

Perimetrické detekční systémy

Marie Štětková

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Marie Štětková
Osobní číslo: A22146
Studijní program: B1032A020001 Bezpečnostní technologie, systémy a management
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Perimetrické detekční systémy
Téma práce anglicky: Perimeter detection systems

Zásady pro vypracování

- Pojednejte o způsobech detekce v perimetrických detekčních systémech.
- Klasifikujte perimetrické detekční systémy.
- Analyzujte současnou nabídku na trhu.
- Pro modelový objekt zpracujte variantní návrh perimetrické ochrany.
- Vyhodnoťte a proveďte komparaci zpracovaných návrhů.

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

Seznam doporučené literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management*. Zlín: VeRBuM, 211. ISBN 978-80-87500-05-7.
2. VALOUCH, Jan. *Projektování integrovaných systémů*. 2. Zlín: UTB, 2015. ISBN 978-80-7454-557-3.
3. VALOUCH, Jan. *Projektování bezpečnostních systémů*. 2. Zlín: UTB, 2019. ISBN 978-80-7454-858-1.
4. LOVEČEK, Tomáš a REITSPIŠ, Josef. *Projektovanie a hodnotenie sytémov ochrany objektov*. Žilina: EDIS vydavateľstvo ŽU, 2011. ISBN 978-80-554-0457-8.
5. SIEZA. *Systém Peridetect*. Online. Sieza, 2024. Dostupné z: <https://www.sieza.com/en/peridetct-plus/>. [cit. 2024-10-15].
6. KŘEČEK Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Vydání 3. Blatná: Cricetus, 2006. 315 s. ISBN 80-902938-2-4.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Valouch, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **23. listopadu 2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2025**



doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan

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

Ve Zlíně dne 23. listopadu 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- 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(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na problematiku perimetrické ochrany objektů. Teoretická část zahrnuje analýzu způsobu detekce v perimetrických detekčních systémech, prezentuje jejich klasifikaci a technické požadavky kladené na jednotlivé prvky a systémy. Praktická část se věnuje zmapování aktuální situace v oblasti bezpečnostních technologií a prvků využívaných pro ochranu perimetru. Hlavním výstupem práce je návrh zabezpečení perimetrické ochrany vybraného modelového objektu.

Klíčová slova: perimetrická ochrana, detektor narušení, bezpečnost objektů, návrh zabezpečení

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the issue of perimeter protection of objects. The theoretical part includes an analysis of the detection method in perimeter detection systems, presents their classification and technical requirements for individual elements and systems. The practical part is devoted to mapping the current situation in the field of security technologies and elements used for perimeter protection. The main output of the thesis is a proposal for securing perimeter protection of a selected model object.

Keywords: perimeter protection, intrusion detector, building security, security proposal

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Valouchovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup během celého zpracování této práce. Poděkování patří také mé rodině a blízkým za jejich podporu, trpělivost a motivaci po celou dobu studia.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 PERIMETRICKÉ DETEKČNÍ SYSTÉMY.....	15
1.1 FUNKCE PERIMETRICKÉ OCHRANY	15
1.1.1 Odrazení	16
1.1.2 Detekce.....	16
1.1.3 Zpomalení	16
1.2 SPECIFICKÉ POŽADAVKY DETEKTORŮ	16
1.3 ZPŮSOBY DETEKCE V PERIMETRICKÝCH DETEKČNÍCH SYSTÉMECH	17
1.3.1 Elektromagnetické záření.....	18
1.3.2 Infračervené záření.....	18
1.3.3 Mikrovlnné záření	19
1.3.4 Rádiové záření.....	19
1.3.5 Piezoelektrický jev	20
1.3.6 Pyroelektrický jev	21
1.3.7 Hallův jev	21
1.3.8 Dopplerův jev.....	21
1.3.9 Triboelektrický jev	22
1.4 SHRNUÍ.....	24
2 KLASIFIKACE PERIMETRICKÝCH DETEKČNÍCH SYSTÉMŮ	25
2.1 ELEKTROMECHANICKÉ DETEKTORY	26
2.1.1 Mechanické detektory – spínače	26
2.1.2 Magnetické detektory	27
2.1.3 Tenzometrické detektory	28
2.1.4 Nášlapné detektory	29
2.1.5 Diferenciální tlakové detektory	29
2.2 ELEKTROMAGNETICKÉ DETEKTORY	30
2.2.1 Infračervené bariéry a závory.....	30
2.2.2 Pasivní infračervené detektory	32
2.2.3 Mikrovlnné detektory	33
2.2.4 Štěrbínové kabely	34
2.2.5 Kapacitní detektory	34
2.2.6 Laserové radary	36
2.3 ELEKTROAKUSTICKÉ DETEKTORY	36
2.3.1 Ultrazvuková čidla	37
2.3.2 Mikrofonický kabel	39
2.4 VIDEO ANALYTIKA	39
2.4.1 Rozdělení kamerových systémů.....	40
2.5 SHRNUÍ.....	41
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	43

