



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

VÝUKOVÝ SOFTWARE PRO NÁVRH POPLACHOVÉHO ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU

TEACHING SOFTWARE FOR DESIGNING AN INTRUSION ALARM SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondrej Malík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Karel Burda, CSc.

BRNO 2019

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Informační bezpečnost**

Ústav telekomunikací

Student: Ondřej Malík

ID: 195818

Ročník: 3

Akademický rok: 2018/19

NÁZEV TÉMATU:

Výukový software pro návrh poplachového zabezpečovacího systému

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nastudujte a popište problematiku návrhu poplachových zabezpečovacích systémů (PZS). Na tomto základě vytvořte software pro návrh PZS. Budoucí program by měl umožnit vytvářet půdorysy jednoduchých staveb, vkládat do nich značky prvků PZS, zakreslovat detekční diagramy detektorů a kabeláž PZS. Součástí programu by měla být i databáze produktů řady JA-80 a JA-100. S její pomocí by program měl umožnit vytvořit rozpis prvků a cenovou kalkulaci. Grafické i textové výstupy programu by měly být exportovatelné do běžných textových editorů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] Fikejs J.: Software pro podporu projektování elektrické zabezpečovací signalizace. (Diplomová práce). VUT v Brně, Brno 2010.

[2] Burda K.: Základy elektronických zabezpečovacích systémů. CERM, Brno 2018.

Termín zadání: 1.2.2019

Termín odevzdání: 27.5.2019

Vedoucí práce: doc. Ing. Karel Burda, CSc.

Konzultant:

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Cílem této práce je vytvořit software, který bude sloužit studentům předmětu *Zabezpečovací systémy* při vytváření projektu. Náplní tohoto projektu je popsat fiktivní malou nemovitost a navrhnout do ní poplachový zabezpečovací systém (PZS). V teoretické části práce se věnujeme rozboru fungování PZS a jeho částí. Všechny tyto principy jsou důležité pro správné navrhnutí funkčního a spolehlivého systému. Na tomto základě byla v této práci vytvořena webová aplikace, sloužící na vytvoření podkladů pro vyhotovení dokumentace k takovému systému, pro účely projektu. Fungování aplikace je popsáno v druhé části práce.

KLÍČOVÁ SLOVA

poplachové zabezpečovací systémy, domácí bezpečnost, projektování, webová aplikace

ABSTRACT

In this thesis, we propose a web application for creating basis of documentation for intrusion alarm systems. The application will serve students of the course *Security systems* for their project work. In the first part of the thesis, we describe general principles of intrusion alarm systems operation that are important for a correct design of a functional and secure alarm system. The proposed application builds on these principles and its functioning is described in the second part of the thesis.

KEYWORDS

intrusion alarm systems, home security, system designing, web application

MALÍK, Ondrej. *Výukový software pro návrh poplachového zabezpečovacího systému*. Brno, 2019, 55 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací. Vedoucí práce: doc. Ing. Karel Burda, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Výukový software pro návrh poplachového zabezpečovacího systému“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Karlovi Burdovi, CSc. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno

.....

podpis autora

Obsah

Úvod	10
1 Teoretická část	11
1.1 Úvod do PZS	11
1.2 Normalizace	11
1.3 Architektura PZS	12
1.3.1 Ústředna	12
1.3.2 Detektory	13
1.3.3 Informační zařízení	13
1.3.4 Akční zařízení	14
1.3.5 Ovládací zařízení	15
1.4 Detektory	15
1.4.1 Úvod k detektorům	15
1.4.2 Předmětové detektory	18
1.4.3 Překážkové detektory	23
1.4.4 Objemové detektory	27
1.4.5 Hraniční detektory	32
1.4.6 Další detektory	33
1.5 Kabelové PZS	34
1.5.1 Smyčkové	34
1.5.2 Sběrníkové	37
1.5.3 Kombinované	38
1.6 Rádiové PZS	38
1.7 Hybridní PZS	39
1.8 Návrh PZS	39
1.8.1 Potřebné informace o objektu	39
1.8.2 Stupeň zabezpečení objektu	40
1.8.3 Typy zařízení	41
1.8.4 Dokumentace	42
2 Softwarové řešení	44
2.1 Účel softwaru	44
2.2 Náskres	44
2.2.1 Funkce <i>Kreslení a Vrstvy</i>	44
2.2.2 Funkce <i>Prvky PZS a Detektory</i>	45
2.2.3 Funkce <i>Kabeláž a Diagramy</i>	45
2.3 Použitý materiál	47

2.3.1	Přidání zařízení	47
2.3.2	Rozšíření databáze	48
2.4	Export	49
3	Závěr	51
	Literatura	52
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	53
	Seznam příloh	54
A	Obsah přiloženého CD	55

Seznam obrázků

1.1	Pasivní detektor	16
1.2	Aktivní direktivní detektor	17
1.3	Aktivní reflexní detektor	17
1.4	Vícevrstvá ochrana	17
1.5	Zavěšení předmětu	19
1.6	Stav střežení	19
1.7	Svěšení předmětu	20
1.8	Fóliový tenzometr	21
1.9	Tenzometr na podložkovém detektoru	21
1.10	Působení síly F	21
1.11	Piezoelektrický akcelerometr	22
1.12	Kapacitní akcelerometr	23
1.13	Jazyčkový snímač	24
1.14	Kuličkový spínač – sepnutý	24
1.15	Kuličkový snímač – rozepnutý	25
1.16	1. sekunda změny akustického tlaku při rozbití skleněné tabule	25
1.17	Mikrofonní detektor tříštění skla	26
1.18	PIR snímač	27
1.19	Začátek působení IR záření	28
1.20	Další dopadající IR záření	28
1.21	Ochlazování	28
1.22	Soustava Fresnelových čoček	29
1.23	PIR detektor - detekční diagram při pohledu shora	29
1.24	MW detektor – schéma	31
1.25	Liniový infračervený detektor	32
1.26	Smyčkový systém	35
1.27	Sabotážní smyčka	35
1.28	Dvojitě vyvážená smyčka	35
1.29	Trojitě vyvážená smyčka	36
1.30	Sběrníkový systém	37
1.31	Datový rámeček	37
1.32	Kombinovaný systém	38
1.33	Diagramy prvků PZS	43
2.1	Vzorový náčrt	46
2.2	Vzorový detekční diagram mikrofonního detektoru (dosah detektoru je 9 metrů) a pohybového detektoru (úhel detekce je 120 stupňů a dosah detektoru 12 metrů)	47

Seznam tabulek

1.1	Dvojitě vyvážená smyčka – stavy	36
1.2	Trojitě vyvážená smyčka – stavy	36
1.3	Stupeň zabezpečení objektu	40
1.4	Minimální úroveň strážení	41
2.1	Vzorová exportovaná tabulka	49

Úvod

Cílem této bakalářské práce je vytvořit software, který bude sloužit studentům předmětu *Zabezpečovací systémy* při vytváření projektu. Náplní tohoto projektu je popsat fiktivní malou nemovitost a navrhnout do ní poplachový zabezpečovací systém (PZS). Systém má být navržený podle projektantských pravidel. Postup návrhu takového systému je vysvětlený v teoretické části práce. Tato práce může studentům sloužit i pro prohloubení znalostí o návrhu PZS a nastudování všech souvislostí potřebných k vytvoření kvalitního projektu. V teoretické části jsou proto vysvětleny i principy fungování jednotlivých částí systému, jelikož autor zastává názor, že jediné po pochopení celé problematiky, je student schopen navrhnout kvalitní funkční systém. V problematice poplachových zabezpečovacích systémů se střetneme s mnoha fyzikálními jevy. Vysvětlení jejich principů je v téhle práci doplněno mnoha obrázky. Rozsah téhle práce je právě kvůli tomu poněkud větší, než je obvyklé. Autor však má za to, že schémata a obrázky jsou nejlepším způsobem vysvětlení složitých principů.

V dnešní době můžeme pozorovat narůstající zájem o poplachové zabezpečovací systémy. Díky jejich zvyšující se přesnosti a snižující se ceně se stávají dostupnými i pro širokou veřejnost. Možnost integrace domácí automatizace do systému PZS je velmi lukrativní, protože dává možnost mít moderní dům za rozumnou cenu. Prvky systému PZS sloužící na ochranu jsou dnes dostupné s dobrou kvalitou za rozumné ceny. I proto se výrobci nejvíce soustředí na vývoj domácí automatizace. V téhle oblasti je stále hodně prostoru na vývoj nových technologií. Mnohokrát si zákazník při volbě firmy od které si zabezpečovací systém koupí, vybere právě firmu, která nabízí největší možnost domácí automatizace. Hlavním důvodem na pořízení PZS však zůstává jeho schopnost zabezpečit majetek zákazníků. Jelikož ceny nemovitostí jsou pořád vyšší a půda cennější, lidem dává smysl využít veškeré prostředky na jejich zabezpečení. Systém PZS jim také dává možnost mít přehled o jejich nemovitosti i na dálku. Návrh domácí automatizace není součástí projektu z předmětu *Zabezpečovací systémy*, proto v téhle práci klademe důraz na bezpečnostní prvky PZS.

1 Teoretická část

1.1 Úvod do PZS

V téhle části se budeme věnovat teoretickému rozboru problematiky poplachových zabezpečovacích systémů. PZS je systém určený pro ochranu cenných aktiv a osob, nebo na zabránění osobám v opuštění střeženého objektu. Jelikož pozůstává z mnohých prvků, navrhnutí takového systému, podle veškerých norem a pravidel, je velmi komplexní úloha. K základním prvkům patří:

- ústředna,
- detektory,
- informační zařízení,
- akční zařízení,
- ovládací zařízení,
- komunikační systém.

Jednotlivé prvky systému musí komunikovat s ústřednou. Existuje několik typů komunikačních kanálů, které PZS využívají. Základními jsou metalické kabely a rádiové pásmo. Podle typu kanálů použitého v systému, rozdělujeme PZS na:

- kabelové PZS,
- rádiové PZS,
- hybridní PZS.

Komunikační systém jako prvek PZS si proto vysvětlíme na každém typu PZS zvlášť. Třeba brát v úvahu, že oblast zabezpečovacích systémů je neustále technologicky inovovaná a některé klasické typy jednotlivých prvků systému jsou nahrazované novějšími. Dnes už poznáme například systémy integrované do LAN sítě.

Návrh zabezpečovacího systému je komplikovaná úloha, kterou zvládne jenom profesionál. Proto se v téhle části budeme taky věnovat teoretickému popsaní jednotlivých kroků a metod, které se při návrhu takového systému využívají.

1.2 Normalizace

Systémové požadavky poplachových zabezpečovacích systémů stanoví norma ČSN EN 50131 ED.2. V platnosti je od roku 2006 a od roku 2008 je náhradou starší normy ČSN EN 50131-1. Je českou verzí evropské normy EN 50131-1:2006. Obsahuje tyto části:

- část 1 – Systémové požadavky,
- část 2-2 – Požadavky na pasivní infračervené detektor,
- část 2-3 – Požadavky na mikrovlnné detektory,

- část 2-4 – Požadavky na kombinované pasivní infračervené a mikrovlnné detektory,
- část 2-5 – Požadavky na kombinované pasivní infračervené a ultrazvukové detektory,
- část 2-6 – Požadavky na kontakty otevření (magnetické),
- část 2-7-1 – Detektory narušení – Detektory rozbíjení skla (akustické),
- část 2-7-2 – Detektory narušení – Detektory rozbíjení skla (pasivní),
- část 2-7-3 – Detektory narušení – Detektory rozbíjení skla (aktivní),
- část 2-8 – Detektory narušení – Vibrační detektory,
- část 2-9 – Detektory narušení – Aktivní infra-detektory,
- část 3 – Ústředny,
- část 4 – Výstražná zařízení,
- část 5 – Požadavky na drátové propojovací zařízení umístěné ve střeženém prostoru,
- část 5-3 – Požadavky na propojovací zařízení využívající bezdrátové propojení,
- část 6 – Napájecí zdroje,
- část 7 – Pokyny pro aplikace,
- část 8 – Zamlžovací bezpečnostní zařízení/systémy,
- část 9 – Ověření poplachu – Metody a principy. [1]

1.3 Architektura PZS

1.3.1 Ústředna

Ústředna je řídicím prvkem PZS. Její úlohou je přijímat informace od detektorů a ovládacích zařízení, vyhodnocovat je a následně zadávat úlohy informačním a akčním zařízením. Pro bezchybné fungování systému je nutné, aby ústředna pracovala neustále a aby byla celý čas propojená se všemi částmi systému. Z tohoto důvodu musí být kromě napojení na hlavní energetickou síť, připojena na výkonný záložní akumulátor. V případě narušení hlavního napájení, ústředna vyhlásí sabotáž. Akčním a informačním zařízením je odeslaná úloha informovat okolí a obsluhu systému o změně stavu systému.

Hlavními vstupními informacemi pro ústřednu jsou hlášení od detektorů, které jsou posílány v nastavených časových intervalech. K základním typům hlášení patří:

- klid – detektor nezachytil žádný incident a s detektorem nebylo neoprávněně manipulováno,
- poplach – detektor identifikoval incident,
- sabotáž – s detektorem bylo neoprávněně manipulováno,
- porucha – detektor oznamuje technickou závadu (slabá baterie, ...). [3]

V případě, že ústředna od detektoru neobdrží hlášení v stanoveném čase, vyhlásí automaticky sabotáž.

Ústředna se běžně nachází v jednom ze dvou následujících základních stavů.

