční vzdálenost	9m	4,5m nebo 9m	6,5m	9m
Nastavitelná citlivost	Ano (lineární)	Ano (jen 2 stavy)	Ne (Automatická)	Ano (lineární)
Minimální velikost střeženého skla	0,6x0,6m	0,4x0,6m	0,3x0,3m	0,6x0,6m
Paměť poplachu	Ano (jumperem)	Ano (jumperem)	Ano (nenastavitelná)	Ano (nenastavitelná)
Třída prostředí dle ČSN EN 50131-1	II. vnitřní všeobecné	II. vnitřní všeobecné	I. vnitřní	II. vnitřní všeobecné
Klasifikace dle ČSN EN 50131-1	Stupeň 3	Stupeň 3	Stupeň 2	Stupeň 2
Kombinace s dalšími detektory	Ne	Ne	Ne	Ano (PIR+MK)
Cena vč. DPH	632,-	590,-	1704,-	1766,-

Tab. 1. Srovnání parametrů bezkontaktních detektorů rozbití skla.

5 NOVÉ TRENDY V OBLASTI DETEKTORŮ ROZBITÍ SKLA

V současné době se zlepšujícími se technologiemi jde i vývoj akustických detektorů rozbití skla dopředu. Požadavky ze strany zákazníků stále stoupají a trh je nucen na ně odpovídat. Nejvíce požadovanými parametry je zvyšování dosahu detektorů a schopnost pokrýt svojí detekční charakteristikou co největší počet oken a tím se vyhnout instalaci většího počtu detektorů. Samozřejmě detektor se musí vyznačovat bezchybným a přesným vyhodnocením projevů rozbití skla při vysoké odolnosti proti planým a falešným poplachům, což zaručuje kvalitní analýza signálu spolu se snímáním fyzikálních změn. Movitější zákazníci kladou vysoký důraz na konstrukci detektoru, aby detektor svým vzhledem nekazil estetičnost dané místnosti a zároveň byl co nejmenších rozměrů. Dalším výrazným trendem současnosti je kombinace detektoru rozbití skla s jinými detektory.

5.1 Kvalitnější snímání fyzikálních změn

Trend spěje ke kvalitnějšímu snímání fyzikálních změn z důvodu zvyšování požadavků systému na absolutní imunitu proti planým poplachům. Snímání akustického pásma u většiny současných detektorů je realizováno pomocí elektretového mikrofonu, který v sobě kombinuje poměrně kvalitní snímání zvuku s velmi vysokou citlivostí současně s velmi malými rozměry. Mnohdy se však z důvodu úspory peněz používají levné typy mikrofonů, což se pak projeví zkresleným signálem. Z toho vyplývá, že pokud použijeme jakkoliv kvalitní mikropočítač a software na analýzu signálu spolu s nekvalitním mikrofonem, tak výsledné vlastnosti detektoru budou absolutně zkresleny a tím znehodnoceny. U levnějších mikrofonů bývá zapojení realizováno nesymetricky pomocí dvou vodičů (v jednom veden signál, druhý slouží jako zemnicí vodič a stínění). U kvalitnějších mikrofonů je používáno symetrického zapojení (dvěma vodiči je veden signál v protifázi a třetí vodič slouží jako stínění).

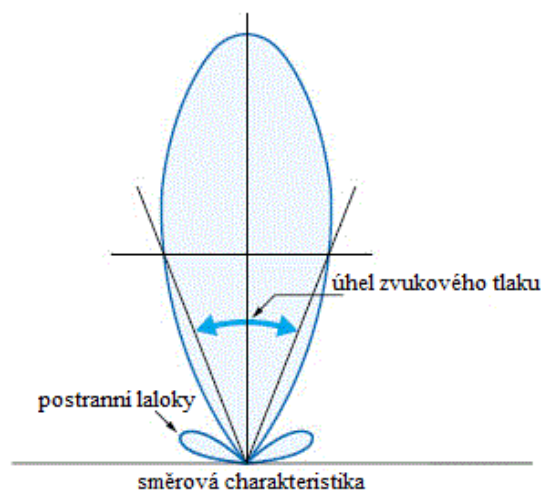
5.2 Kvalitnější analýza signálu

Většina současných akustických detektorů rozbití skla pracuje na duální analýze signálu, kdy se filtrují z celého frekvenčního pásma jen frekvence charakteristické rozbíjení skla. Analýza signálu je závislá na použitém mikropočítači, respektive na softwaru v něm nahaném. Stále častěji se objevují detektory, které filtrují větší množství frekvencí, a tím se rapidně snižuje výskyt planých poplachů. Všeobecně platí, čím více se filtruje signálů, tím je vyhodnocení přesnější. Avšak vyfiltrované signály musí přesně