3	ANALÝZA TRHU	44
3.1	SEZNAM VÝROBCŮ A JEJICH PRODUKTY	44
3.1.1	Advanced Perimeter Systems	45
3.1.2	AXIS communications	45
3.1.3	CIAS	45
3.1.4	Detection Technologies Ltd.	45
3.1.5	Luna Innovations	46
3.1.6	Magos Systems	46
3.1.7	Maximum Security	46
3.1.8	OPTEX	47
3.1.9	RBtec Perimeter Security Systems	47
3.1.10	Ronyo Technologies s.r.o.	47
3.1.11	Senstar	47
3.1.12	SICURIT CS, spol. s r.o.	48
3.1.13	Sieza s.r.o.	48
3.1.14	SORHEA	48
3.1.15	Southwest Microwave	49
3.2	PRVKY PERIMETRICKÉ OCHRANY	49
3.2.1	Bezdrátové detekční systémy	51
3.2.2	Plotové systémy	52
3.2.3	Bezpečnostní kamery a radary	54
3.2.4	Detektory pohybu, infračervené a laserové detektory	56
3.2.5	Detekční kabelové systémy	60
3.2.6	Bariéry	63
3.2.7	Seismický detektor	66
3.2.8	Zemní detektor	68
3.3	SHRNUTÍ	69
4	NÁVRHY ZABEZPEČENÍ OBJEKTU	71
4.1	POPIS OBJEKTU A JEHO PERIMETRU	71
4.1.1	Lokalizace objektu	71
4.1.2	Dispozice areálu	72
4.1.3	Stav perimetru	73
4.1.4	Stávající bezpečnostní prvky	73
4.1.5	Analýza hrozeb	73
4.1.6	Shrnutí	74
4.2	NÁVRHY ZABEZPEČENÍ	74
4.3	VARIANTA A – ZÁKLADNÍ ÚROVEŇ ZABEZPEČENÍ	75
4.3.1	Oplocení	75
4.3.2	Plotový systém	76
4.3.3	Infračervené závory	76
4.3.4	PIR detektory	77
4.3.5	Ústředna PZTS	78
4.3.6	Rozmístění bezpečnostních prvků – Varianta A	79
4.4	VARIANTA B – POKROČILÁ ÚROVEŇ ZABEZPEČENÍ	80
4.4.1	Oplocení	80

4.4.2	Bezdrátový perimetrický detekční systém	81
4.4.3	Infračervené závory	82
4.4.4	Kamerový systém	82
4.4.5	PIR detektory	83
4.4.6	Ústředna PZTS	83
4.4.7	Rozmístění bezpečnostních prvků – Varianta B	84
5	VYHODNOCENÍ A KOMPARACE ZPRACOVANÝCH NÁVRHŮ	85
5.1	SROVNÁNÍ POUŽITÝCH TECHNOLOGIÍ	85
5.2	FUNKČNÍ HODNOCENÍ	86
5.2.1	Finanční náročnost – Varianta A	86
5.2.2	Finanční náročnost – Varianta B	88
5.2.3	Cenové porovnání	90
5.3	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ	90
5.4	SHRNUTÍ	90
5.5	DOPORUČENÍ	91
	ZÁVĚR	92
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ	100
	SEZNAM TABULEK	102
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	103

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá perimetrickými detekčními systémy a perimetrickou ochranou.

Perimetrickou ochranou se rozumí soubor bezpečnostních opatření zaměřených na fyzickou ochranu vztahující se na hranici pozemku chráněného objektu a prostor mezi touto hranicí a samotným objektem.

Perimetrickými detekčními systémy jsou právě specifické systémy určené k detekci narušení vnějšího obvodu pozemku. Systémy tedy detekují narušení hranice a upozorňují na to, aby bylo možné včas zasáhnout proti narušiteli.

Perimetrická ochrana je mnohdy podceňován, proto je práce zaměřena na popis této problematiky.

Cílem této bakalářské práce je analyzovat možnosti perimetrické ochrany modelového objektu a navrhnout technické řešení zabezpečení jejího areálu s důrazem na účinnost, spolehlivost a finanční udržitelnost. V teoretické části práce jsou představeny principy perimetrických detekčních systémů, jejich rozdělení, vlastnosti a praktické využití v oblasti fyzického zabezpečení objektů. Následuje analýza současného stavu zabezpečení konkrétního objektu, identifikace jeho slabých míst a zranitelností.

Na základě provedeného zhodnocení jsou v praktické části navrženy dvě varianty technického řešení – základní a pokročilá. Obě řešení jsou následně podrobena komparaci z hlediska úrovně zabezpečení, technické náročnosti, rozšiřitelnosti a ekonomické efektivity.

Výsledkem práce je doporučení vhodného návrhu zabezpečení, který odpovídá potřebám provozovatele, specifikům daného objektu a zároveň respektuje aktuální bezpečnostní standardy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PERIMETRICKÉ DETEKČNÍ SYSTÉMY

Perimetrická ochrana zahrnuje soubor bezpečnostních opatření zaměřených na fyzickou ochranu, která se vztahuje výhradně na hranici pozemku chráněného objektu a prostor mezi touto hranicí a samotným objektem. Perimetr je zpravidla vymezen katastrální hranicí pozemku, která bývá označena přírodními nebo umělými bariérami, jako jsou ploty, živé ploty, zdi nebo vodní toky. Hlavním cílem perimetrické ochrany je zabránit vstupu narušitelů, odradit je, nebo zpomalit jejich pokus o překonání hranic pozemku. Současně by tato ochrana měla při pokusu o narušení nebo při jeho úspěšném překonání spolehlivě signalizovat porušení perimetru [1].