- Zastřeženo – ústředna reaguje na všechny typy hlášení od detektorů. V případě hlášení poplachu a sabotáže, odešle úlohu příslušným akčním a informačním zařízením, aby reagovala na narušení chráněné oblasti. Ústřednu do tohoto stavu přepíná obsluha v čase, kdy se v oblasti nemá nacházet žádná osoba.
- Odstřeženo – do tohoto stavu obsluha přepne ústřednu v čase, kdy se ve střeženém objektu nacházejí pověřené osoby. Detektory se chovají stejně jako v stavu „Zastřeženo“, avšak ústředna ignoruje hlášení typu poplach od některých z nich (zejména od detektorů pohybu a otevření). Na hlášení od některých detektorů je však nutné, aby ústředna odpověděla i v tomto stavu. Jsou to zejména požární a substanční detektory sloužící k detekci požárů a nežádoucích látek. Na hlášení typu sabotáž, ústředna odpovídá vždy. Jedná se totiž o zásah do chodu detektoru, který může v budoucnosti způsobit jeho nefunkčnost. Na které detektory ústředna reaguje i v stavu „Odstřeženo“ si podrobně rozebereme v části 1.8.3. [3]

Ústředna komunikuje s obsluhou přes informační zařízení. Za tímto účelem bývá vybavena různými komunikačními prostředky. Nejčastějším komunikátorem je **GSM**. Po vložení SIM karty je ústředna připojená v síti GSM a může posílat zprávy přímo na mobil obsluhy. Druhým často používaným komunikátorem je **GPRS**. Jedná se o zařízení druhé generace bezdrátových mobilních telekomunikačních zařízení, které umožňuje připojení k internetu přes GSM síť a posílání zpráv obsluze do mobilní aplikace. Ústředny bývají dnes také vybaveny třetí generací těchto zařízení, která má označení **3G**. Vyznačuje se vyšší rychlostí posílání dat přes GSM síť. Jestli se v chráněném objektu nachází domácí LAN síť, je možné ústřednu vybavit **LAN** komunikátorem a připojit ji k této síti. Výhodou je vyšší rychlost posílaných dat, avšak problémem mohou být častější výpadky sítě. [4]

1.3.2 Detektory

Nejrozšířenější části poplachových zabezpečovacích systémů jsou detektory. Jejich problematika je však natolik komplexní, že v téhle práci je jim vyhrazena samostatná sekce (viz sekce 1.4).

1.3.3 Informační zařízení

Tyto zařízení slouží na informování o stavu systému a chráněné oblasti. Prvními a dodnes používanými jsou akustické a světelné zařízení jako siréna a světelný maják.

Jejich hlavní funkcí je upozornění okolí na detekovaný incident a odřazení útočníka od další nežádoucí aktivity.

Druhým typem dnes používaných zařízení jsou zařízení datové. Slouží hlavně na upozornění obsluhy, nejčastěji přes počítač nebo chytrý telefon. V moderních zabezpečovacích systémech tyto zařízení spojují informační a ovládací funkci. Pro obsluhu je jednodušší mít celý systém pod kontrolou na chytrém telefonu pomocí aplikace. Pro správné fungování těchto zařízení musí být ústředna vybavena příslušnými komunikačními rozhraními. Nejlepší variantou je kombinování dostupných komunikačních kanálů, zejména internetu a mobilní sítě. Informace o stavu systému a kontrolované oblasti jsou tak posílány do aplikace pomocí internetu (rozhraní RJ-45, Wi-Fi, ...) a zároveň pomocí mobilní sítě (rozhraní GSM). V aplikaci tak máme uchovaný přehled o hlášeních z minulosti. [1]

Stále víc je dnes využíván systém upozornění policie nebo privátní bezpečnostní agentury na incident, zasláním informace na pult centrální ochrany (PCO). Zásah proti útočnickovi je tak rychlejší a jeho zadržení pravděpodobnější. Tato metoda může být využita i v případě požáru nebo zatopení, kdy ústředna odešle hlášení o incidentu příslušným zásahovým složkám (požární složky, ...). [3]

1.3.4 Akční zařízení

Akční zařízení slouží na ovlivnění situace v chráněné oblasti na základě automatizovaných reakcí na události. Z hlediska zabezpečení objektu poznáme dva druhy těchto zařízení.

- Zařízení zvyšující bezpečnost – v případě konkrétního incidentu jsou tyto zařízení spuštěné na minimalizování škod. Může se jednat o zamlžovací zařízení, které útočnickovi znemožní orientaci v objektu a tím ho odřadí od pokračování v protizákonné činnosti. Taktéž se může jednat o zdroj LED světla, který osvětlí objekt a tím pomůže k řádnému vyšetření incidentu. Může se však jednat i o zařízení reagující na vznik nežádoucího prostředí. V případě požáru je spuštěný hasicí systém, v případě výskytu plynu je aktivovaný větrací systém a podobně. [1]
- Zařízení na domácí automatizaci – tyto zařízení nezvyšují bezpečnost ve střežené oblasti. Umožňují integrovat domácí automatizaci do zabezpečovacího systému, jako například otvírání garážových dveří při odstřežení ústředny a zapínání topení na dálku přes chytrý telefon. Výhodou této integrace je jednoduchá obsluha (centralizace ovládaní) a nižší cena (je nutné instalovat jenom jeden komplexní systém). [2]

1.3.5 Ovládací zařízení

Do této skupiny patří všechny zařízení, prostřednictvím kterých může obsluha řídit zabezpečovací systém. Nejčastěji se setkáváme s modulem vybaveným klávesnicí a displejem. Zpravidla bývá umístěný při vstupu do objektu. Pokud zabezpečená oblast obsahuje i exteriér okolo nemovitosti, musí být toto zařízení umístěno při vstupu na pozemek. V dnešních systémech se setkáme s moderními technologiemi jako je ovládací modul vybavený dotykovým displejem, nebo obsluhování celého systému přes chytrý telefon nebo počítač.

1.4 Detektory

1.4.1 Úvod k detektorům

Vzhledem na použité technologie, detektory jsou nejkomplicovanějšími zařízeními v zabezpečovacích systémech. Jejich hlavní úlohou je rozpoznat incident na základě příznaků. Za příznak je považovaný jakýkoliv fyzikální jev, který doprovází konkrétní incident. Problém často nastává při způsobení konkrétních příznaků náhodnými událostmi, které následně detektor vyhodnotí jako incident. Jedná se o takzvaný „planý poplach“. U obsluhy to má za důsledek pochopitelné snižování důvěry v zabezpečovací systém. Výrobci se proto snaží o neustálou inovaci detektorů, používání přesnějších snímačů a citlivějším vyhodnocováním příznaků na základě předešlých testování. Rozšířenou technikou je i sledování vícero doprovozních příznaků najednou. Jako příklad si uvedeme detektor tříštění skla (blíže popsany v podkapitole 1.4.3). Běžně je používán mikrofonní detektor, při kterém je snímaným příznakem zvuk rozbití skla. Pokud však nastane situace, kdy je v blízkosti detektoru rozbitý jiný skleněný předmět (například pohár), detektor vyhlásí poplach v domnění, že se jedná o tříštění okna útočníkem. Aby jsme předešli tomuto typu situace, využijeme detektor snímající najednou zvuk tříštění skla i změnu tlaku vzduchu z vnitřní strany okna. Při rozbití okna dojde k zaznamenání zvuku tříštění skla a zároveň k vyrovnání tlaku uvnitř budovy podle venkovního. Poplach je detektorem vyhlášený jedině v případě, že tyto příznaky zaznamená v malém časovém odstupu. Toto má za důsledek snížení pravděpodobnosti vyhlášení falešného poplachu. [1]

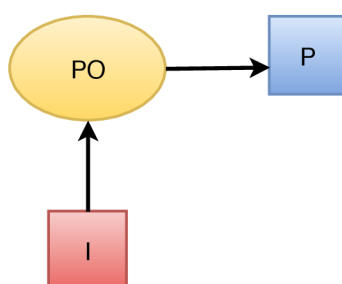
Detektory můžeme rozdělit podle vícero kritérií. Vzhledem na umístění detektorů je můžeme rozdělit do dvou kategorií:

- interní detektory – jedná se o detektory nacházející se uvnitř chráněného objektu,
- externí detektory – patří sem všechny detektory nacházející se v exteriérech kolem chráněného objektu. Zpravidla bývají dražší, jelikož jsou vystaveny více

přírodním vlivům (déšť, mráz, vítr, ...). Zároveň se v exteriéru nachází víc jevů, které mohou vyvolat falešné poplachy, kvůli čemu musí výrobci zvyšovat přesnost snímačů a tedy zvyšovat cenu produktu.

Z pohledu zdroje energie potřebné pro vznik příznaků známe dva druhy detektorů.

- Pasivní – tyto detektory reagují na energii pocházející výhradně z příznaků incidentu. Touhle energií může být tepelné záření osoby, zvuk tříštěného skla, změna tíhy kterou chráněný předmět působí na detektor a podobně. Detektoru proto stačí, že obsahuje přijímač energie. Logika pasivních detektorů je znázorněna na obrázku 1.1. *PO* je označení pro příznakovou oblast, *P* pro přijímač a *I* pro incident.



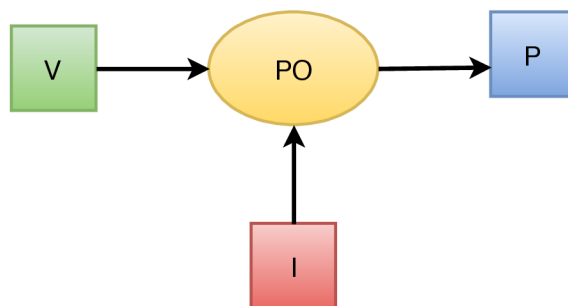
Obr. 1.1: Pasivní detektor

- Aktivní – detektory tohoto typu reagují na energii, kterou do jisté míry sami vysílají. Pro tenhle účel obsahují vysílače a přijímače. Situace kdy dojde k narušení toku energie, je považovaná za incident. Na základě umístění vysílače a přijímače, poznáme dva druhy aktivních detektorů.
 - Direktivní – vysílač a přijímač se nacházejí na rozdílných místech. Energie je vysílána po přímé cestě z vysílače na přijímač. Za příznak incidentu se považuje narušení toku energie.
 - Reflexní – přijímač a vysílač se nacházejí na stejném místě. Vysílač generuje energii do chráněné oblasti, kterou přijímač po jejím odraze přijímá. Za příznaky incidentu je považována změna parametrů odrazu, nejčastěji času. [3]

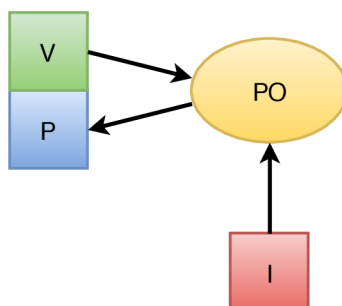
Výhodou aktivních detektorů je vyšší citlivost na příznaky, avšak nevýhodou může být demaskující energie. Logika aktivních detektorů je znázorněna na obrázcích 1.2 a 1.3. *PO* je označení pro příznakovou oblast, *V* pro vysílač, *P* pro přijímač a *I* pro incident.

Vícevrstvá ochrana

Rozmístování detektorů v chráněném objektu je založeno na principu tzv. vícevrstvé

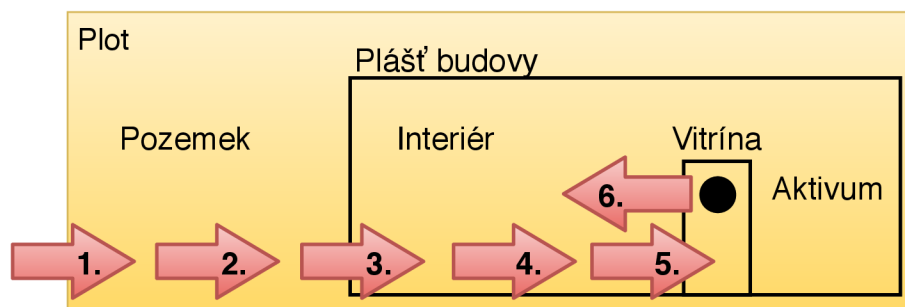


Obr. 1.2: Aktivní direktivní detektor



Obr. 1.3: Aktivní reflexní detektor

ochrany. Tato strategie využívá skutečnosti, že útočník při proniknutí k cennému aktivu, musí proniknout vícerymi zónami. V každé z těchto zón se můžeme pokusit detekovat jeho vniknutí a tím zabránit krádeži aktiva. Logika vícevrstvé ochrany je zobrazena na obrázku 1.4. Na obrázku je znázorněna celá cesta, kterou musí útočník



Obr. 1.4: Vícevrstvá ochrana

překonat při krádeži cenného aktiva. Nejdřív se musí dostat přes plot (**1. linie**), následně projít přes pozemek v okolí domu (**2. linie**), pak musí překonat plášť budovy (**3. linie**), projít přes interiér (**4. linie**), proniknout přes plášť vitríny (**5. linie**) a následně sebrat aktivum (**6. linie**). Na každé z těchto linií lze detekovat jeho útok. Na základě umístění detektorů ve vícevrstvé ochraně poznáme celkem čtyři typy detektorů.

- Objektové – slouží na detekci manipulace s objekty. V případě, že se jedná o předměty, jedná se o **předmětové** detektory. V našem příkladě to je 6. linie detektorů. Zároveň může útočník manipulovat s překážkami, které musí během svého útoku překonávat. Při detekování této situace hovoříme o detektorech **překážkových**. V našem případě to byly detektory pro 1., 3. a 5. linii.
- Prostorové – jejich úlohou je detekovat útočníka při přechodě přes kontrolovanou oblast. Klasifikujeme je na základě tvaru jejich detekčního diagramu. Detekční diagram je oblast, v které je detektor schopný detekovat incident. V případě, že se jedná o diagram třírozměrného tvaru, hovoříme o detektorech **objemových**. Na druhé straně **hraniční** detektory mají diagram v dvojrozměrném tvaru. [3]

Při každém typu existuje řada používaných detektorů. V téhle práci se však zaměříme pouze na ty, které jsou běžně používané při nižších úrovních zabezpečení. Každý projektant by měl znát principy fungování jednotlivých detektorů, aby byl schopný každý objekt individuálně posoudit a detektory do něj rozmístit s ohledem na jejich silné a slabé stránky. Je proto vyžadující, aby jsme se v téhle práci dostatečně věnovali fyzikálním principům fungování jednotlivých detektorů, díky čemuž je budeme schopni nejefektivněji rozmístit po objektu.