odpovídat daným typům skla. A s tím souvisí i povinnost výrobců vložit rapidně více vzorků signálu do vnitřní paměti detektoru. Novým trendem v oblasti zkvalitňování vyhodnocení signálu je použití analýzy signálu na základě umělé inteligence a neuronové sítě. Neuronová síť je speciální druh analýzy, založený na systému učení vyznačující se velmi kvalitním a spolehlivým rozpoznáním akustických projevů rozbití skla. Tento druh analýzy používá jen velmi málo výrobců na trhu. Jedním z nich je Siemens s detektorem rozbití skla AGB 600, který však u českých distributorů ani na českých internetových stránkách není dostupný.

5.3 Zvyšování dosahu detektoru

Dosah detektoru je dán především použitým zvukovodem nasazeným na mikrofon a ziskem daného zesilovače. Dosah u běžně používaných akustických detektorů se pohybuje v rozmezí od 4,5 m do 10 m. Použitý zvukovod má danou určitou směrovou charakteristiku, která určuje do jaké vzdálenosti a v jaké šířce je zvuk snímán. Pro kruhové snímání se zvukovody nepoužívají, avšak pro snímání zvuku ze vzdáleného místa je vhodné použít zvukovod s úzce směrovou charakteristikou. Nevýhodou tohoto typu zvukovodu je velmi úzké snímání a poměrně velká délka zvukovodu. Další vlastnost vedoucí ke zvýšení dosahu detektoru je zisk použitého zesilovače. Při použití kvalitního zesilovače s vysokým ziskem, můžeme snímat zvuky z větší vzdálenosti, protože zachycený signál je následně několikanásobně zesílen pro další zpracování.



Obr. 33. Úzce směrová charakteristika s dlouhým dosahem.

5.4 Zvyšování výpočetního výkonu mikropočítače.

Zvyšování výkonu mikropočítačů je v současnosti velmi aktuálním trendem v odvětví mobilních telefonů, řízení technologických procesů nebo domácích spotřebičů. Ne jinak je tomu u bezkontaktních detektorů rozbití skla. Zvyšování výpočetního výkonu umožňuje implementovat do detektoru daleko pokročilejší software, umožňující kvalitnější analyzování signálu. Dostupnost je zapříčiněna snižujícími se náklady na lepší mikropočítače. Současné mikropočítače mají při zachování stejného rozměru daleko větší výkon nebo při zachování stejného výkonu daleko menší rozměry než před několika lety.

5.5 Vylepšení konstrukce

Jak už bylo zmíněno zlepšování konstrukce je hlavně dáno požadavky zákazníků, aby detektor esteticky zapadal mezi ostatní prvky v daném objektu. Požadavky na současné detektory jsou, aby byly co nejmenších rozměrů při zachování stejně kvalitních vyhodnocovacích vlastností. Častým vyskytujícím se prvkem je požadavek detektor přizpůsobit svou barvou danému prostředí. Levnější detektory bez systému detekce z montážního uchycení by měly mít zaoblený tvar až ke stěně, čímž by bylo znemožněno rukou jednoduše vytrhnout detektor z montážního uchycení. Novým typem jsou akustické detektory rozbití skla od GE Security konstruované pro zapuštění například do sádrokartonového stropu. V konečné instalaci takový typ detektoru skoro vůbec nevystupuje nad povrch stropu a jen velmi málo kazí estetičnost daného prostoru. Výhodou je 360° detekce rozbití skla. Demontáž pro potenciálního zloděje je poměrně složitou záležitostí.