Ochrana perimetru, známá také jako perimetrická detekce, představuje klíčový prvek celkového zabezpečení objektu (tzv. bezpečnostního mixu). Žádná jednotlivá technologie totiž nemůže sama o sobě zajistit stoprocentní ochranu. Optimální elektronický zabezpečovací systém je založen na vhodné kombinaci, vzájemné souhře a správné instalaci i nastavení jednotlivých technologií [2].

Význam perimetrické detekce spočívá v umožnění rychlé reakce na poplachovou událost či narušení. Perimetrický detekční systém (známý také jako systém perimetrické detekce nebo anglicky Perimeter Intrusion Detection System – PIDS) výrazně přispívá k efektivnímu zabezpečení a minimalizaci vzniklých škod [2].

1.1 Funkce perimetrické ochrany

Perimetrická ochrana představuje klíčový prvek každého zabezpečovacího systému. Její význam spočívá především v tom, že tvoří první bariéru, na kterou narušitel narazí. Pokud je ochrana dostatečně robustní, může již v počáteční fázi zabránit vzniku škod. Žádný systém však není zcela neprostupný. Narušitel, vybavený vhodnými nástroji a znalostmi, je s dostatkem času schopen překonat i ty nejpokročilejší detekční systémy. Z tohoto důvodu plní perimetrická ochrana také další podpůrné funkce, mezi které patří:

- odrazení,
- detekce,
- zpomalení [3].

1.1.1 Odrazení

Odrazení je založeno především na psychologickém účinku, který perimetrická ochrana vyvolává na potenciálního narušitele. Pokud již na první pohled působí nepřekonatelně díky své robustnosti, výšce či celkové konstrukci, mnoho narušitelů svůj úmysl vzdá ještě před pokusem o překonání. K dosažení tohoto efektu se využívají stavební prvky, jako jsou zdi, ploty, žiletkové zábrany nebo ostnaté dráty. Pro posílení dojmu neprostupnosti lze zapojit i přírodní překážky [3].

1.1.2 Detekce

Pokud narušitel překoná perimetrickou ochranu, je klíčové toto narušení co nejrychleji odhalit. Na odhalení musí navazovat okamžité vyhodnocení příčiny poplachu a následné kroky k řešení situace. Poplach lze vyhodnotit například prostřednictvím kamerového systému nebo za pomoci fyzické ostrahy [3].

1.1.3 Zpomalení

Pokud se narušitele nepodaří zastrašit, další klíčovou funkcí perimetrické ochrany je jeho zdržení. Cílem je prodloužit čas potřebný k překonání jednotlivých prvků ochrany tak, aby fyzická ostraha měla dostatek času zasáhnout. Z tohoto důvodu je zásadní efektivní spolupráce mezi detekčním systémem a fyzickou ostrahou [3].

1.2 Specifické požadavky detektorů

Detektory narušení používané k perimetrické ochraně mají oproti běžným detektorům specifické požadavky. Musí být schopné fungovat v neustálém nasazení ve venkovním prostředí a zároveň si udržet plnou funkčnost. To představuje jeden z hlavních rozdílů oproti běžným detektorům. Z hlediska uživatele jsou na ně kladeny vysoké nároky, zejména v oblasti imunitní vůči nežádoucím projevům ve střeženém prostoru, čímž se minimalizuje četnost planých poplachů. Vytvoření takového detektoru není jednoduché, přičemž zde byly zmíněny pouze základní požadavky [3].

Detektory narušení hrají nezastupitelnou roli v perimetrické ochraně. Jak už název napovídá, jejich hlavním úkolem je detekce narušení. Tato narušení mohou mít různý charakter. Mezi základní typy narušení, které jsou pro uživatele klíčové, patří detekce překročení stanovené hranice, rozpoznání neoprávněné manipulace s prvky mechanického

zábranného systému a podobně. S tímto je také spojený požadavek na spolehlivý přenos informací o narušení [3].

Realizace všech těchto požadavků představuje technickou výzvu. Proto se při střežení perimetru často využívají hranice pozemku a určité liniové struktury, které usnadňují instalaci vhodných detektorů. Tvar detekční charakteristiky je tak dalším požadavkem na tyto detektory, přičemž se upřednostňují detektory s úzkopásmovou detekční charakteristikou [3].

Instalace detektorů ve venkovním prostředí přináší další výzvy, které je třeba řešit. Jedním z nich je správné rozpoznání pohybujících se objektů, přičemž ve venkovním prostředí se setkáváme s širokým spektrem těchto objektů, což vyžaduje vysokou odolnost vůči falešným poplachům. Nejčastějším problémem je pohyb zvěře, kterou nelze ovlivnit ani zakázat její pohyb v okolí detektorů. Mezi další požadavky patří imunita vůči specifickým přírodním jevům, které mohou ovlivnit detekci. Mezi běžné přírodní faktory, které mohou být problémové pro detektory, patří vítr způsobující chvění pletiva, pohyb a růst kořenů stromů u detektorů instalovaných v zemi, pohyb větví stromů, opadávání listů a další. Dále je nezbytná dostatečná odolnost detektorů vůči neustálým vlivům počasí, přičemž schopnost detekovat narušení by neměla být ovlivněna nepříznivými povětrnostními podmínkami [3].