1.4.2 Předmětové detektory

Jejich hlavní úlohou je detekovat nežádoucí manipulaci s předmětem. Využívají k tomu různé snímače, pracující na základě fyzikálních jevů, které si do detailů rozebereme. V praxi nejrozšířenějšími detektory tohoto typu jsou:

- tíhové detektory,
- akcelerační detektory.

Základním příznakem incidentu při **tíhových** detektorech je změna tíhy, kterou na ně působí chráněný předmět. Na měření změny tíhy se nejčastěji používají piezoelektrické snímače a tenzometry. Postupně si principy fungování obou zařízení vysvětlíme a následně demonstrováme jejich použití při konkrétních detektorech.

Piezoelektrický snímač

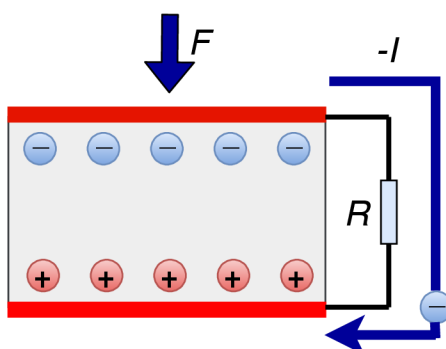
Nejčastěji má podobu destičky z piezoelektrického materiálu (piezoelektrické krystaly, speciální keramika, . . .), opatřené na protilehlých stranách elektrodami. Jedná se o materiál bez volných nosičů náboje, který je při vzniku lokálního posunu atomů schopný polarizace. Mezi atomy rozmístěnými v rámci krystalu (deštičky), dochází k výměně vazebních elektronů. V klidovém stavu jsou záporné i kladné atomy rozmístěné pravidelně, a tedy vzhledem k svému okolí je krystal neutrální. V případě

vnějšího tlaku, kdy dojde k jeho deformaci, se změní těžiště obou skupin atomů. Z krystalu tak vznikne elementární elektrický dipól. V centru krystalu se elektrické síly opačných nábojů ruší, nicméně těsně pod povrchem působí na okolí. Krystal tak ztratí svoji neutralitu vzhledem k okolí a pod elektrodami se na obou jeho stranách objeví opačně nabitě póly. Těhle situaci se říká „piezoelektrický jev“. Následně jsme schopni mezi elektrodami naměřit napětí

$$U = kF, \quad (1.1)$$

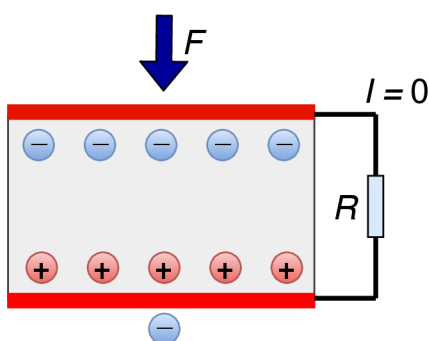
kde F je velikost působící síly a k je konstrukční konstanta snímače. [3]

Nejrozšířenější použití těchto snímačů je právě při tíhových detektorech typu **závěsový**. Tyto detektory se používají zejména na ochranu obrazů. Při aplikaci je obraz zavěšený na detektor opatřený piezoelektrickým snímačem, ke kterému je připojený rezistor. Tíhou obrazu F působící na detektor, je destička ve snímači deformovaná a na základě piezoelektrického jevu polarizovaná. Rezistorem R tak proteče proud o velikosti $-I$ (obr. 1.5). Po vyrovnání potenciálů, proud zanikne



Obr. 1.5: Zavěšení předmětu

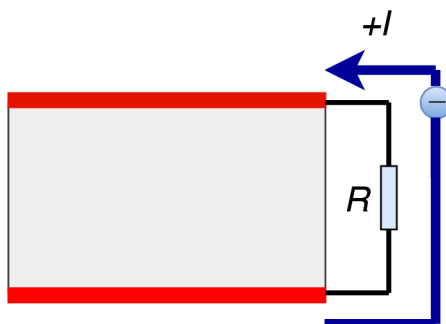
a detektor přejde do stavu střezení (obr. 1.6). V případě manipulace s obrazem dojde



Obr. 1.6: Stav střezení

k strátě tíhy F a k následní neutralizaci destičky. Při vyrovnávání potenciálů proteče

přes rezistor R proud $+I$, co detektor považuje za příznak manipulace a vyhlásí poplach (obr. 1.7). [3]



Obr. 1.7: Svěšení předmětu

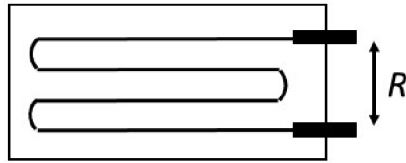
Kromě závěsových detektorů, známe tíhové detektory **podložkové**. Předmět který stráží je na nich položený a působí tak na ně svoji tíhou. Její změnu považují za příznak incidentu. K měření tíhy se používají buď piezoelektrické snímače nebo tenzometry. Fungování tenzometrů si nyní vysvětlíme podrobněji.

Tenzometr

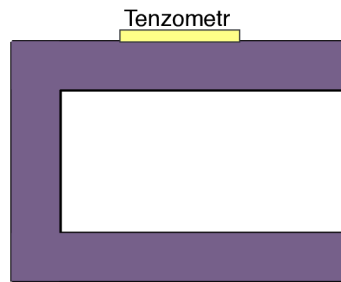
Hlavním účelem tenzometru je měření mechanického napětí na povrchu předmětu. V detektorech se nejčastěji setkáme s fóliovými tenzometry, kde je vodivá linie natažena ve tvaru meandru (obr. 1.8). Tenzometer se přilepí na povrch předmětu, u kterého chceme mechanické napětí měřit. V klidovém stavu můžeme odpor vodivé linie vyjádřit jako

$$R = \sigma * \frac{L}{S}, \quad (1.2)$$

kde σ je konduktivita (měrná vodivost) vodivého materiálu, L je celková délka linie a S je plocha příčného řezu vodiče. V případě působení tahu na předmět se natáhne i vodivá linie v tenzometru, čím se zvětší její celková délka L a v stejném momentě se zmenší průměr příčného řezu vodiče S . Na základě vztahu 1.2 se tak zvětší odpor tenzometru R . Naopak v případě působícího tlaku na předmět s tenzometrem, dojde k zmenšení délky L a k zvětšení průměru S , a tím k zmenšení odporu tenzometru R . [3] Při použití podložkového detektoru se tenzometr nalepí na vrchní část jeho rámu (obr. 1.9). Rám detektoru je na jedné straně pevně spojený a na druhé straně uvolněný. V případě položení předmětu, tento předmět působí silou F (obr. 1.10) na volnou část rámu, který se spolu s tenzometrem ohne, což má za důsledek zvětšení odporu tenzometru. Detektor tak přejde do stavu střežení. V případě, že je předmět zvednutý, rám detektoru se vrátí do původní polohy, a tím se zmenší odpor tenzometru, což je vyhodnocené jako příznak incidentu. V praxi se používá

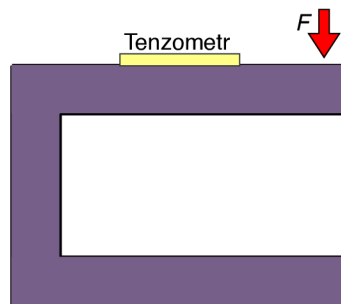


Obr. 1.8: Fóliový tenzometr



Obr. 1.9: Tenzometr na podložkovém detektoru

tzv. „Wheatstoneův můstek“, na kterém je nalepených více tenzometrů za sebou (obvykle dva nebo tři). Díky tomu má velkou přesnost a je schopný rozeznat změnu váhy kolem 10 gramů. [3]



Obr. 1.10: Působení síly F

Kromě tíhových detektorů se můžeme setkat s detektory **akceleračními**. Vycházejí z 2. Newtonova zákona

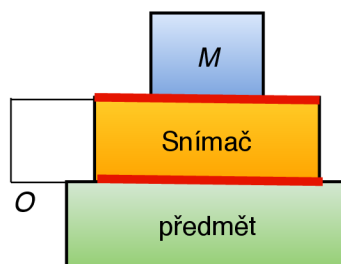
$$a = \frac{F}{m}, \quad (1.3)$$

kde a je akcelerace tělesa, F je síla působící na těleso a m je jeho hmotnost. Z tohoto zákona můžeme usoudit, že síla působící na těleso, vždy vyvolá jeho akceleraci. Detektor proto pomocí akcelerometru měří akceleraci objektu a v případě nenulového zrychlení vyhlásí poplach. Nejčastěji je detektor přilepený na předmětu. Fungování akcelerometru si popíšeme podrobněji.

Akcelerometr

V praxi známe akcelerometry **piezoelektrické** a **kapacitní**.

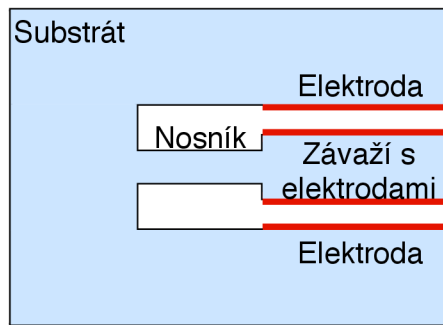
Piezoelektrické akcelerometry využívají na své fungování princip piezoelektrického jevu. Na horní elektrodu piezoelektrického snímače je přilepené závaží M . Elektrody jsou spojené obvodem O , na kterém měříme elektrický proud. Struktura piezoelektrického akcelerometru je zobrazena na obrázku 1.11. V případě pohybu předmětu ve směru nahoru, závaží v důsledku setrvačnosti chvíli zůstane stát. To způsobí zmenšení vzájemné vzdálenosti elektrod a roztažení piezoelektrického snímače. Díky piezoelektrickému jevu obvodem proteče proud, což detektor vyhodnotí jako příznak incidentu. Problém může nastat v případě, že útočnick pohne s předmětem v jiné ose, než v jaké je nastavený akcelerometr. V praxi se proto používají tříosé akcelerometry, při kterých detektor vyhodnocuje zrychlení ve všech směrech, a tím tento problém řeší. [3]



Obr. 1.11: Piezoelektrický akcelerometr

V případě kapacitních akcelerometrů je jejich struktura vyleptána v křemíkovém substrátu. Tvoří ji dvě protilehlé elektrody, mezi kterými je na tenkém nosníku umístěné závaží s elektrodami. V klidovém stavu jsou kapacity mezi protilehlými elektrodami stejné. V případě pohybu se závaží vlivem setrvačnosti chvíli nepohne a tak se změní vzdálenosti mezi protilehlými elektrodami a tím i kapacity. Na základě poměru nově-naměřených kapacit dokáže detektor určit zrychlení akcelerometru a na to reaguje vyhlášením poplachu. Tento typ akcelerometrů je víc používán, protože zařízení jsou menší a levnější. Struktura kapacitních akcelerometrů je znázorněna na obrázku 1.12. [3]

Akcelerometry zpravidla komunikují s ústřednou prostřednictvím rádiového kanálu o frekvenci 434 MHz, nebo 868 MHz. Více se rádiové komunikaci věnujeme v kapitole 1.6.



Obr. 1.12: Kapacitní akcelerometr

1.4.3 Překážkové detektory

Hlavní funkcí překážkových detektorů je detekování manipulace s překážkou. Překážka je definovaná jako hmotná hranice, která má útočníkovi zabránit v přístupu do prostoru za ní. Nejčastěji se za překážku považují ploty a zdi ohraničující pozemek, pláště budov a pláště úložišť. Pláštěm budov rozumíme obvodové zdi, okna, dveře a střechy. Pláštěm úložišť jsou myšlené hlavně vitríny a stěny trezorů. Ve všeobecnosti se překážkové detektory dají chápat jako detektory předmětové. Překážka je vždy předmětem, který však není chráněným aktivem. Proto je klasifikujeme jako jiný typ detektorů. Nejpoužívanějšími překážkovými detektory jsou:

- detektor otevření,
- detektor tříštění skla,
- otřesový detektor.

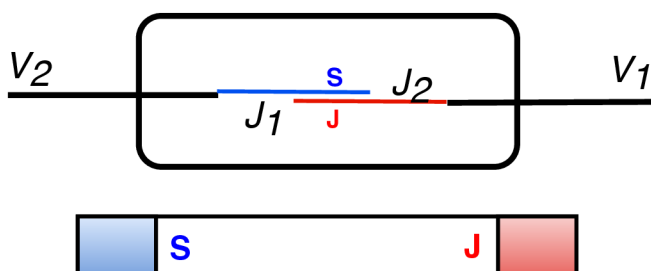
Každý z nich si popíšeme podrobněji.