Obr. 34. Nový typ detektoru pro zapuštění do stropu.[27]

5.6 Zvýšení kombinací s jinými detektory

V současnosti jsou technologie na velmi vysoké úrovni a všechno směřuje k integraci, je tomu tak i v oblasti akustických detektorů rozbití skla. Akustické detektory rozbití skla se nejčastěji kombinují s pasivními infračervenými detektory. Oba typy detektorů jsou založeny na rozdílném fyzikálním principu snímání a tím tvoří ucelený celek složitější na překonání. Detektor obsahuje v ústředně 2 nebo 3 adresy, kdy se samostatně se rozlišuje pohyb nebo rozbití skla a sabotáž. Při montáži je velmi důležité splnění požadavků na rozmístění detektoru v objektu a nastavení citlivosti z důvodu jiných fyzikálních principů obou částí. V současnosti se využívá i spojení akustického detektoru s magnetickými kontakty. Většinou tato funkce bývá realizována pouze pomocí vstupu na detektoru, zajišťující eliminaci falešných poplachů vyvolaných změnou tlaku v místnosti při otevření dveří. Tuhle kombinaci používá dříve zmiňovaný Jablotron JA-80PB (detailněji popsany ve 4. kapitole). Další alternativou je kombinace akustického detektoru s mikrovlnným detektorem, což se ale v praxi nevyužívá. Poměrně rychle se rozšiřujícím typem detektoru je bezpečnostní kamera s PIR detektorem a bezkontaktním detektorem rozbití skla. Tenhle typ detektoru úspěšně prodává český výrobce Jablotron pod názvem EYE-02 3G GSM. Díky použité 3G technologii je možné posílat objemnější videosekvence.

Kombinovat akustický detektor lze i s jinými typy detektorů, ale z použitých rozdílných činností jednotlivých fyzikálních principů je to téměř vylučující.



Obr. 35. Jablotron EYE-02 3G GSM. [28]

5.7 Zvyšování účinnosti bezkontaktních detektorů rozbití skla s různými typy skel a bezpečnostními fóliemi.

Akustické projevy při rozbití skla závisí převážně na druhu a šířce snímané skleněné plochy a s tím souvisí i vyhodnocovací reakce akustických detektorů. Jak bylo už dříve zmiňováno, většina moderních akustických detektorů pracuje na digitálním zpracování zvuku opatřených vlastní pamětí se vzorky signálu odpovídající určitým typům a šířkám skel. Zde je pouze na výrobci jakou škálu vzorků pro jednotlivá skla do něj uloží. Nejpoužívanější je klasické křemičité sklo, ale v objektech s vyšším stupněm rizika jsou to mnohdy tvrzené, temperované a bezpečnostní skla. Každé z těchto druhů skel se liší jinou tvrdostí a útlumem rozkmitu skla. Z těchto vlastností vychází i konečný akustický efekt při tříštění skla, na který je detektor konstruován. Dalším problémovým odvětvím bývá použití bezpečnostní fólie, která všeobecně tlumí projevy při destrukci a všeobecně snižuje citlivost detektoru o více než 25%. Tato snížená citlivost se projevuje jako pokles schopnosti rozpoznání projevu rozbití skla.



Obr. 36. Sklo po úderu opatřené bezpečnostní fólií. [29]

5.8 Snižování příkonu detektoru

Snižování příkonu detektoru je taktéž požadavkem na nové typy detektorů rozbití skla. Trend zmenšování proudového odběru se řeší osazení základní desky mikropočítačem a součástkami s menším proudovým odběrem. Důvod vedoucí ke snížení odběru je hlavně snížení výkonů základních a záložních zdrojů a při bezdrátovém přenosu se snížení odběru projeví jako delší životnost baterie. Problém vyššího odběru proudu je často u kabelového vedení způsoben použitím nekvalitních přívodních vodičů s vysokou elektrickým odporem daný vztahem:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} [\Omega] \quad (2)$$

R - Elektrický odpor

ρ - Rezistivita materiálu

l - Délka vodiče

S - Průřez vodiče

Je vhodné tedy použití materiálů s nízkou rezistivou ρ jako měď nebo pozlacení nebo postříbření obvodů vodičů a kontaktů. Elektrický odpor je závislý také na délce vodiče, tudíž je vhodné umístění detektoru vůči ústředně volit tak, aby vzdálenost byla co nejmenší. U systémů založených na bezdrátovém přenosu tento problém úplně odpadá.