1.3 Způsoby detekce v perimetrických detekčních systémech

Perimetrické detekční systémy (PDS) využívají různé technologie k detekci neoprávněného vniknutí do chráněného prostoru.

Fyzikální jevy využívané ke konstrukci detektorů pohybu:

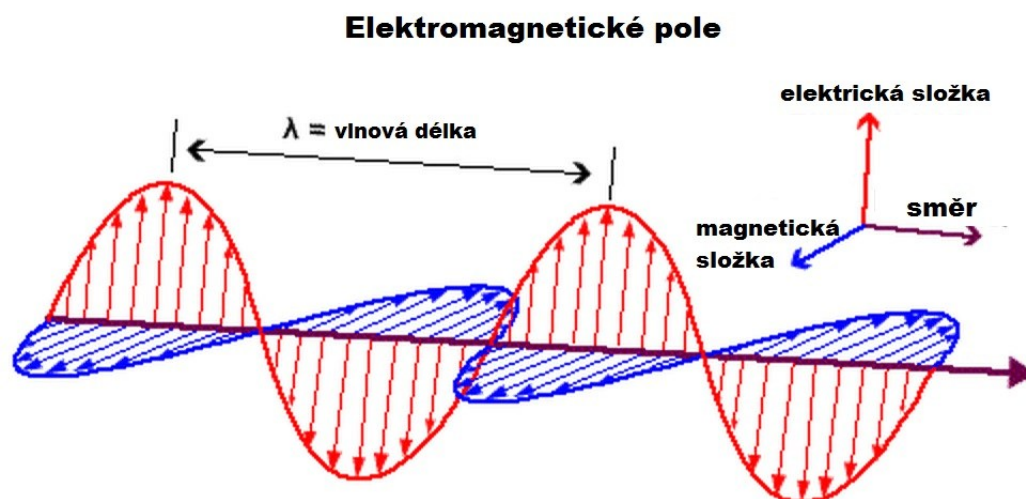
- elektromagnetické záření,
- infračervené záření,
- mikrovlnné záření,
- rádiové záření,
- piezoelektrický jev,
- pyroelektrický jev,
- Hallův jev,

- Dopplerův jev,
- triboelektrický jev.

1.3.1 Elektromagnetické záření

Podstatou u většiny detektorů narušení pohybu je využívání elektromagnetického pole. Které můžeme popsat jako působení elektrického a magnetického pole [4].

Elektromagnetické pole (EMP) Má dvojí povahu – chová se jako vlnění i jako částice. Vztah mezi frekvencí a vlnovou délkou je vyjádřen vzorcem, který ukazuje, že s rostoucí frekvencí f pole se jeho vlnová délka λ zmenšuje, přičemž c představuje rychlost světla. Záření tvoří elektrická a magnetická složka, jejichž vektory jsou vůči sobě navzájem kolmé. Na obrázku 1 je znázorněna vlnová délka pole spolu s jeho elektrickou a magnetickou složkou, přičemž toto pole vykazuje nejen vlnovou, ale i částicovou povahu [5].



Obrázek 1 EMP, jeho složky a vlnová délka

(zdroj: [5])

Elektromagnetické pole je využíváno u pasivních infračervených detektorů, infračervených závor a bariér, mikrovlnných detektorů, štěrbinových kabelů, kapacitních detektorů a laserových radarů.

1.3.2 Infračervené záření

Infračervené záření je elektromagnetické vlnění o vlnové délce 760 nm a 1 mm [6].

Na stupnici elektromagnetického vlnění se nachází pod červenou oblastí viditelného. Objevil jej William Herschel v roce 1800. Infračervené záření vyzařuje každé těleso [7].

Infračervené záření se používá v řadě oborů jako například k sušení, vytápění, ohřevu, v infračervené spektroskopii, ve vojenské technice k navádění raket nebo v přístrojích pro noční vidění. Ne na něm založen také obor termografie. Je jej využíváno pomocí dvou základních metod, a to pasivní a aktivní metody. Při pasivní metodě detektor zaznamenává infračerveného záření u pohybujícího se objektu. Takovýto detektor je založen na pyroelektrickém jevu. Při aktivním snímání pohybu je paprsek emitován polovodičovou diodou a pak je zaznamenáván fototranzistorem [4].

Infračervené záření je používáno u PIR detektorů, infračervených bariér a závor.

1.3.3 Mikrovlnné záření

Mikrovlnné záření je součástí každodenního života. Jedná se tedy o elektromagnetické záření o frekvencích 300 MHz až 300 GHz a vlnovou délkou od 1 metru po 1 milimetr. V dnešní době má velmi široké využití, používá se nejen k ohřevu potravin, ale i k vysoušení knih či tkanin, obrábění materiálů, přenosu informací, radiolokaci, restaurování uměleckých děl, navigaci a v mnoha dalších odvětvích [8].