Detektor otevření

Jeho hlavní funkcí je detekování otevření dveří nebo okna. Jeho logiku si budeme vysvětlovat na snímání otevření dveří. Skládá se z dvou částí – magnetu a magnetického snímače. První se instaluje na rám ve kterém jsou dveře osazené a druhá na otevírací křídlo. Z technického hlediska se jedná o detektor direktivní (viz kapitola 1.4.1). Vysílačem energie je permanentní magnet umístěný na křídle dveří a přijímačem magnetický snímač. Snímač je ve smyčce zapojený k ústředně jako poplachový snímač (viz podkapitola smyčkových PZS 1.5.1). V případě, že jsou dveře zavřeny, magnet se nachází v blízkosti magnetického snímače a tím se snímač dostane do sepnutého stavu. Jestli dojde k otevření, magnet je vzdálený od snímače, obvod se rozepne a tím je vyhlášený poplach. Magnetické snímače známe **jazýčkové** a **kuličkové**. [3]

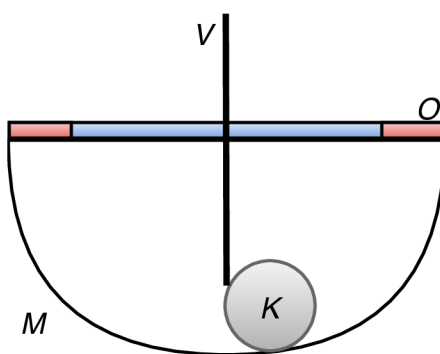
Jazýčkový snímač pozůstává z dvou magneticky měkkých vodičů V_1 a V_2 , které

jsou na koncích upravené do tvaru jazýčků J_1 a J_2 . Mechanicky jsou ohnuté do opačných stran, aby se v klidovém stavě nedotýkali. V případě, že k jazýčkům přiblížíme magnet M , jejich konce jsou zmagnetizované opačnými póly a navzájem se přitahují. Tak se vytvoří spojený obvod. Pokud jsou dveře zavřené, magnet je v bezprostřední blízkosti snímače a ten je tak sepnutý. V momentě otevření dveří se magnet od snímače vzdálí, ten se rozepne a je vyhlášený poplach. Problémem je nízká bezpečnost jazýčkového snímače. Útočníkovi stačí z kterékoli strany snímače přiložit dostatečně silný magnet a snímač tak zůstane sepnutý i při otevření dveří. Schéma jazýčkového snímače je zobrazeno na obrázku 1.13. [3]



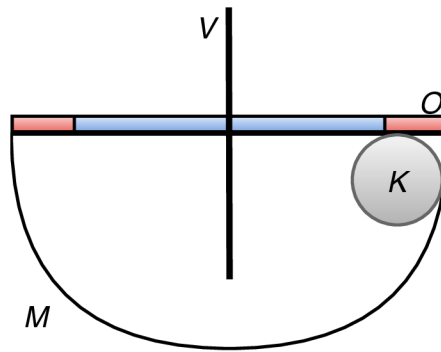
Obr. 1.13: Jazýčkový snímač

Z důvodu vyšší bezpečnosti se začali vyrábět snímače kuličkové. Kontakty snímače jsou v tomto případě kovová miska M s feromagnetickou objímkou O a centrální vodič V . Spínacím prvkem je zmagnetizovaná kulička K . V případě zavřených dveří je kulička přitažena magnetem v jejich křídle směrem dolů, centrální vodič je tak spojený s vodivou miskou a snímač je v sepnutém stavu (obr. 1.14). Jestli dojde



Obr. 1.14: Kuličkový spínač – sepnutý

k otevření a tím ke vzdálení magnetu od snímače, kulička je přitažena feromagnetickou objímkou, kontakty jsou tím rozpojené a je vyhlášený poplach (obr. 1.15). Sepnutí snímače je způsobené přiložením magnetu výhradně ze spodní strany. Tím se vylučuje sabotáž detektoru jiným magnetem. Snímače tohoto typu jsou proto považované za bezpečnější. [3]



Obr. 1.15: Kuličkový snímač – rozepnutý

Detektor tříštění skla

Jeho funkcí je detekovat rozbití skleněné tabule, obvykle na dveřích nebo okně. Neustále přijímá signály z okolí, mění je na elektrický signál a analyzátořem *A* je následně vyhodnocuje. Využívá skutečnosti, že průběh rozbití skla je vždy stejný. Nejdřív dojde k akustickému rázu o velmi nízké frekvenci, který signalizuje prohnutí skleněné tabule. Následně je tabule tříštena na střepy, co je signalizováno intenzivním zvukem v pásmu kolem 4 kHz. První sekunda změny akustického tlaku při rozbití tabule je znázorněna na obrázku 1.16. Existují dva typy signálů, které snímač



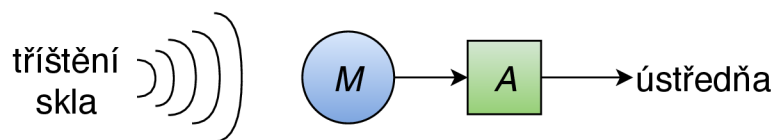
Obr. 1.16: 1. sekunda změny akustického tlaku při rozbití skleněné tabule

zachytává. Jsou to:

- otřesy skleněné tabule – detektor je přilepený přímo na sklo,
- zvuky v místnosti – mikrofonní snímač je umístěný v místnosti.

Výhodou mikrofonních snímačů je jejich dosah 5 - 10 metru. V místnosti tak stačí mít nainstalovaný jeden detektor, který pokryje všechny skleněné tabule. U kontaktních detektorů je nutné mít snímač na každé tabuli. [3]

Architektura mikrofonního snímače je na obrázku 1.17. Mikrofon je označený jako *M*.



Obr. 1.17: Mikrofonní detektor tříštění skla

Otřesový detektor

Jeho hlavní funkcí je detekce otřesů, způsobených při pokusu o překonání překážky. Na základě dosahu je klasifikujeme na:

- lokální - ochrana trezorů a stěn místnosti,
- distribuované - ochrana plotů a stěn budov.

Lokální otřesové detektory dokážou detekovat různé typy překonávání překážek jako vyražení okna či dveří, bourání, vrtání, řezání, explozi, řezání plamenem a podobně. Snímačem je většinou akcelerometr. Překážku totiž můžeme považovat za předmět, s kterým se útočník snaží pohnout. Architekturu akcelerometru můžeme vidět na obrázcích 1.11 a 1.12. Akcelerometr se pevně připevní na překážku a snímá její zrychlení. V případě otřesu překážky, naměří nenulové zrychlení a vyhlásí poplach. V praxi se používají dva typy detektorů.

- Detektory s piezoelektrickým, nebo kapacitním akcelerometrem – jsou vysoko citlivé na jakékoliv vibrace spojené s pohybem předmětu. Jejich spolehlivost je zvýšená analyzováním elektrického signálu ze snímače z hlediska jeho intenzity a spektra. Tím se eliminuje větší množství falešných poplachů.
- Detektory s indikátory akcelerace – indikují akceleraci předmětu. Jsou proto jednodušší a méně přesné. Používají se na detekování sabotáže jiných detektorů. Nejčastěji se na indikování akcelerace používají pružiny, nebo kuličky.

Distribuované otřesové detektory slouží na pokrytí detekční zóny řádově v stovkách metrů. Používají se na to tzv. plotové kabely. Primárně zabezpečují ploty, hraniční zdi a pláště budov. Nejpoužívanějším snímačem je optické vlákno. Je to kvůli jeho nízké ceně a relativní spolehlivosti. Na základě schopnosti detekovat konkrétní místo vzniku incidentu je dělíme na:

- zónové – dokážu detekovat incident v kterémkoliv místě kabelu, nicméně konkrétní místo jeho vzniku určit neumí,
- úsekové – místo otřesu dokážu určit s přesností řádově na metry.

V praxi jsou tyto detektory často používané při objektech s vyšším stupněm zabezpečení (viz sekce 1.8.2). Pro účely našeho projektu jsou však zbytečné, proto si je nebudeme rozebírat do podrobností.

1.4.4 Objemové detektory

Od téhle kapitoly se budeme věnovat prostorovým detektorům. Slouží na detekování incidentu v prostoru. Na základě tvaru jejich detekčního diagramu jsme si je rozdělili na objemové a hraniční (viz 1.4.1).

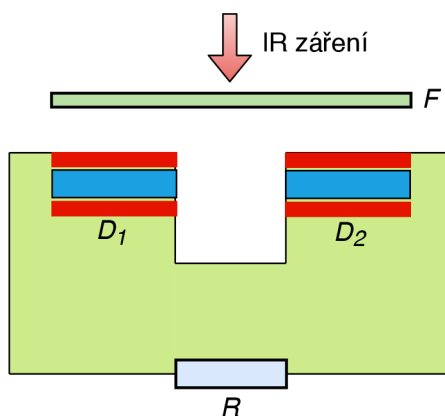
Objemové detektory slouží na ochranu třírozměrného prostoru. V téhle kategorii známe tři typy detektorů:

- pasivní infračervené detektory (PIR),
- mikrovlnné detektory (MW),
- duální detektory (PIR + MW).

Nyní si jednotlivé typy popíšeme podrobněji.

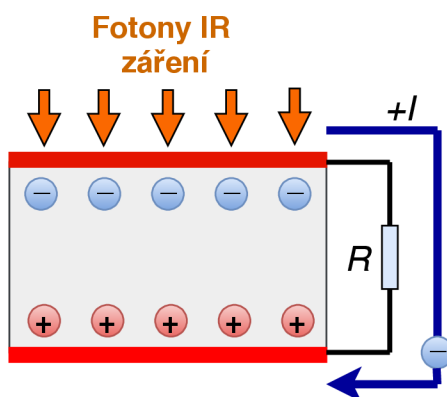
PIR detektor

PIR detektor je považovaný za pasivní detektor. Není zdrojem žádné energie, jenom ji přijímá. Energie na kterou reaguje je infračervené záření. Pomocí filtru F je záření omezené na pásmo $9.4\mu m$ v kterém lidské tělo září nejvíce. Základem PIR detektoru je pyroelektrický snímač, fungující na principu pyroelektrického jevu. Pyroelektrický jev vychází z piezoelektrického jevu (viz podkapitola 1.4.2). Pyroelektrikum je sestaveno z destičky, na které jsou po stranách naneseny dvě elektrody propojené rezistorem R . V pyroelektrickém snímači se nacházejí dvě destičky (D_1 a D_2). Struktura PIR detektoru je zobrazena na obrázku 1.18. V případě dopadu

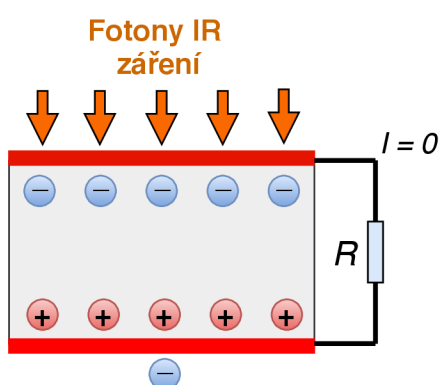


Obr. 1.18: PIR snímač

fotonů IR záření na horní stranu destičky se tato strana působením tepla roztáhne, což je ekvivalentní jev k mechanickému tlaku. Na základě piezoelektrického jevu, dojde k polarizaci pyroelektrika a rezistorem proteče proud I (obr. 1.19). Po přesunu všech volných elektronů proud zanikne i pokud ohřev destiček pokračuje (obr. 1.20). Jestli dojde k ochlazení snímače (žádné další záření nepřichází), destička

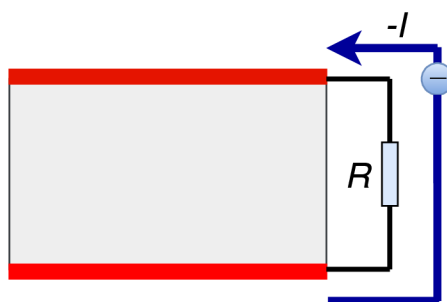


Obr. 1.19: Začátek působení IR záření



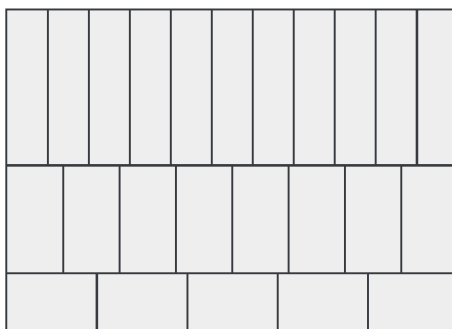
Obr. 1.20: Další dopadající IR záření

se vrátí do původního stavu a elektrony se vrátí přes rezistor zpátky, čím vznikne proud $-I$ (obr. 1.21). Po výměně elektronů proud zanikne a destička se bude nacházet v klidovém stavu. Dostatečně velký proud I je proto signálem pro detektor na vyhlášení poplachu. [3]



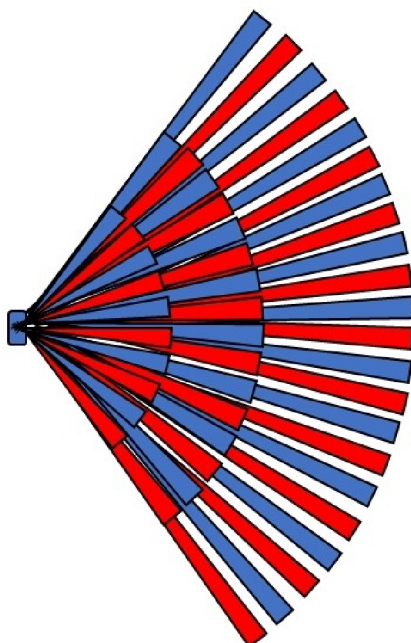
Obr. 1.21: Ochlazování

Pro zvětšení dosahu PIR detektoru a pokrytí celé oblasti je před snímačem umístěná soustava Fresnelových čoček (obr. 1.22). Jedná se o soustavu klasických kon-



Obr. 1.22: Soustava Fresnelových čoček

vexních čoček, které jsou po mezikružích zborcené. Omezují se tím straty IR záření při přechodu čočkou. Rozdělení snímaného prostoru do zón si popíšeme na obrázku 1.23. Každá čočka vytvoří dva laloky oddělené slepou zónou. Na obrázku jsou to



Obr. 1.23: PIR detektor - detekční diagram při pohledu shora

vždy sousedící červené a modré pásy. 11 čoček v horní řadě z obrázku 1.22 vytvoří 22 zón s nejdelším dosahem. 8 čoček ve střední řadě vytvoří 16 zón se středním dosahem a 5 čoček ve spodní řadě vytvoří 10 zón s nejmenším dosahem. Snímaný prostor je tak rovnoměrně rozdělený do snímaných zón. Známe 3 nejpoužívanější druhy čoček (soustav Fresnelových čoček):

- klasická čočka – snímá prostor v širokých zónách,
- chodbová čočka – snímá prostor v úzkých a dlouhých zónách (průnik útočnicka dlouhými chodbami),

- záclonová čočka – snímá prostor ve vertikálním směru (průnik útočnicka dveřmi a oknem). [3]

Citlivost detektoru je největší v kolmém směru na zóny detektoru. Pyroelektrický snímač tehdy zachytává záření objektu střídavě a proto napětí mezi destičkami se rychle mění. Nejmenší citlivost má detektor při pohybu osoby přímo k němu. Záření na snímač se stupňuje pravidelně, destičky se zahřívají pomaleji a bez zásadních změn teploty, proud I je malý a útočník tak nemusí být detekován.