5.9 Realizace antimaskingu u většiny detektorů rozbití skla

V současnosti je antimasking používán většinou u PIR detektorů nebo u kamerových systémů. Avšak u většiny současných detektorů rozbití skla se antimasking nenechází. U všech výrobců detektorů rozbití skla lze najít pouze tamper sloužící k ochraně proti vyjmutí krytu. Přitom ucpání zvukovodu je velmi rychlou záležitostí, čímž je detektor úplně vyřazen z provozu. Každý současný detektor by měl obsahovat zařízení, které se bude samo sebe testovat. U detektorů splňujících vyšší stupeň rizika je antimasking proveden integrací malého reproduktoru generující zvuky o dané intenzitě a tím testují správnou funkci mikrofону.

5.10 Šifrovaný bezdrátový přenos

V současné době se poměrně rozšiřují bezpečnostní systémy založené na bezdrátové komunikaci detektorů rozbití skla a ústředny. Bezdrátová komunikace lze poměrně velmi snadno odposlouchávat, pokud není komunikace šifrovaná. Vzniká tedy riziko odposlouchávání komunikace zlodějem nebo dokonce vyřazení detektorů z provozu. Proto se posílaný signál zajišťuje šifrovaným protokolem. Trend bezdrátového přenosu se rozšiřuje z důvodu odpadnutí většiny montážních prací, což se projevuje nízkou dobou instalací systému a tudíž nízkou cenou za instalační práce. Nevýhoda je však v občasně výměně baterií (většinou 3 roky). Jako příklad zde uvedu bezpečnostní systém OASIS od firmy Jablotron pracující ve frekvenčním pásmu 868 MHz, komunikující na vzdálenost až několika stovek metrů. Antény detektorů rozbití skla jsou skryty uvnitř a každých 9 minut je prováděna kontrola připravenosti bezdrátových prvků systému. Velmi důležitý aspekt při bezdrátovém přenosu je splňování elektromagnetické kompatibility (EMC).

ZÁVĚR

Zajištění fyzické bezpečnosti objektu lze provést fyzickou ochranou, režimovými opatřeními, technickou ochranou. V mé bakalářské práci jsem se zabýval ochrannou skleněných ploch patřící do technické ochrany. V současnosti jsou detektory rozbití skla poměrně vyhledávaným odvětvím z důvodu vysokého počtu vloupání do objektů právě přes prosklené výplně. Používání akustických detektorů rozbití skla je velmi rozšířené z důvodu snadné instalace a možností pokrytí jedním detektorem několik oken v dosahu.

V první části mé bakalářské práce jsem specifikoval základní požadavky na zajištění fyzické ochrany objektu, popsal jsem jednotlivé druhy ochran. Především jsem se zaměřil na detektory rozbití skla.

V druhé části jsem se zaměřil na bezkontaktní detektory rozbití skla a poměrně detailně jsem zde popsal fyzikální principy činnosti aktivních bezkontaktních detektorů rozbití skla a akustických detektorů rozbití skla. Součástí je také analýza signálů doprovázející rozbíjení skla.

Ve třetí části jsem se zabýval umístováním akustických detektorů rozbití skla v objektu, jaké kritéria na systém působí a na čem umístění detektoru závisí. Následně jsem popsal jednotlivé používané prvky vedoucí k odolnosti proti sabotáži (například antimasking, detekce vyjmutí z montážního uchycení, odolnost nastavené orientace).

V následující části jsem analyzoval a následně porovnal vybrané detektory rozbití skla (Jablotron GBS-210, Paradox Glasstrek 457, Siemens DL 500, Jablotron JA-80PB). U prvních dvou detektorů byly součástí grafy znázorňující pokusy o překonání skleněné plochy (rozbití skla, rozbití skla s polepem, promáčknutí skla, promáčknutí skla s polepem). Z toho jsem zjistil jejich základní klady a zápory. Následně jsem zmiňované detektory porovnal mezi sebou a usoudil, do jakého typu objektu jsou vhodné.