1.3.4 Rádiové záření

Jedná se o druh elektromagnetického vlnění s vlnovou délkou v rozmezí 1 mm až tisíce kilometrů a s frekvencí 300 Hz – 3 GHz [4].

Tabulka 1 Rozdělení vlnových délek

Vlny	Super dlouhé	Dlouhé	Střední	Krátké	Velmi krátké
Zkratka	VDV	DV	SV	KV	VKV
Vlnová délka	> 10 000 km	10 000 km - 1 km	1 km - 100 m	100 m - 10 m	10 m - 1 m
Frekvence	3 - 30 kHz	30 - 300 kHz	0,3 - 3 MHz	3 - 30 MHz	30 - 300 MHz

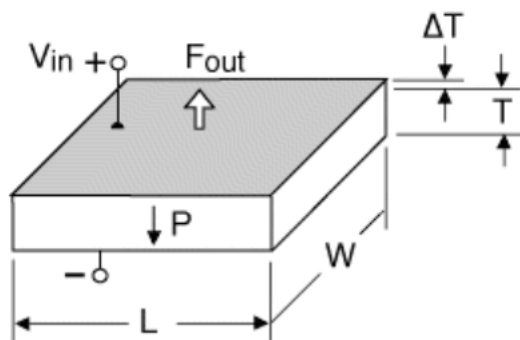
(zdroj: [4])

Rádiové vlny se mohou šířit dvěma základními způsoby, podél zemského povrchu, jedná se o šíření přízemní vlnou nebo ohybem kolem něj, v tomto případě se vlnění odráží od některé z ionosférických vrstev [4].

Kromě klasického použití (rádiové přijímače, radiolokátory, radioteleskopy) je možné požití i pro detekci pohybu. RFID (Radio Frequency Identification) je identifikace na základě rádiové frekvence. Jedná se o bezdrátovou komunikaci mezi čtečkou a transpondérem [4].

1.3.5 Piezoelektrický jev

Pochází z řeckého slova piezein – tlačit. Jedná se o schopnost krystalu tvořit elektrické napětí při jeho deformaci. Případně o opačný jev, kdy se krystal v elektrickém napětí deformuje. Nejznámější látkou je křišťál. Tento jev lze vysvětlit následovně: Při deformaci krystalové mřížky dochází k posunu iontů opačných nábojů, což způsobí, že elektrická těžiště kladných a záporných iontů, která v nedotčeném krystalu splývají, se od sebe oddálí. Na určitých plochách krystalu se tak vytvoří elektrický náboj. Při obráceném piezoelektrickém jevu, známém jako elektrostriktce, způsobuje vnější elektrické pole posun iontů, což má za následek deformaci krystalu. Deformace krystalové mřížky vlivem vnější síly je rovněž spojena se změnou měrného elektrického odporu. Tento jev, kdy se elektrický odpor mění v důsledku mechanického namáhání, se označuje jako piezorezistivní jev [10].



Obrázek 2 Piezoelektrický element

(zdroj: [11])

1.3.6 Pyroelektrický jev

Pyroelektrický jev nastává u materiálů, které při změně teploty generují elektrický náboj. Při zahřívání nebo ochlazování protilehlých částí materiálu se na polární ose vytvoří plošný náboj s opačnými znaménky. Jedním z příkladů krystalů vykazujících pyroelektrický jev je turmalín. Pyroelektrický senzor je aktivní senzor, který nevyžaduje žádné vnější napájení pro svou funkci. Podobně jako piezoelektrický senzor je tvořen tenkou destičkou s elektrodami, které zaznamenávají náboj generovaný změnou teploty. Pyroelektrický substrát lze chápat jako shluk velkého množství částic představujících malé elektrické dipóly s náhodnou orientací. Pokud teplota přesáhne tzv. Curiovu teplotu, částice ztrácejí svůj dipólový moment. Pokud tepelný tok směřuje podél osy z, spodní elektroda se zahřívá více než horní. Tím dochází k roztažení materiálu spodní elektrody, vzniká mechanické napětí a dochází ke změně orientace dipólů v materiálu [4].

1.3.7 Hallův jev

Hallův efekt (Hallův jev) je fyzikální proces, při kterém působení vnějšího elektrického a magnetického pole v polovodiči vyvolává vznik Hallova elektrického pole. Tento jev způsobuje hromadění záporného náboje na jedné straně materiálu a kladného na opačné straně. Rozdíl potenciálu mezi těmito póly vede ke vzniku Hallova napětí. Hallův jev poprvé pozoroval v roce 1879 tehdy čtyřiatřicetiletý student Edwin Herbert Hall. Použil tenký zlatý plíšek, který vložil do homogenního magnetického pole kolmo k jeho siločarám. Přes plíšek procházel elektrický proud, přičemž magnetické pole vychylovalo pohybující se elektrony z jejich přímé dráhy, což způsobilo jejich nerovnoměrné rozložení napříč plíškem. Na jedné straně plíšku se elektrony nahromadily, zatímco na druhé straně jich byl nedostatek. Tento rozdíl vedl ke vzniku měřitelného napětí mezi bočními stranami plíšku, známého jako Hallovo napětí. Při konstantním proudu je velikost tohoto napětí přímo úměrná intenzitě magnetického pole. Hallův efekt se často využívá v praxi, například při bezkontaktním měření magnetických polí, elektrického proudu a dalších fyzikálních veličin [12].