Často používaný je externí PIR detektor. Takový detektor musí být více odolný vůči falešným poplachům, jelikož se v exteriéru nachází množství vlivů, které ho mohou vyvolat. Detektor proto obsahuje minimálně dva PIR snímače, které snímají oblast ve vícero zónách. Taktéž mají antimasking funkci, která detekuje případné zastínění výhledu. Tato situace je ústředně hlášena jako sabotáž. Proti sabotáži je externí detektor často vybavený dvěma TAMPER kontakty (přední a zadní) které hlásí případné utržení detektoru z montáže. [2]

V praxi se můžeme setkat s duálním detektorem kombinujícím PIR detektor a mikrofonní detektor tříštění skla (viz podkapitola 1.4.3). Takový detektor obsahuje PIR snímač a mikrofón a proto kromě kontrolování pohybu v oblasti, pokryje ochranu všech oken v místnosti. [2]

Mikrovlnné detektory

Z technického hlediska se jedná o aktivní reflexní detektory. Detekují pohybující se osoby na základě Dopplerova jevu v pásmu 300 MHz až 300 GHz. Princip tohoto jevu spočívá ve skutečnosti, že jestli se zdroj vlnění a pozorovatel navzájem pohybují, kmitočet f vysílaný zdrojem je jiný jako kmitočet f_x změřený pozorovatelem. Sledovaný zdroj může být:

- primární – vlnění pochází přímo od něho,
- sekundární – odráží vlnění, které se od něho dále šíří.

Pokud se zdroj a pozorovatel pohybují přímo k sobě, platí:

$$f_x = f * \left(\frac{c}{c \pm v} \right), \quad (1.4)$$

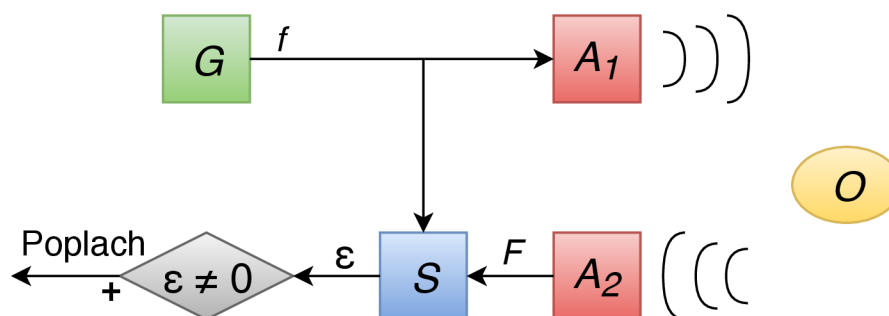
kde f_x je změřený kmitočet pozorovatelem, f je vysílaný kmitočet zdrojem, c je rychlost šíření vlnění (elektromagnetické 3×10^8 m/s, akustické 332 m/s) a v je vzájemná rychlost pozorovatele a zdroje (v případě přibližování záporná, v případě vzdalování kladná). [3]

Mikrovlnný snímač funguje vzhledem k Dopplerovu jevu jako pozorovatel. Jeho princip je zobrazený na obrázku 1.24. Generátor G generuje signál o kmitočtu f (kolem 10 GHz), který je anténou A_1 vysílaný do oblasti O . Zároveň je tento signál

přiváděný na jeden vstup směšovače S . Na druhý vstup jsou vedeny všechny odražené signály z oblasti, zachycené anténou A_2 . Na výstupu směšovače se objevují signály o různých kmitočtech, které jsou výsledky lineárních součtů a rozdílů kmitočtů signálů z jeho vstupů. Pro náš případ jsou důležité signály z rozdílů kmitočtů, tedy

$$\epsilon = |F - f|. \quad (1.5)$$

V případě že v oblasti nedošlo k pohybu, $\epsilon = 0$. Pokud však nějaký pohyb nastal, kmitočet F bude rozdílný jako f a ϵ tak bude nenulový. Toto je považované za incident a detektor vyhlásí poplach. [3]



Obr. 1.24: MW detektor – schéma

Velkou nevýhodou tohoto detektoru je malá citlivost na pohyb, který je kolmý na vysílané vlny detektorem. Druhým problémem je samotné zapojení detektoru. Může se stát, že vysílané vlny projdou stěnami a dveřmi a jiný detektor vyhlásí falešný poplach. Z těchto důvodů jsou stále víc používané duální detektory.

Duální detektory

Jedná se o kombinaci PIR a MW detektoru. Odstraňují se tak slabosti každého z detektorů pomocí výhod druhého. Problémem při PIR detektoru je jeho nízká spolehlivost v případě, že se útočník pohybuje přímo k němu. Na druhá straně MW detektor je v tomto směru pohybu velmi citlivý. Opačný případ je směr tangenciální (kolmo na přímkou od útočníka k detektoru) [3] kde MW detektor útočníka nezachytí, PIR detektor je však nejúčinnější. Kombinaci těchto detektorů dostaneme velkou úspěšnost detekování útoku.

Přirozenou strategií při vyhodnocování poplachu od obou detektorů se jeví součtová logika. Poplach je ústředně nahlášený, jestli aspoň jeden z detektorů detekuje incident. Avšak hlavním cílem použití duálního detektoru je zamezení falešným poplachům, proto je častěji používaná součinnová logika. Při ní je poplach vyhlášený v případě, že oba detektory detekují incident.

1.4.5 Hraniční detektory

Hraniční detektory slouží na detekování přechodu útočníka přes virtuální hranice. Tvar těchto hranic je určený tvarem detekčního diagramu detektoru. Na základě tohoto tvaru rozdělujeme hraniční detektory na:

- liniové,
- plošné.

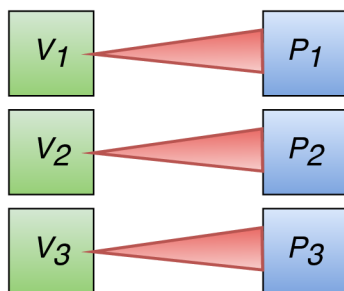
U liniových detektorů má detekční diagram tvar linie, tedy dva rozměry jsou vzhledem na jeden zanedbatelné. V případě překročení této linie útočníkem je vyhlášený poplach. Obvykle mají tyto detektory velký dosah (až stovky metrů), na základě čeho se nejčastěji používají v exteriérech. Můžeme je rozdělit na **podzemní** a **nadzemní**. Zařazení konkrétních detektorů do těchto skupin je následující:

- podzemní:
 - štěrbinové kabely,
- nadzemní:
 - mikrovlnné detektory,
 - infračervené detektory.

Při návrhu PZS do menších objektů, kterým se v této práci věnujeme, se používají jenom infračervené detektory (tzv. infrazávory). Principům fungování ostatních liniových detektorů se proto věnovat nebudeme.

Liniové infračervené detektory

Jedná se o aktivní direktní detektory. Budící energii je infračervené záření ve formě paprsku. Detektor se skládá ze stojanu vysílačů V a stojanu přijímačů P (viz obr. 1.25). Na obou stranách jsou umístěné čočky, aby měl signál co nejvíc podobu pa-



Obr. 1.25: Liniový infračervený detektor

prsku (ve skutečnosti je emitovaný signál v tvaru kuželu). V případě že útočník zastíní některý z paprsků, na přijímač z něho nedopadne žádný signál a je vyhlášený poplach.

Při delších hranicích se například může stát, že signál z vysílače V_1 dopadne i na přijímač P_2 . V případě že někdo v tom momentě zastíní paprsek přicházející z vysílače V_2 , poplach nemusí být vyhlášený. Aby se tomuto předešlo, vysílače nevysílají kontinuální signál, ale krátké pulzy v předdefinované sekvenci. Posloupnost a délka těchto pulzů tak vytváří jedinečné slovo pro každou dvojici vysílače a přijímače, na základě kterého přijímač ověří, že přijatý signál pochází ze správného vysílače. Pokud takový signál nepřijme, je vyhlášený poplach, i když přijme jiný signál. Jedná se totiž o signál z jiného vysílače a ten správný je pravděpodobně zastíněný útočníkem. [3]

Při návrhu PZS s nižším stupněm zabezpečení, kterému se v této práci věnujeme, se plošné hraniční detektory nepoužívají.

1.4.6 Další detektory

V této podkapitole zmíníme několik detektorů, které nejde zařadit do žádné z předchozích podkapitol, avšak při návrhu systému PZS se s nimi běžně setkáme. Jedná se o detektory, kterých hlavní úlohou není detekovat pokus o narušení objektu útočníkem, ale vznik nebezpečného prostředí v objektu. Nejčastěji jsou připojené na PCO (viz podkapitola 1.3.3) a v případě vzniku incidentu jsou co nejrychleji nasazené příslušné složky.

Požární hlásič

Jedná se o detektor reagující na vznik požáru. Na základě příznaku incidentu známe:

- kouřový detektor,
- detektor teploty,
- detektor ohně.

V praxi je nejpoužívanější kombinovaný detektor teploty a kouře. [2]

Tísňový hlásič

Nejčastěji se jedná o tlačítkový detektor, ovládaný člověkem. V případě jeho aktivace, odešle zprávu na PCO o stavu nouze. [2]

Detektor plynu CO

Tento detektor reaguje na výskyt jedovatého oxidu uhelnatého (CO) v objektu. Je určený na instalaci do budov, karavanů a lodí. [2]

Záplavový detektor

Detektor sloužící na upozornění obsluhy o zaplavení místnosti v domě (koupelna, sklep, ...). Obsahuje dvě elektrody trčící směrem dolů. Pokud voda dosáhne hladinu v které je umístěný detektor, elektrody jsou propojeny a detektor vyhlásí poplach. Pokud voda klesne, je odeslána obsluze zpráva o odstranění vody. [2]

1.5 Kabelové PZS

V kabelových systémech jsou prvky PZS spojené pomocí metalických kabelů se sudým počtem vodičů. Vytvářejí se tak páry vodičů, které slouží na komunikaci zařízení s ústřednou a na jeho napájení. Ústředna je neustále napájena záložním akumulátorem v případě výpadku proudu (viz podkapitola 1.3.1). Výhodou je vyšší spolehlivost a prevence před sabotáží systému. Nevýhodou je dražší instalace a nutnost bouracích prací. Podle zapojení jednotlivých prvků k ústředně klasifikujeme PZS na:

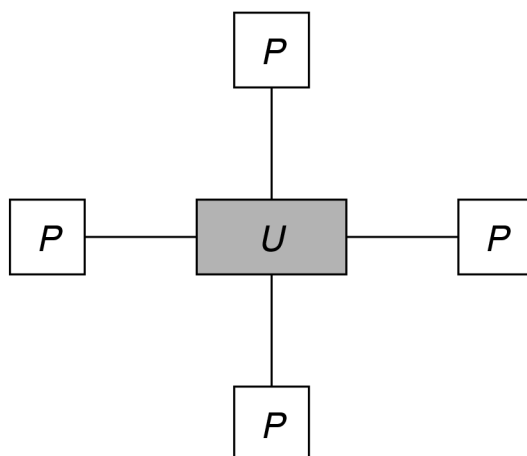
- smyčkové,
- sběrnicové,
- kombinované.

V následujících podkapitolách si je rozebereme podrobněji.

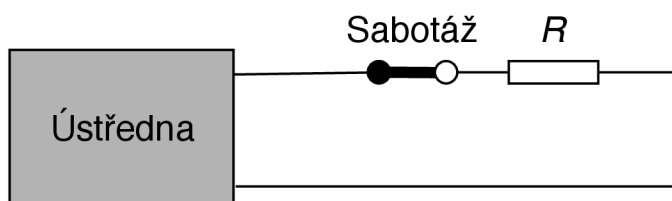
1.5.1 Smyčkové

Při smyčkových systémech jsou prvky P k ústředně U napájené v samostatných smyčkách (viz obr. 1.26). Komunikace mezi detektory a ústřednou probíhá od detektorů k ústředně pomocí rezistorů zapojených do smyček. S akčními a informačními zařízeními ústředna komunikuje v opačném směru. Ústředna tyto zařízení aktivuje přerušením proudu ve smyčce k nim, čím je zároveň umožněná prevence před sabotáží. V případě, že útočník sabotuje systém rozpojením smyčky akčního nebo informačního zařízení, automaticky je spuštěná jeho funkce. Při ovládacích zařízeních (klávesnice s displejem) je nutná obousměrná komunikace s ústřednou, proto jsou zpravidla zapojené pomocí sběrnice (viz podkapitola 1.5.2).

Jednotlivé prvky systému je nutné zapojit pomocí vyvážených smyček, aby se předešlo sabotáží systému bez upozornění. K zařízením je proto od ústředny vedena sabotážní smyčka (viz obr. 1.27), ve které ústředna měří odpor. Na smyčce je připojený sabotážní spínač, který je sepnutý pomocí tlaku krytu detektoru. V klidovém stavu ústředna v smyčce naměří odpor R . Pokud dojde ke zdvihnutí krytu detektoru, spínač je rozepnutý a ústředna naměří ve smyčce nekonečný odpor. To je pro



Obr. 1.26: Smyčkový systém



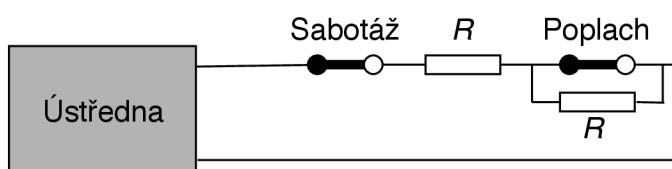
Obr. 1.27: Sabotážní smyčka

ni signál pro sabotáž. Pokud útočník zkratuje obvod, ústředna naměří nulový odpor a je taktéž vyhlášená sabotáž.

Při detektorech by bylo použití samostatné sabotážní smyčky neefektivní, protože kromě ní je nutné kabelem vést i poplachovou smyčku na komunikaci s ústřednou. Proto je nejvíc používaná dvojitě vyvážená smyčka.