V závěru mé bakalářské práce jsem provedl přehled nových technologií a trendů z dané oblasti. Zjistil jsem, že v současné době se technologie posunují rychle dopředu a nejvíce požadovanými parametry je zvýšení dosahu a schopnost pokrýt svojí detekční charakteristikou co největší počet oken. Dalšími trendy je kombinace akustických detektorů s jinými detektory, snížení rozměrů, kvalitnější vyhodnocování fyzikálních změn, snížení odběru detektoru, šifrovaný přenos u bezdrátové komunikace aj. Bakalářská práce může sloužit jako přehled detektorů rozbití skla v plášt'ové ochraně.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Ensure the physical security of the object can perform physical protection, regime measures, technical protection. In my bachelor's work I was a protective glass areas belonging to the technical protection. Currently, glass break detectors are relatively popular industry because of the high number of burglaries to premises through the glass fill. The use of acoustic glass break detectors is very widespread due to the easy setup and options coverage of one detector a few windows in the range.

In the first part of my bachelor thesis I should spell out the basic requirements to ensure the physical protection of the object, I described various types of protections. In particular, I focused on the glass break detectors.

In the second part, I focused on the noncontact glass break detectors and relatively detailed I'm here described the physical principles of the activity of the active noncontact glass break detectors and acoustic glass break detectors. Part of the analysis of the signals is also accompanying the smashing glass.

In the third part I eliminates difficult positioning of acoustic glass break detectors in an object, what criteria the system operates and what position the detector depends on. Then I described individual used elements leading to resistance against sabotage (such as antimasking, detection of removal from the assembly anchorage, resistance set up orientation).

In the following section I analyzed, and subsequently compare selected glass break detectors (Jablotron GBS-210, Paradox, Glasstrek 457, Siemens DL 500, Jablotron JA-80PB). For the first two detectors were part of the graphs showing the attempts to overcome the glass surface (breaking glass, breakage of glass with a special foil, Dent glass, Dent glass with a special foil). I found their pros and cons. Subsequently I mentioned detectors compared among themselves and decided what type of object are appropriate.

In conclusion, my bachelor's work I have done an overview of new technologies and trends in the field. I found that currently, the technologies move forward rapidly and most of the required parameters is to increase the range and ability to cover his detection feature the largest number of windows. Other trends is the combination of acoustic detectors and other detectors, the reduction in size, the better the evaluation of physical

changes, reduce the sampling of the detector, the encrypted traffic in wireless communications, etc.

This thesis can serve as an overview of the glass break detectors in shell protection.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management I*. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011, 316 s. ISBN 978-80-87500-05-7 (BROŽ.).
- [2] *ZSTGM SVITAVY: Exkurze Terezín* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.zstgm.svitavy.cz/Exkurze_Terezin_2008/DSC07273.jpg
- [3] KINDL, Jiří. *Projektování bezpečnostních systémů I*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7318-554-1 (BROŽ.).
- [4] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
- [5] *HomeSecuritySystem: and home automation products* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.homesecuritysystems.co.uk/shop/wireless-burglar-alarms-wireless-home-security-systems/jablotron-oasis/alarm-packages/jablotron-oasis-3-bed-house-alarm-kit/prod_77.html
- [6] ČSN EN 50131-1. Systémové požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2007 40s.
- [7] *I4wifi.cz: Alarmy Jablotron* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://www.i4wifi.cz/ja-83p-bezdratovy-pir-detektor-zmenseny-design_d1645.html
- [8] *Magazín Security: Časopis pro vaši bezpečnost*. Praha: FamilyMedia, 2011, roč. 2011, č. 1. ISSN 1210-8723-01.
- [9] *Alarm Company System: Glassbreak sensors* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.alarmcompanysystem.com/2011/10/glass-break-sensors.html>
- [10] *SCHMEISSNER: Active glassbreak detectors* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.schmeissner-gmbh.de/index.php?lang=en&page=Products§ion=active>
- [11] *Pandatron: Elektrotechnický magazín* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: http://pandatron.cz/?65&ir_zavora
- [12] *HW.cz: Navrhujeme odolný detektor tříštění skla* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/teorie-a-praxe/navrhujeme-odolny-detektor-tristeni-skla-1cast.html>