1.3.8 Dopplerův jev

Dopplerův jev je změna frekvence vlny v důsledku pohybu jejího zdroje a/nebo příjemce. Typickým příkladem ilustrujícím tento jev je projíždějící sanitka. Pohyb vozidla způsobuje, že před sanitkou dochází ke zvyšování frekvence zvukové vlny, zatímco za ní se frekvence snižuje. Pozorovatel vnímá tento efekt jako změnu výšky tónu houkačky: před příjezdem sanitky je tón vyšší, po jejím projetí se tón stává hlubším. Frekvence se přitom mění

v závislosti na prostředí, ve kterém se zdroj a/nebo příjemce pohybuje (například ve vzduchu). V roce 1842 zveřejnil Christian Doppler svou práci „Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels“ („O barevném světle dvojhvězd a některých jiných hvězd na nebi“), ve které formuloval následující rovnici pro výpočet frekvence vnímané příjemcem [13].

Stacionární přijímač, pohyblivý vysílač:

$$f_E = f_S \left(\frac{1}{1 \pm \frac{v_S}{v}} \right) \quad (1)$$

Stacionární vysílač, pohyblivý příjemce:

$$f_E = f_S \left(1 \pm \frac{v_E}{v} \right) \quad (2)$$

V této rovnici platí:

f_E – frekvence vnímaná přijímačem

f_S – frekvence vysílaná zdrojem

v_E – rychlost přijímače v relativním poměru k prostředí

v_S – rychlost zdroje v relativním poměru k prostředí a

v – rychlost šíření vlny v prostředí (rychlost zvuku)

Obě uvedené rovnice popisují klasický Dopplerův jev, přičemž změna frekvence závisí na rychlosti, kterou se vysílač a přijímač relativně pohybují v prostředí, kde se vlna šíří. V době, kdy Christian Doppler tuto teorii formuloval, šlo o revoluční objev, který zásadně rozšířil porozumění vlnovým jevům a jejich závislosti na pohybu [13].

1.3.9 Triboelektrický jev

Triboelektrický jev je fyzikální proces, při kterém dochází k přenosu elektrického náboje mezi dvěma různými materiály při jejich kontaktu a následném oddělení. Tento jev je základem pro vznik statické elektřiny [14].

Pořadí materiálů v triboelektrické řadě určuje, jakou polaritu získají při vzájemném tření, ale neudává množství vytvořeného náboje [14].

Vzájemná poloha dvou materiálů v této řadě tedy určuje, zda se jeden z nich nabije kladně nebo záporně – to závisí na konkrétní kombinaci materiálů. Například pokud se tvrdá

guma třese o nylon, nabije se záporně, zatímco při tření gumy o polyethylen získá kladný náboj [14].

Směr pohybu elektronů mezi materiály (z jednoho na druhý) je dán jejich umístěním v triboelektrické řadě (viz obrázek 3). Materiály na „kladné“ straně mají tendenci uvolňovat elektrony, což způsobí jejich kladné nabití. Patří mezi ně například vzduch, lidská pokožka, králíčí srst, sklo, vlasy, nylon, vlna, hedvábí, hliník, papír a bavlna [14].

Naopak materiály na „záporné“ straně mají sklon elektrony přitahovat, čímž získávají záporný náboj. Mezi takové materiály patří teflon, silikon, PVC, polyethylen (PE), plastové fólie s přilnavým povrchem, polyester (PES), acetátová vlákna, zlato, platina, mosaz, stříbro, měď, nikl, tvrdé gumy, ocel a dřevo [14].

Čím větší tlak je mezi materiály při tření vyvíjen, tím více elektronů se přenesou, a tím vyšší bude vzniklý elektrostatický náboj. Například pokud se kousek polyethylenu jemně tře o nylonový koberec, vytvoří se malý záporný náboj na polyethylen. Se zvýšením přitlačné síly se zvětší i generovaný náboj. Také rychlost tření hraje roli – čím je vyšší, tím více náboje se vytvoří. Děje se tak proto, že povrchové elektrony získávají tepelnou energii z tření, což jim umožní uvolnit se a navázat se na jiné atomy [14].



Obrázek 3 Triboelektrická řada

(Zdroj: [14])

1.4 Shrnutí

Perimetrická ochrana představuje základní součást bezpečnostního mixu každého chráněného objektu, zaměřujícího se na ochranu hranice pozemku. Jejím primárním cílem je zabránit vstupu narušitelů, zpomalit jejich postup a v případě narušení včas signalizovat porušení hranice. Hranice je obvykle definována katastrálními hranicemi pozemku a vymezena přírodními či umělými bariérami, jako jsou ploty, zdi nebo vodní toky. Tento typ ochrany plní tři základní funkce: odrazení, detekci a zpomalení narušitele.