Dvojitě vyvážená smyčka

Zapojení smyčky je zobrazené na obrázku 1.28. Ústředna v klidovém stavu na-



Obr. 1.28: Dvojitě vyvážená smyčka

měří odpor R . Pokud detektor detekuje incident, rozpojí spínač Poplach, ústředna

naměří odpor $2R$ a vyhlásí poplach. V případě sejmutí krytu detektoru je rozpojený sabotážní spínač, ve smyčce je nekonečný odpor a ústředna vyhlásí sabotáž. Jestli dojde ke zkratu smyčky a tím k vyřazení detektoru, je naměřený nulový odpor a ústředna vyhlásí sabotáž. [3] Možné naměřené odpory a vyhlášené stavy jsou

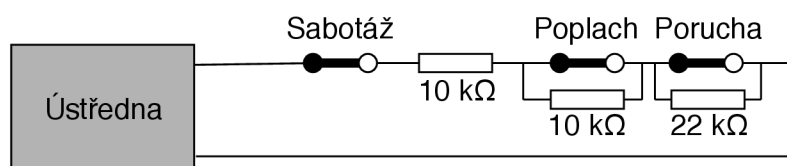
Tab. 1.1: Dvojitě vyvážená smyčka – stavy

Odpor	Stav	Spínač poplach	Spínač sabotáž
$R \text{ k}\Omega$	klid	sepnuto	sepnuto
$2R \text{ k}\Omega$	poplach	rozepnuto	sepnuto
$\infty \text{ k}\Omega$	sabotáž	sepnuto	rozepnuto
$0 \text{ k}\Omega$	sabotáž	sepnuto	sepnuto

přehledněji zpracované v tabulce 1.1.

Trojitě vyvážená smyčka

V nových systémech se můžeme setkat s trojitě vyváženou smyčkou (obr. 1.29). Do obvodu je přidán poruchový spínač, který informuje ústřednu o poruše detek-



Obr. 1.29: Trojitě vyvážená smyčka

toru. Naměřené hodnoty (podle zapojení z obrázku 1.29) a příslušné vyhlášené stavy jsou uvedené v tabulce 1.2. [3]

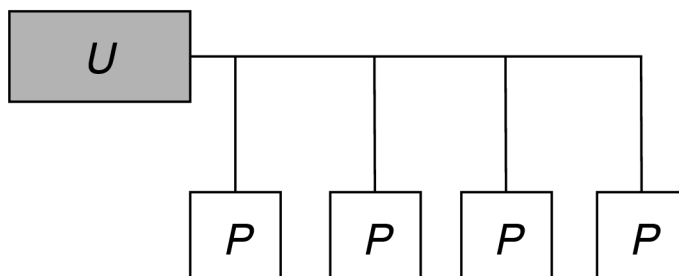
Tab. 1.2: Trojitě vyvážená smyčka – stavy

Odpor	Stav	Spínač poplach	Spínač sabotáž	Spínač porucha
$10 \text{ k}\Omega$	klid	sepnuto	sepnuto	sepnuto
$20 \text{ k}\Omega$	poplach	rozepnuto	sepnuto	sepnuto
$\infty \text{ k}\Omega$	sabotáž	sepnuto	rozepnuto	sepnuto
$0 \text{ k}\Omega$	sabotáž	sepnuto	sepnuto	sepnuto
$32 \text{ k}\Omega$	porucha	sepnuto	sepnuto	rozepnuto

Hlavní výhodou smyčkových systémů je bezproblémová spolupráce zařízení od různých výrobců. Nové zařízení se jednoduše připojí na novou smyčku z ústředny. Nevýhodou je komplikovanější a dražší kabelový rozvod.

1.5.2 Sběrníkové

Při tomto typu zapojení je od ústředny přes chráněnou oblast vedený kroucený pár vodičů (A a B) zakončený rezistorem R . Jeho úlohou je zamezit odrazům signálu od konců vodičů. Prvky systému se na pár vodičů (sběrnici) připojují paralelně způsobem zobrazeným na obrázku 1.30.



Obr. 1.30: Sběrníkový systém

Komunikace s ústřednou funguje na principu protokolu dotaz–odpověď. Ústředna vysílá jednotlivým zařízením dotazy na jejich stav a ty jí posílají svou odpověď. Dotazy jsou posílány v předdefinovaných pravidelných cyklech. Ústředna si tak průběžně ověřuje stav systému. Po detektorech je požadována zpráva o stavu detektoru (klid, poplach, sabotáž). Při akčních a informačních zařízeních ústředna dává úlohy zařízením a informuje se o stavu sabotážního spínače. U ovládacích zařízení zjišťuje jestli byl zadán nějaký příkaz od obsluhy, popřípadě dává úlohu vypsání informací na displej. Zároveň se informuje o stavu sabotážního spínače.

Zprávy jsou posílány pomocí bitů reprezentovanými v datových rámcích (blocích). Každý blok má strukturu která je zobrazena na obrázku 1.31. Pozůstává



Obr. 1.31: Datový rámeček

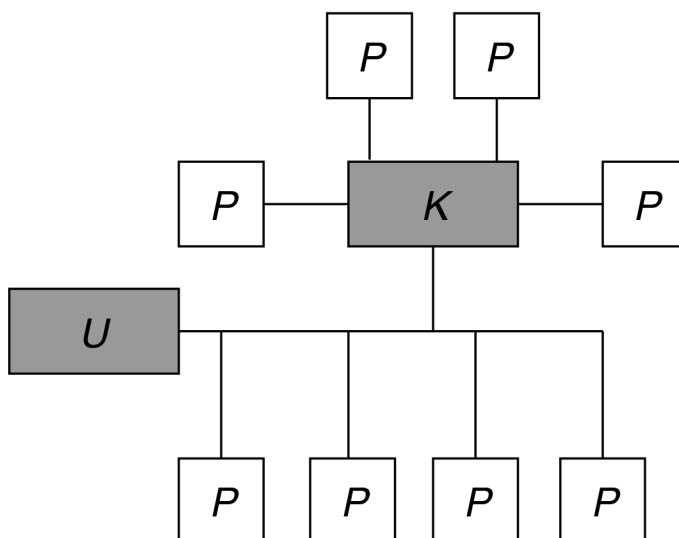
z hlavičky „ADR“, která obsahuje jedinečnou adresu přidělenou každému zařízení. V případě dotazu je tato adresa využita na adresování dotazu konkrétnímu zařízení. Při odpovědi slouží na identifikaci zařízení, od kterého odpověď přišla. Skupina bitů označená jako „DATA“ reprezentuje samotný dotaz/odpověď. Rámeček je zakončený bezpečnostní trojicí bitů označenou jako „CRC“, pomocí které si ústředna ověřuje, jestli nebyla zpráva během cesty modifikována. [3]

Bity jsou vytvářené napěťovými impulzy mezi vodiči A a B . Polarita napětí od vodiče A k vodiči B znamená „0“ a opačná polarita znamená „1“. [3]

Velká výhoda sběrnicového systému je jednodušší a tím levnější kabelový rozvod, avšak detektory jsou většinou komplikovanější a dražší. Bohužel jsou často velmi málo kompatibilní s prvky od jiných výrobců, protože každý používá jiné typy řešení sběrnice. Nevýhodou je taktéž pokles napětí na prvcích umístěných dále od ústředny. Řeší se to napájením z doplňkových akumulátorů.

1.5.3 Kombinované

Kombinované systémy v sobě obsahují prvky z obou druhů kabelových systémů. Část systému je připojena sběrnicí a část smyčkou. Na ústřednu jsou sběrnicí připojené koncentrátoři K , na které jsou smyčkami připojené zařízení. Každý koncentrátor neustále monitoruje stav svých detektorů. Ústředna komunikuje vždy jen s koncentrátořem, od kterého dostává hlášení o jeho detektorech. Takový poněkud rozsáhlejší systém je zobrazen na obrázku 1.32. [3]



Obr. 1.32: Kombinovaný systém

Hlavní výhodou těchto systémů je kompromis mezi složitostí kabeláže, cenou systému a rychlostí odezvy. Další předností je možnost připojení prvků od různých výrobců, a zároveň ponechání výhod sběrnicového systému. V dnešních podmínkách čistě smyčkový systém neexistuje, protože minimálně ovládací zařízení musí být připojené sběrnicí, což ze systému dělá kombinovaný.

1.6 Rádiové PZS

Dnes často používanými systémy jsou rádiové. Prvky systému mezi sebou komunikují přes sdílený rádiový kanál v pásmu 434, 868 nebo 2400 MHz. Systém má logickou

podobu sběrnicového typu (viz podkapitola 1.5.2), s protokolem dotaz–odpověď. Ústředna vysílá dotazy jednotlivým zařízením a ty ji posílají odpověď. Odpověď má stejnou strukturu jako datový rámec na obrázku 1.31. Tím že ústředna řídí veškerý provoz na kanálu, nedochází ke kolizím jednotlivých zpráv. [3]

Největší výhodou rádiových systémů je jednoduchost instalace a dalšího rozšiřování systému. Tyto systémy bývají dražší, i když bourací práce nutné při kabelových systémech, můžou tenhle cenový rozdíl vyrovnat. Nevýhodou je nutnost napájet prvky bateriemi. Při malé kapacitě baterie zašle detektor ústředně zprávu o nutnosti ji vyměnit. Tato zpráva je přes informační zařízení sdělena obsluze. Bezpečnostní nevýhodou je možnost sabotáže systému odposlechem nebo rušením kanálu. Ústředna však takovou sabotáž je schopna odhalit. Prevenci před odposlechem je šifrování zpráv.

1.7 Hybridní PZS

Hybridní systémy jsou kombinací rádiových a kabelových systémů. Část prvků je připojena kabely a část prvků je připojena přes rádiový kanál. Jako příklad požíjeme systém, kde jsou detektory připojené rádiově a ostatní zařízení kabely. Systém tak využívá výhody obou systémů a snižuje jejich nevýhody. Informační, ovládací i akční zařízení jsou propojena kabely, detektory rádiovým kanálem. To nám umožňuje rozšiřovat systém o nové detektory bez nutnosti zavádění nových kabelů. Zároveň však není nutné napájet ostatní zařízení autonomně. To je velká výhoda při zařízeních s větším odběrem energie, jako například dotykové ovládací zařízení, světelné reflektory, systémy otevření dveří a podobně.

1.8 Návrh PZS

1.8.1 Potřebné informace o objektu

Při návrhu poplachového zabezpečovacího systému existuje obecný postup. V první fázi je nutné zjistit konkrétní informace o objektu. Na základě toho se dále rozhodneme jaký stupeň zabezpečení zvolíme, z čeho vyplývá jaký typ systému a zařízení použijeme.

Jako první je nutné zjistit co jsou nejcennější aktiva v objektu. Z toho zjistíme co může být potencionálním cílem útočníka. Zároveň nám to dává informaci o tom, jak bude vybavený a jaké bude mít schopnosti. Z hmotnosti a objemu nejcennějších aktiv víme určit, jaký transport útočník pravděpodobně použije. Jestli bude nutné použít dopravní prostředky, největší zabezpečení je logické umístit z příjezdové cesty.

Pokud se jedná o nebezpečnou zbraň, tak je nutné zjistit možný dopad jejího zneužití na okolí objektu.

Další důležitou informací je konstrukční plán objektu. Z tohoto plánu můžeme zjistit konstrukci stěn, střech a podlah. Zároveň nám to dává informaci o pravděpodobných cestách útočníka. Vzhledem na umístění prvků víme určit objekty, které by mohli snižovat funkčnost detektorů (otřesy způsobené výtahy, zdroj tepla snižující funkčnost PIR detektorů, ...).

Jako další informací je dobré poznat obsluhu systému, personál budovy a jestli má veřejnost přístup do objektu. Tady je důležitý rozdíl mezi denním a nočním režimem.

Poslední užitečnou informací je historie vloupání do objektu. To znamená počet předchozích krádeží, ukradené aktiva, použité přístupové cesty a typ útočníků. [5]

1.8.2 Stupeň zabezpečení objektu

Pokud shromáždíme všechny potřebné informace uvedené v předchozí podkapitole, můžeme určit stupeň zabezpečení objektu. Nejmenší stupeň je 1 a nejvyšší 4. Pro určení stupně zabezpečení je vhodné použít tabulku 1.3, přidělující konkrétní stupeň k profilu útočníka. [5]

Tab. 1.3: Stupeň zabezpečení objektu

Stupeň zabezpečení	Bezpečnostní riziko útoku	Profil útočníka
1	nízké	útočník má malou znalost PZS systémů a má k dispozici omezené množství snadno dostupných nástrojů
2	nízké a střední	útočník má omezenou znalost PZS systéme a má k dispozici běžně přenosné nástroje (multimetr, ...)
3	střední a vysoké	útočník má znalosti o PZS systéme a používá rozsáhlý sortiment nástrojů
4	vysoké	útočník podrobně pozná systém PZS, má možnost si podrobně vypracovat cestu objektem a má k dispozici kompletní sortiment špičkových nástrojů spolu s prostředky pro náhradu rozhodujících komponentů systému PZS

1.8.3 Typy zařízení

Na základě stupně zabezpečení objektu, musíme zvolit typy zařízení které budou použité. Každý stupeň má minimální úroveň strážení. Obecně se projektanti řídí tabulkou 1.4 [1]. Samozřejmě je možné použít metody zabezpečení i z vyšších stupňů,

Tab. 1.4: Minimální úroveň strážení

Vzít v úvahu	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
obvodové dveře	O	O	O + P	O + P
okna		O	O + P	O + P
ostatní otvory		O	O + P	O + P
stěny				P
stropy a střechy				P
podlahy				P
místnosti	T	T	T	T
předmět (vysoké riziko)			S	S
O – otevření, P – průnik, T – past, nástraha, S – speciální posouzení				

jestli si to vyžaduje situace. Každý objekt je proto individuálně posuzovaný a tabulka 1.4 nic závazně nestanovuje. Stejně tak neukazuje všechny druhy útoků.

Nyní si při každé metodě strážení z tabulky 1.4 uvedeme konkrétní použitelné detektory.