- [13] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Mikrofon* [online]. c2012 [citováno 2. 05. 2012]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Mikrofon&oldid=8402201>
- [14] Analogový signál. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Analogovy_signal
- [15] *Panwiki.panska.cz: Spojitý analogový signál* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://panwiki.panska.cz/index.php/Soubor:Spojit%C3%BD-detail.png>
- [16] *IBA.MUNI.CZ: vzorkování signálů* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.iba.muni.cz/summer-school2009/res/file/holcik-vzorkovani.pdf>
- [17] Příspěvatelé Wikipedie, *Vzorkování* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2011, Datum poslední revize 30. 10. 2011, 21:25 UTC, [citováno 2. 05. 2012] <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Vzorkov%C3%A1n%C3%AD&oldid=7562604>
- [18] Příspěvatelé Wikipedie, *Kvantování (signál)* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2011, Datum poslední revize 10. 12. 2011, 20:55 UTC, [citováno 2. 05. 2012] [http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Kvantov%C3%A1n%C3%AD_\(sign%C3%A1l\)&oldid=7718115](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Kvantov%C3%A1n%C3%AD_(sign%C3%A1l)&oldid=7718115)
- [19] *Elektronika.kvalitne: Rychlá Fourierova transformace* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://elektronika.kvalitne.cz/ATMEL/necoteorie/transformation/AVRFFT/AVRFFT.html>
- [20] *Bartipan.net: Rychlá Fourierova transformace* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://bartipan.net/zvi/exam.pdf>
- [21] *Akela.mendelu.cz: Technické vybavení* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~jprich/predn/technicke_vybaveni.pdf
- [22] *ELCAR: Akustické snímače* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.elcar.cz/51-akusticke-snimace>

- [23] JABLOTRON ALARMS A.S. *Jablotron* [online]. 2008 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://detektor.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/detektory/pir+a+gbs+d+etektory/gbs210+vivo+detektor+rozbiti+skla/>
- [24] ALARMPRODEJ. *ALARMPRODEJ* [online]. 1. vyd. 1993 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.alarmprodej.cz/alarmprodej/eshop/0/0/5/156-Glasstrek-457-Detektor-rozbiti-skla/description#anch1>
- [25] Siemens: Detektory tříštění skla. *Siemens* [online]. Siemens AG, 2011 [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/infrastructure-cities/IBT/pozarni_a_bezpecnostni_systemy/elektronicka_zabezpecovaci_signalizace/dts/Pages/DL500.aspx
- [26] JABLOTRON ALARMS A.S. *Jablotron* [online]. 2008 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/oasis+868mhz/detektory/j+a+80pb+bezdratovy+detektor+pohybu+osob+a+rozbiti+skla/>
- [27] *123securityproducts: GE Security 5820A-W* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.123securityproducts.com/5820a-w.html>
- [28] *Jablotron: Creating Alarms* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/bezpecnostni+kamery/>
- [29] *Novinky* [online]. 2012 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://media.novinky.cz/239/152399-original-osh9z.jpg>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČR	Česká republika
GBS	Glassbreak
PZS	Poplachové zabezpečovací systémy
EPS	Elektronická požární signalizace
ACS	Access systém
CCTV	Closed Circuit Television
A/D	Analogově digitální
PIR	Pasivní infračervený detektor
VKV	Velmi krátké vlny
VF	Vysokofrekvenční
LED	Light emitting diode
FET	Field effect transistor
DFT	Diskrétní Fourierova transformace
FFT	Fast Fourier transform
IP	Ingress protection
DIP	DIP (minipřepínač)
3G	3rd generation mobile telecommunications
EMC	Elektromagnetická kompatibilita