Odrazení spočívá v psychologickém efektu, kdy robustní a neprostupné zdi či ploty odradí mnoho potenciálních narušitelů ještě před samotným pokusem o překonání hranice. Detekce pak zajišťuje okamžité odhalení narušení, což umožňuje rychlou reakci a vyhodnocení situace, například pomocí kamerového systému nebo fyzické ostrahy. Zpomalení, třetí funkce, se zaměřuje na zdržení narušitele, čímž se prodlužuje čas potřebný k překonání ochrany a umožňuje fyzické ostraze zasáhnout včas.

Perimetrické detekční systémy (PDS) využívají fyzikální principy, jako je elektromagnetické, infračervené, mikrovlnné nebo rádiové záření, a specifické jevy, například piezoelektrický, pyroelektrický, triboelektrický, Hallův nebo Dopplerův jev. Elektromagnetické záření je v PDS základem detekce, kde vztah mezi frekvencí a vlnovou délkou určuje citlivost systémů. Infračervené záření se uplatňuje při detekci pohybu objektů pasivními a aktivními metodami. Mikrovlnné záření, využívané nejen pro detekci, ale i v radiolokaci či komunikaci, umožňuje široké aplikace v zabezpečení.

Piezoelektrický jev umožňuje přeměnu mechanické deformace na elektrický signál, což nachází uplatnění v detekci vibrací. Pyroelektrické jevy pak reagují na teplotní změny a generují elektrické náboje, užitečné například při detekci pohybujícího se tělesa. Hallův efekt slouží k měření magnetických polí a elektrického proudu bezkontaktně, což je zásadní pro přesnost a spolehlivost systémů. Dopplerův jev umožňuje identifikaci změn frekvence způsobených pohybem, což je užitečné pro detekci rychle se pohybujících objektů.

Moderní perimetrické systémy se tedy opírají o pokročilé technologie a fyzikální principy, které umožňují rychlou a přesnou reakci na narušení. Významně přispívají k minimalizaci rizik a zajištění bezpečnosti chráněných objektů. Kombinace různých přístupů a správná implementace těchto technologií je klíčem k efektivnímu zabezpečení.

2 KLASIFIKACE PERIMETRICKÝCH DETEKČNÍCH SYSTÉMŮ

Detektor je zařízení, které slouží k odhalení narušitele. Trvale monitoruje střežený prostor a v případě bezpečnostního incidentu vygeneruje poplach. Má pouze informativní charakter. Součástí detektoru mohou být tedy senzory určené právě k vyslání poplachového signálu nebo zprávy jako odezvy na detekci abnormálního stavu, indikující přítomnost nebezpečí. Informace o narušiteli jsou pak získávány jinými způsoby, jako je kamerový systém [4].

Transformovanou informaci ve formě elektrického signálu, získanou z citlivé části senzoru, je obvykle nutné zesílit. Při tomto procesu je klíčové zachovat dostatečný odstup mezi užitečným signálem a šumem senzoru či zesilovače. Zesílený signál se následně zpracovává pomocí analogových obvodů nebo, po převodu z analogové do číslicové podoby, digitální technikou využívající mikroprocesor [4].

Inteligentní senzor (Smart senzor) integruje obvody pro zpracování, analýzu a unifikaci signálu do kompaktního celku. Obvykle zahrnuje zesilovač, mikroprocesor, obvody pro auto kalibraci a kompenzaci, analogově-číslicový převodník a komunikační rozhraní. Mezi hlavní výhody těchto senzorů patří nejen výrazné zmenšení rozměrů, ale také snížení parazitních impedancí a šumů, což vede ke zvýšení rychlosti zpracování signálu [4].

Detektory můžeme rozdělit do několika skupin podle způsobu detekce nebo principu fungování.

- elektromechanické detektory,
 - mechanické detektory – spínače,
 - drátové detektory,
 - rozpěrné tyče,
 - vibrační detektory,
 - magnetické detektory,
 - tenzometrické detektory,
 - plotové detektory,
 - nášlapné detektory,
 - diferenciální tlakové detektory,

- elektromagnetické,
 - infračervené bariéry a závory,
 - pasivní infračervené detektory,
 - mikrovlnné detektory,
 - ultrazvuková čidla,
 - šterbinové kabely,
 - kapacitní detektory,
 - laserové radary,
- Video analytika.

2.1 Elektromechanické detektory

Elektromechanické detektory patří k nejstarším detekčním prvkům používaným v systémech technické ochrany. Navzdory své dlouhé historii si však zachovaly své místo i v moderních, sofistikovaných bezpečnostních systémech. V současnosti se využívají při ochraně obvodové, plášťové, prostorové i předmětové [4].

Detektory narušení slouží k identifikaci neoprávněného vstupu do střeženého prostoru. Elektromechanické detektory lze obecně definovat jako zařízení reagující na mechanické či fyzikální změny, které jsou prostřednictvím specifického fyzikálního převodu transformovány na výstupní veličinu, nejčastěji elektrickou. V případě poplachových zabezpečovacích systémů se jedná o generování elektrického poplachového signálu. Tyto detektory fungují na principu převodu určitého fyzikálního jevu, jenž indikuje narušení bezpečnosti – například přerušením elektrického obvodu nebo světelného paprsku při průchodu narušitele. Jsou připojeny k ústředně, která průběžně vyhodnocuje jejich stav [4].