Otevření

Tato metoda se vztahuje na otvory, které jsou vyplněné otevíratelnou výplní (dveře, okna, ...). V stavu systému „Odstřeženo“ bývají tyto otvory často používány. Strážit její otevření je proto nutné jenom ve stavu „Zastřeženo“. Zpravidla se používá detektor otevření (viz podkapitola 1.4.3). Pro jeho správné fungování je nutné zajistit, aby v čase strážení byly všechny strážené otvory zavřené.

Průnik

Jedná se o rozšířené strážení otvorů popsaných při metodě „Otevření“. Zároveň se tato metoda používá při překážkách, které neslouží na přechod osob (stěny, střechy, ...). Incidentem se rozumí pokus o překonání překážky násilným průnikem přes

ni. Nejpoužívanějšími detektory při této metodě jsou otřesové detektory (blíže popsané v podkapitole 1.4.3). Při skleněných výplních otvorů (okna, dveře) se používá detektor tříštění skla (viz podkapitola 1.4.3). Touto metodou je možné kontrolovat i průnik plotem kolem objektu. V tomto případě jsou nejčastěji používané distribuované překážkové detektory (viz 1.4.3). Tyto detektory jsou obvykle v stavu střežení i ve stavu systému „Odstřeženo“. Obsluha nemá důvod o násilný průnik přes překážky, proto je tato situace vždy považována za incident.

Past, nástraha

Hlavní použití této metody je při střežení volně průchodného prostoru, nejčastěji místností v interiéru. Při pohybu útočníka objektem, je vysoká pravděpodobnost, že tímto prostorem projde. Nejpoužívanějšími detektory jsou při této metodě duální objemové detektory (viz. podkapitola 1.4.4). V objektech s vyšším stupněm ochrany se můžeme setkat i s použitím hraničních detektorů, především liniových infračervených detektorů (viz podkapitola 1.4.5). Prostory ve kterých je tato metoda používaná, jsou většinou běžně přístupné obsluze a osobám nacházejícím se v objektu, proto je jejich střežení aktivní jenom v režimu „Zastřeženo“.

Speciální posouzení

Jedná se především o metodu střežení cenných aktiv, nejčastěji předmětů. V praxi se nejvíce setkáme s použitím tíhových a akceleračních detektorů (viz podkapitola 1.4.2). Stále častěji jsou však přesazované lidarové detektory patřící do skupiny hraničních detektorů. S takto cenným aktivem není běžně pohybované, ani jinak manipulované, proto jsou chráněné neustále.

Jako poslední je nutné zvolit typ komunikačního kanálu v systému. Pokud je zvolený kabelový systém, je nutné naplánovat řešení kabelového rozvodu. Ten musí být umístěný v běžně nepřístupných částech objektu (obvykle v stěnách, podlahách a stropěch). Výhody a nevýhody různých typů komunikačních systémů jsou popsány v podkapitolách 1.5, 1.6 a 1.7.

1.8.4 Dokumentace

Po navrhnutí všech prvků poplachového zabezpečovacího systému je nutné celý projekt zdokumentovat. Dokumentace by měla obsahovat:

- půdorys celého objektu,

- rozmístění prvků PZS – do schématu se zakreslují pomocí diagramů uvedených na obrázku 1.33 [1],
- zakreslení detekčních diagramů detektorů PZS,
- zakreslení kabeláže (v případě kabelového PZS),
- rozpis prvku PZS,
- cenovou kalkulaci systému. [1]

	Magnetický detektor		Ústředna EZS
	Mikrofonní detektor		Koncentrátor
	Detektor PIR		Ovladač, klávesnice
	Detektor PIR venkovní		Siréna s blikačem
	Duální detektor PIR + MW		Siréna s blikačem venkovní
	Otřesový detektor		Záplavový detektor
	Tísňový hlásič		Detektor kouře
	Infrazávora		Záložní akumulátor
	Detektor CO		PIR + mikrofonní

Obr. 1.33: Diagramy prvků PZS

2 Softwarové řešení

2.1 Účel softwaru

Naší úlohou je vytvořit software, který pomůže studentům vypracovat projekt do předmětu *Zabezpečovací systémy*. Účelem projektu je navrhnout poplachový zabezpečovací systém v jednoduchém objektu. Studenti mají postupovat podle obecného postupu projektantů, který je uvedený v podkapitole 1.8. Náš software slouží na vypracování dokumentace. Student si v něm nakreslí svůj objekt a zakreslí do něj značky systému PZS. Výsledkem programu bude nákres a cenová kalkulace na základě rozpisu použitých prvků. Součástí programu bude databáze produktů firmy *Jablotron* z řad JA-80 a JA-100, z které bude vypočítána přibližná cena systémů. Software je vytvořený jako webová aplikace a je dostupný na adrese <http://www.stud.feec.vutbr.cz/~xmalik19/>. Struktura aplikace je napsaná v jazyce HTML, její vzhled je upravený pomocí jazyka CSS a funkčnost zajišťuje skript napsaný v jazyce JavaScript. Při používání aplikace se doporučuje používat webový prohlížeč *Firefox*. V následujících sekcích si popíšeme fungování jednotlivých částí softwaru.

2.2 Náskres

Samotná aplikace je rozdělena do dvou částí. První část slouží na vytvoření náskresu a jeho následný export. Druhá část v dolní sekci okna slouží na vytvoření rozpisu prvků použitých v poplachovém systému. Nyní si představíme funkce první části.

Po otevření webové aplikace se nám objeví okno, které od nás požaduje zadat šířku náskresu. Tento údaj je orientační a slouží na reálnější vzhled náskresu. Po jeho zadání se na dolní hraně náskresu objeví pravítko, které znázorňuje jeho reálnou šířku pozemku v metrech. Pravítko bude také součástí finálního náskresu.

Hlavní částí této sekce je samotný náskres. V programu je implementovaný jako průhledný „canvas“ o rozměrech 1200 × 800 pixelů. Po jeho stranách se nacházejí panely s funkcemi na kreslení a úpravu náskresu. Nyní si skupiny jednotlivých funkcí popíšeme podrobněji.

2.2.1 Funkce *Kreslení a Vrstvy*

Část levého panelu s názvem *Kreslení* obsahuje funkce sloužící na vytvoření jednoduchého půdorysu budovy. Pro účely projektu je takový náskres postačující. Funkce *Místopost* vloží do náskresu bílý čtverec o předdefinovaných rozměrech. Pomocí myši

je student schopen tento čtverec přesouvat, deformovat a otáčet. Na stejném principu funguje funkce *Zed*, která do nákresu vloží přímku. Funkce *Dveře* a *Okno* vloží do nákresu příslušný objekt. Okno je definované jako obdélník o malých rozměrech a dveře jsou obrázek ve formátu **png**.

S každým objektem lze kromě myši pohybovat také pomocí šipek. Ty pohnou objektem o 0,5 pixelu v daném směru, což se hodí pro jemné doladění pozice objektu. Pro přesnější rotaci objektu slouží funkce *Otoč*, která otočí objekt o 45 stupňů ve směru hodinových ručiček. Pro další interakci s objekty slouží funkce *Uzamknout*, *Odemknout*, *Vymaž*, *Kopíruj* a *Vlož*. Na uspořádávání objektů ve vrstvách slouží funkce *Vrstvy*. Funkce *Na pozadí* a *Posuň dozadu* přesunou objekt na nižší vrstvu a funkce *Dopředu* a *Posuň dopředu* ho přesunou na vrstvu vyšší.

Pro vložení textu do nákresu slouží funkce *Text*. Tato funkce slouží na popsání jednotlivých místností v budově. Textové pole může obsahovat maximálně jeden řádek. Pokud bude student chtít vložit dvouřádkový popis místnosti, vloží dvě textová pole a rozmístí je tak, aby to vypadalo esteticky správně.

Funkce *Uložit* bude blíže popsána v části 2.4.

2.2.2 Funkce *Prvky PZS* a *Detektory*

V pravém panelu se nacházejí funkce na vkládání značek prvků PZS do nákresu. Funkce *Prvky PZS* vkládají značky ústředny, informačních, akčních a ovládacích zařízení. Funkce *Detektory* slouží na vkládání značek detektorů. Více o zařízeních PZS viz sekce 1.3.

Po použití funkce na vložení značky zařízení se do nákresu vloží obrázek ve formátu „png“ ze složky, která je součástí aplikace. S tímto obrázkem pak lze manipulovat jako s každým objektem, popsáním v sekci 2.2.1. Pro zachování správného rozlišení, je funkce deformování objektu zablokována. Všechny značky jsou oficiálními značkami zařízení PZS obsaženými v normě [1].

2.2.3 Funkce *Kabeláž* a *Diagramy*

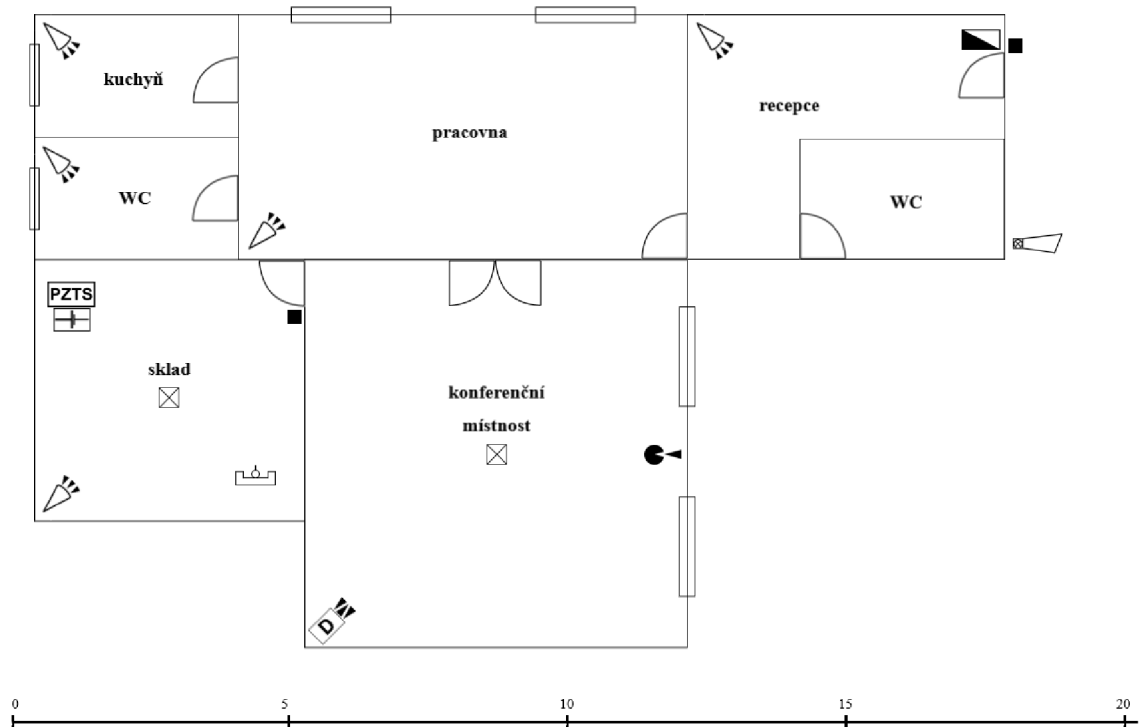
Funkce *Kabeláž* slouží na zakreslení kabelové části systému PZS. Funkce *Kabel* vloží přímkou, kterou student umístí podélně stěny, přes kterou prochází kabel. Pro zakreslení uzlu v kterém se střetávají vícere kabely, slouží funkce *Uzel*. Funkce na zakreslení koncentrátoru se nachází v pravém panelu v skupině funkcí *Prvky PZS*.

Pro vykreslení detekčního diagramu detektoru slouží funkce *Diagramy*. Po použití jedné z těchto funkcí, je po uživateli požadováno zadání klíčových parametrů, pro vykreslení diagramu. Tyto údaje lze najít na oficiální stránce firmy *Jablotron* [2], nebo také po zvolení konkrétního modelu zařízení v části *Použitý materiál* viz sekce 2.3. U mikrofonního detektoru je požadován dosah detektoru (v metrech) a detekční

diagram má tvar elipsy. U pohybového detektoru jsou klíčovými parametry úhel detekce (v stupních) a dosah detektoru (v metrech). Diagram má tvar trojúhelníku. Oba diagramy jsou zobrazeny červenou barvou pro lepší rozeznání. Více o detekčních diagramech detektorů viz sekce 1.4.1.