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Příklad klasické ochrany - uměle vytvořený příkop.</i>	10
<i>Obr. 2. Poplachový zabezpečovací systém OASIS od firmy Jablotron a.s.</i>	13
<i>Obr. 3. Detektor narušení: PIR JA-83 od Jablotronu.</i>	14
<i>Obr. 4. Princip vícestupňové ochrany.</i>	17
<i>Obr. 5. Zapojení poplachové fólie.</i>	19
<i>Obr. 6. Zapojení fóliových polepů.</i>	19
<i>Obr. 7. Kontaktní detektor rozbití skla GBS 1.</i>	20
<i>Obr. 8. MAGS - 2 aktivní kontaktní detektor rozbití skla.</i>	21
<i>Obr. 9. Princip činnosti aktivních bezkontaktních detektorů rozbití skla.</i>	23
<i>Obr. 10. Elektromagnetické spektrum.</i>	23
<i>Obr. 11. Příklad modulace infračerveného paprsku.</i>	24
<i>Obr. 12. Časový průběh akustického signálu při destrukci skla.</i>	26
<i>Obr. 13. Frekvenční spektrum akustického signálu při destrukci skla.</i>	26
<i>Obr. 14. Popis elektretového mikrofону.</i>	28
<i>Obr. 15. Analogový spojitý signál.</i>	29
<i>Obr. 16. Blokové schéma obvodu analogového zpracování signálu.</i>	30
<i>Obr. 17. Schéma zapojení - Wiennův článek.</i>	31
<i>Obr. 18. Schéma zapojení pásmové propusti.</i>	31
<i>Obr. 19. Blokové schéma obvodu digitálního zpracování signálu.</i>	32
<i>Obr. 20. Vzorkování a následné kvantování analogového signálu.</i>	34
<i>Obr. 21. Výsledný signál po digitalizaci.</i>	34
<i>Obr. 22. Zjednodušené schéma a Algoritmus digitálního zpracování signálu.</i>	35
<i>Obr. 23. Detekční charakteristiky bezkontaktních detektorů rozbití skla.</i>	38
<i>Obr. 24. Umístění na stěnu.</i>	38
<i>Obr. 25. Umístění na strop.</i>	38
<i>Obr. 26. Umístění nad okna.</i>	39
<i>Obr. 27. Tester bezkontaktního detektoru rozbití skla GBS-212.</i>	39
<i>Obr. 28. Jablotron GBS-210 VIVO.</i>	44
<i>Obr. 29. Paradox Glasstrek 457.</i>	46
<i>Obr. 30. Siemens DL 500.</i>	49
<i>Obr. 31. Jablotron JA-80PB (PIR+GBS).</i>	50
<i>Obr. 32. Detekční charakteristiky JA-80PB.</i>	51

<i>Obr. 33. Úzce směrová charakteristika s dlouhým dosahem.....</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 34. Nový typ detektoru pro zapuštění do stropu.....</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 35. Jablotron EYE-02 3G GSM.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 36. Sklo po úderu opatřené bezpečnostní fólií.....</i>	<i>60</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1. Způsoby vniknutí do objektů.....</i>	<i>17</i>
<i>Graf 2. Způsoby vniknutí přes okenní prostupy.....</i>	<i>18</i>
<i>Graf 3. Úspěšnost detekce detektoru GBS-210 VIVO.....</i>	<i>45</i>
<i>Graf 4. Úspěšnost detekce detektoru Glasstrek 457.....</i>	<i>47</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Srovnání parametrů bezkontaktních detektorů rozbití skla</i>	<i>55</i>
---	-----------

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Certifikát Jablotron Alarms a.s.

PŘÍLOHA P I: CERTIFIKÁT JABLOTRON ALARMS, A.S.

CQS - Sdružení pro certifikaci systémů jakosti
Pod Lisem 129, 171 02 Praha 8 - Troja
Česká republika

CQS je certifikačním orgánem, akreditovaným podle normy ČSN EN ISO/IEC 17021:2007 Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. pod registračním číslem 3029 pro certifikaci systémů managementu kvality



CERTIFIKÁT

číslo: CQS 2261/2011

CQS - Sdružení pro certifikaci systémů jakosti
na základě kladného výsledku certifikačního auditu
prohlašuje, že systém managementu kvality

JABLOTRON ALARMS a.s.
Pod Skalkou 4567/33, 466 01 Jablonec nad Nisou, Česká republika
Sklad: Budova CS Cargo, Ampérova 500, 463 12 Liberec - Doubí

byl prověřen a shledán v souladu s požadavky

ČSN EN ISO 9001 : 2009

Tento certifikát platí pro procesy:

- **Vývoj, výroba a prodej elektronických poplachových systémů**

Platnost certifikátu omezena do: 14. 12. 2014

Datum rozhodnutí: 14. 12. 2011

Datum vydání: 14. 12. 2011

Datum udělení prvního certifikátu: 25. 05. 1999




Ing. Jana Olšanská
Vedoucí certifikačního orgánu



Členové CQS*:
Elektrotechnický zkušební ústav, s.p., Fyzikálně technický zkušební ústav, s.p., Institut pro testování a certifikaci, a.s., Strojírenský zkušební ústav, s.p., Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p. – odstěpný závod – ZÚLP, Textilní zkušební ústav, s.p.

* Seznam členů CQS platný v době vydání certifikátu. Aktuální seznam je k dispozici na www.cqs.cz.