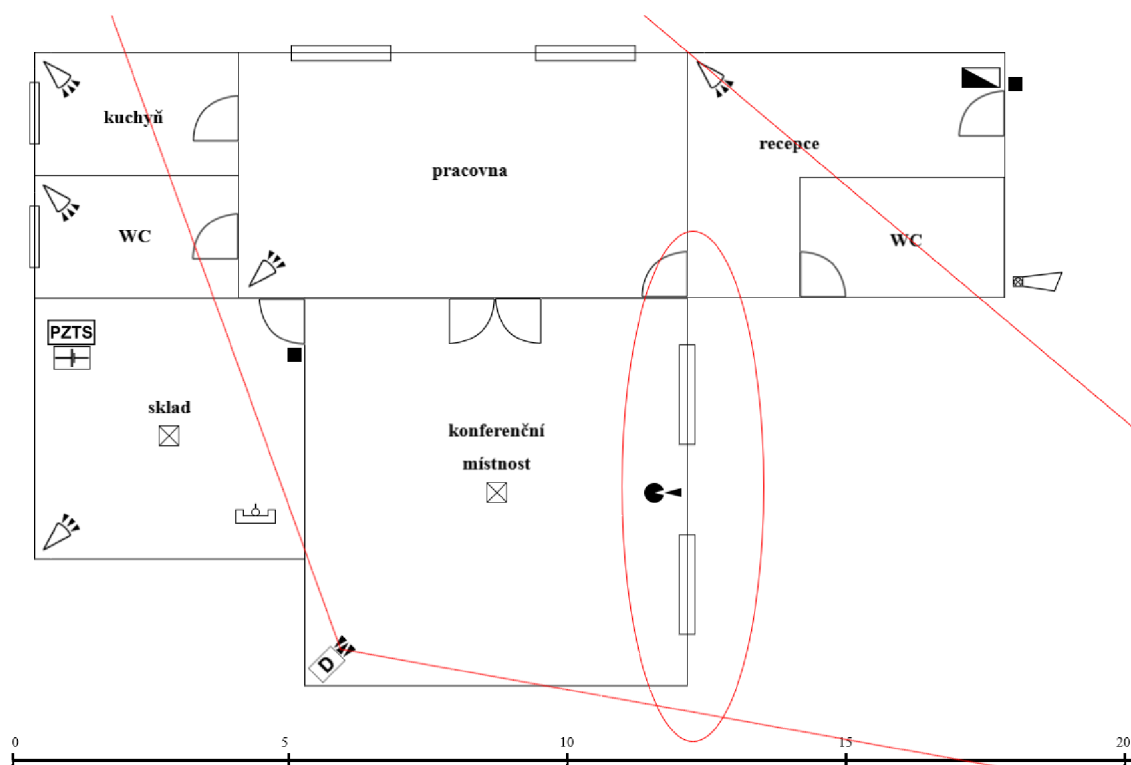
Funkce vykreslení detekčního diagramu slouží na ověření, zda detektor má vhodný dosah pro daný prostor. Při exportu se tyto diagramy v nákresu nacházet nesmí. Údaje jsou po zadání proporcionálně propočítány na zadanou šířku nákresu. Následně je do nákresu vložený objekt, který po přesunutí na místo daného detektoru reálně zobrazuje jeho detekční diagram. Student pak musí vyhodnotit, jestli je požadovaný dosah dostačující a není třeba přidat další detektor, popřípadě zvolit kvalitnější model. Zároveň je nutné počítat s faktem, že aplikace při vykreslení detekčních diagramů nebere do úvahy stěny a překážky. U mikrofonních detektorů je tvar detekčního diagramu specifický pro každý model. Ve všeobecnosti se jedná o elipsu nebo kruh. Uživatel má proto možnost po vykreslení diagramu ho upravit podle individuálních požadavků.

Vzorový nákres, který byl vytvořený naší webovou aplikací, lze vidět na obrázku 2.1. Příklad zobrazení detekčního diagramu mikrofonního a pohybového detektoru



Obr. 2.1: Vzorový nákres

lze vidět na obrázku 2.2.



Obr. 2.2: Vzorový detekční diagram mikrofonního detektoru (dosah detektoru je 9 metrů) a pohybového detektoru (úhel detekce je 120 stupňů a dosah detektoru 12 metrů)

2.3 Použitý materiál

Druhá část naší aplikace slouží na vytvoření rozpisu použitého materiálu v zabezpečovacím systému a na jeho cenovou kalkulaci. Slouží na to tabulka v dolní části okna s názvem *Použitý materiál*. Smyslem projektu je vcítit se do kůže profesionálního projektanta systémů PZS a navrhnout zjednodušený systém, který by fungoval i ve skutečném světě. Za tímto účelem obsahuje aplikace lokální databázi produktů firmy *Jablotron* [2]. Samotná tabulka je rozdělena do šesti sloupců. Funkce jednotlivých sloupců budou popsány v části 2.3.1. Všechny ceny produktů pocházejí z obchodního portálu <https://www.heureka.cz/> a jsou orientační. Hlavním cílem je, aby si student uvědomil, kolik přibližně jednotlivé části systému stojí a jaká je celková investice do zabezpečovacího systému. Část *Použitý materiál* je zcela nezávislá od první části.

2.3.1 Přidání zařízení

Na samotné přidání nového zařízení do tabulky, slouží rozbalovací seznam a funkce *Vlož zařízení* nacházející se nad tabulkou. Ze seznamu si uživatel vybere zařízení,

kteře chce do tabulky přidat a zvolí jeho variantu, tedy jestli se jedná o sběrní-
cové nebo bezdrátové zařízení. Následně po kliknutí na funkci *Vlož zařízení* se toto
zařízení přidá do tabulky.

Nyní si student v druhém sloupci tabulky vybere konkrétní produkt daného
zařízení. Na výběr má ze všech dostupných produktů z řad JA-80 a JA-100. V
momentě kdy student zvolí produkt, ostatní sloupce řádku se doplní automaticky z
databáze. Tento produkt může kdykoliv během práce změnit a hodnoty v sloupcích
se automaticky aktualizují. Do třetího sloupce se zapíše řada zařízení. Tento údaj je
pro studenta důležitý, protože v praxi se zařízení z rozličných řad v jednom systému
nekombinují.

Čtvrtý sloupec obsahuje důležité parametry produktu. Pokud daný typ zařízení
nemá žádné důležité parametry pro vytvoření nákresu systému, tak zůstane tento
sloupec prázdný. U ústředny jsou klíčovými parametry komunikační rozhraní, které
obsahuje. Student tak může bez potřeby studování informací o dané ústředně vě-
dět, jestli je daná ústředna vhodná pro jeho PZS. Více informací o komunikačních
rozhraních, kterými může ústředna disponovat, lze najít v sekci 1.3.1. Sloupec *Para-
metry* je důležitý také při mikrofonních a pohybových detektorech. Tento sloupec při
nich obsahuje informace klíčové k vykreslení detekčního diagramu (viz funkce 2.2.3).
U obou typů detektorů se v tomto sloupci nachází dosah detektoru a u pohybových
navíc úhel detekce.

Pátý sloupec obsahuje cenu produktu v korunách. Tento údaj slouží na lepší
představu studenta, kolik dané zařízení stojí. Zároveň jsou ceny z pátého sloupce
sečteny a na pravé straně nad tabulkou indikují aktuální cenu systému. Kdykoliv
nastane jakákoliv změna v tabulce, tato cena je aktualizovaná.

Šestý sloupec slouží na odstranění daného zařízení z tabulky.

2.3.2 Rozšíření databáze

Tato aplikace byla vyvíjena v roce 2019. Proto se může stát, že přijde na trh nový
produkt firmy *Jablotron* a databáze ho nebude obsahovat. Za tímto účelem obsahuje
aplikace funkci *Rozšíření databáze*, která se nachází v pravém panelu vedle nákresu.
Pomocí této funkce může student dočasně rozšířit databázi o nový produkt. Po
zvolení typu zařízení je student dotázán na zadání modelu který chce přidat, řady
z které produkt pochází a jeho ceny. Také je třeba zadat parametry zařízení, pokud
nějaké vyžaduje, viz 2.3.1.

2.4 Export

Součástí aplikace jsou funkce pro exportování výstupů aplikace do použitelných formátů. Pro export nákresu slouží funkce *Uložit* nacházející se v levém panelu. Po jejím použití je stažený soubor `nakres.png`. Tento soubor zachytává celý nákres jehož součástí je také pravítko na dolní straně nákresu. Právě pro tuto funkci je klíčové používat prohlížeč *Firefox*, protože jenom v tomto prohlížeči funguje funkce bezchybně. Při testování v prohlížečích *Google Chrome* a *Microsoft Edge* se někdy stalo, že funkce nemohla být použita opakovaně. Po exportu obrázku je možné ho vložit do textových editorů. Nedoporučuje se jakkoliv upravovat obrázek v grafických editorech, protože některé prvky nákresu jsou průhledné a některé editory jim doplní automaticky černé nebo bílé pozadí a následně je nákres znehodnocen.

Export tabulky rozpisu materiálu se provádí pomocí funkce *Export tabulky*. Po použití této funkce je tabulka na pozadí aplikace upravena do požadovaného formátu a následně je stažený soubor `tabulka.csv`. V rámci úprav jsou odstraněny sloupce číslo 3, 4 a 6, které nejsou důležité pro vytvoření dokumentace k projektu. Na poslední řádek tabulky je vypsána výsledná cena. Tabulku následně uživatel otevře v tabulkovém editoru (MS Excel, LibreOffice, ...) a naformátuje si ji dle požadavků. Příkladem exportované tabulky, která je následně upravena pro sázečí program \LaTeX , je tabulka 2.1. Funkce *Export tabulky* je jednorázová, tudíž pokud ji jednou uživatel použije, znovu ji může použít až po obnovení stránky, kdy dojde k ztrátě údajů z tabulky. Proto se aplikace dotáže uživatele, jestli si opravdu přeje tabulku exportovat.

Tab. 2.1: Vzorová exportovaná tabulka

Zařízení	Model	Cena [Kč]
Ústředna	JA-101KR-LAN	11400
Klávesnice	JA-153E	2396
Siréna EXT	JA-151A	793
PIR detektor INT	JA-150P	1570
PIR detektor INT	JA-152P	1876
Duální detektor	JA-180W	2197
Magnetický detektor	JA-182M	1071
Výsledná cena		21303

Při testování funkce exportu tabulky se narazilo na zvláštní problém. Na některých počítačích byla exportovaná tabulka otevřena ve zlém rozložení, kdy údaje v rámci jednoho řádku tabulky nebyly rozděleny do buněk. Po prošetření problému

bylo zjištěno, že některé verze tabulkových softwaru, nemají ve výchozím stavu nastaveno automatické rozdělení řádku do buněk podle znaku čárky. Tento problém se dá eliminovat manuálním spuštěním této funkce na již otevřenou tabulku. Zde je uvedený postup pro provedení této funkce v programu *MS Excel pro Office 365 MSO: 16.0.11328.20230*:

1. po vybrání všech buněk zaplněných textem přejít na záložku „Údaje“,
2. kliknou na funkci „Text na sloupce“,
3. v nově otevřeném okně zvolit možnost „Oddělené“ a kliknout „Další“,
4. jako oddělovač zvolit „Čárka“ a zvolit možnost „Dokončit“.

Po provedení tohoto postupu by údaje v tabulce měli být v správném tvaru a připravené na formátování podle individuálních požadavků.

3 Závěr

V této práci se nám podařilo splnit každý bod zadání. V kapitole 1 jsme detailně popsali problematiku návrhu poplachového zabezpečovacího systému a fungování jeho jednotlivých částí. Na základě těchto znalostí jsme vytvořili webovou aplikaci, pomocí které je student předmětu *Zabezpečovací systémy* schopen navrhnout kvalitní PZS. Fungování aplikace je detailně popsané v kapitole 2. V první řadě je uživatel v aplikaci schopen vytvořit nákres budovy, do kterého následně zakreslí ucelený PZS. Všechny symboly a značky systému PZS splňují pravidla normy ČSN EN 50131 ED.2. Aplikace také obsahuje důležité funkce pro návrh kabelového PZS. Součástí programu je také databáze produktů firmy *Jablotron*, konkrétně produktových řad JA-80 a JA-100. Uživateli je tak umožněno vytvořit rozpis použitého materiálu v PZS a jeho cenovou kalkulaci. Samotný nákres a tabulka použitého materiálu jsou exportovatelné do běžných formátů, s kterými pak může student pracovat v dokumentaci projektu.

Webová aplikace je volně dostupná na UNIX-ovém serveru VUT. Struktura stránky je napsaná v značkovacím jazyce HTML. O funkčnost se stará skript napsaný v jazyce JavaScript. Vzhled jednotlivých komponent HTML je upravený pomocí jazyka CSS.

Literatura

- [1] ČSN EN 50131: *Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy*. Ed. 2. Praha : Český normalizační institut, 2007.
- [2] *Jablotron* [online]. CZ: CSL, 2000 [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: jablotron.com
- [3] BURDA, Karel. *Základy elektronických zabezpečovacích systémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 978-80-7204-967-7.
- [4] Ms. Lopa Jilpesh Vora. EVOLUTION OF MOBILE GENERATION TECHNOLOGY: 1G TO 5G AND REVIEW OF UPCOMING WIRELESS TECHNOLOGY 5G. *International Journal of modern Trends in Engineering and Research* [online]. 2015, , 11 [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <https://www.ijmter.com/papers/volume-2/issue-10/evolution-of-mobile-generation-technology-1g-to-5g-and-review-of-5g.pdf>
- [5] FIKEJS, Jan. *Software pro podporu projektování elektrické zabezpečovací signalizace* [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010 [cit. 2018-11-22]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/18223>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav telekomunikací. Vedoucí práce Karel Burda.

Seznam symbolů, veličin a zkratek

PZS	Poplachové zabezpečovací systémy
GSM	Global System for Mobile communications
GPRS	General Packet Radio Service
Wi-Fi	Wireless Fidelity
PCO	Pult centrální ochrany
PIR	Pasivní infračervený detektor
MW	Mikrovlnný detektor

Seznam příloh

A Obsah přiloženého CD

55

A Obsah přiloženého CD

Přiložené CD obsahuje kromě souboru s bakalářskou prací, všechny soubory nutné pro spuštění aplikace. Existují dva způsoby, jak aplikaci spustit:

1. ve webovém prohlížeči otevřít odkaz <http://www.stud.feec.vutbr.cz/~xmalik19/>,
2. z přiloženého CD otevřít soubor `index.html` ve webovém prohlížeči.

V obou případech se doporučuje použít webový prohlížeč *Firefox*. V jiném případě nelze zaručit bezchybné fungování aplikace.

```
/ ..... kořenový adresář přiloženého CD
├── Obrazky ..... obrázky pro tvorbu nákresu
│   ├── akumulator.png
│   ├── CO.png
│   ├── dualni.png
│   ├── dvere.png
│   ├── infrazavora.png
│   ├── klavesnice.png
│   ├── koncentrator.png
│   ├── kourovy.png
│   ├── magnet.png
│   ├── mikrofon.png
│   ├── otresovy.png
│   ├── PIR.png
│   ├── PIR_ext.png
│   ├── PIR_mik.png
│   ├── sirena.png
│   ├── sirena_ext.png
│   ├── tisen.png
│   ├── ustredna.png
│   └── zaplavy.png
├── bakalarska_prace.pdf ..... text bakalářské práce
├── databaze_produkту.xlsx ..... databáze produktů – pouze informační účel
├── fabric.min.js ..... externí knihovna na práci s grafickými objekty
├── index.html ..... zdrojový kód aplikace (HTML, JavaScript, CSS)
├── nakres.png ..... soubor na ukládání grafického výstupu
└── tableHTMLExport.js ..... plugin na exportování tabulky
```