2.1.1 Mechanické detektory – spínače

Mechanické detektory ve formě mikrospínačů jsou konstrukčně uzpůsobeny pro instalaci do rámu proti západce dveří, kde fungují jako odpružené hroty dosedající na vodivé plošky, čímž uzavírají elektrický obvod. Jejich úkolem je monitorovat uzamčený a uzavřený stav vstupů. Při otevření dveří nebo okna dojde k přerušení obvodu, což vyvolá poplach [4].

Při vhodném zapojení k ústředně PZTS mohou zabránit aktivaci střežení v případě, že některý z přístupových bodů není uzamčen. Tyto detektory se využívají především v situacích, kdy má střežený prostor více vstupů [4].

Mezi mechanické kontakty patří také nájezdy, které umožňují uzavření elektrického obvodu, pokud je nutné přivést proud do detektoru umístěného na posuvném nebo otočném prvku stavebního otvoru. Nájezd zároveň slouží k detekci otevření daného prostupu [4].

Hlavní nevýhodou těchto detektorů je náročná montáž, častá potřeba údržby a jejich omezená životnost. Proto se v současnosti téměř nepoužívají, s výjimkou mikropsínačů (tamperů), které se stále využívají k ochraně proti sabotáži u propojovacích krabic, řídicích ústředí a čidel [4].

Patří sem drátové detektory, rozpěrné tyče tyto detektory jsou hlavně určené k ochraně vstupních otvorů z inženýrských sítí, prostupů pomocí ventilace, jsou náročné na montáž [4].

Vibrační detektory

Vibrační detektory se řadí mezi prvky určené k ochraně plášťů budov a ke sledování pokusů o průraz stěn či jiných stavebních konstrukcí. Jejich základ tvoří elektromechanický měnič, který využívá mechanické setrvační kontakty nebo rtuťové přepínače, doplněné vyhodnocovací elektronikou [4].

Tyto detektory disponují širokým pásmem vyhodnocovacích frekvencí, umožňují nastavení citlivosti a jsou vybaveny optickou indikací s paměťovou funkcí. Instalují se podle svého konstrukčního provedení na riziková místa, kde může dojít k neoprávněnému průchodu – například na stěny, rámy dveří a oken či na oplocení objektu [4].

2.1.2 Magnetické detektory

Bezdrátové magnetické detektory slouží k detekci otevření dveří nebo oken a lze je propojit se zabezpečovacím systémem, čímž efektivně přispívají k ochraně objektu před neoprávněným vniknutím [15].

Kromě bezpečnostního využití nacházejí uplatnění i v oblasti domácí automatizace. Mohou například automaticky rozsvítit světlo při vstupu do místnosti nebo deaktivovat vytápění v případě otevření okna kvůli větrání [15].

Detektory na dveře a okna se často využívají jako doplněk k pohybovým detektorům nebo v situacích, kdy nelze pohybový detektor z určitých důvodů použít. Jsou obzvláště vhodné pro ochranu objektů i v přítomnosti osob, například během nočních hodin. Jednou z hlavních výhod těchto detektorů je jejich nezávislost na okolní teplotě, což umožňuje jejich efektivní použití při zabezpečení garážových vrat, dveří zahradních chat nebo jiných nevytápěných prostor. Princip jejich fungování spočívá v detekci oddálení dvou částí detektoru. Jedna část se instaluje přímo na dveře nebo okno, zatímco druhá se umístí na zárubeň či okenní rám. Při otevření dveří nebo okna dojde k oddálení těchto částí, což spustí detekci narušení. Nevýhodou tohoto systému je nutnost instalace detektoru na každé jednotlivé okno a dveře v zabezpečovaném prostoru, protože nelze předem určit, kudy by mohl narušitel vstoupit. Na druhou stranu lze tento typ detektoru efektivně využít i k ochraně vystavených předmětů, vikýřů nebo různých krytých otvorů [16].

2.1.3 Tenzometrické detektory

Tenzometrické detektory patří mezi pasivní kontaktní detektory a v oblasti poplachových zabezpečovacích systémů se využívají především pro předmětovou ochranu. Slouží k zabezpečení cenných předmětů, jako jsou sochy, vázy nebo obrazy, ale nacházejí uplatnění i v perimetrické ochraně či jako doplňkový prvek elektronického zabezpečení klasických ochranných systémů. Jejich detekční princip je založen na vyhodnocování změny elektrického odporu, ke které dochází při manipulaci se střeženým objektem. Tato změna je způsobena deformací pružného měřicího prvku, s nímž je snímač (tenzometr) pevně spojen, což vede ke změně jeho geometrických rozměrů nebo krystalografické orientace [4].

Plotové detektory

Tyto systémy jsou navrženy pro perimetrickou (obvodovou) ochranu a kombinují mechanické i elektronické zabezpečení. Mechanickou ochranu tvoří drátová osnova složená z napnutých drátů (ostnatých, žiletkových nebo hladkých), které jsou konfigurovány tak, aby při překročení určité tahové síly došlo k aktivaci poplachu. Tato osnova může zároveň plnit funkci mechanické zábrany nebo být instalována jako nadstavba na stávající oplocení [4].

Drátová osnova je rozdělena do jednotlivých úseků a upevněna ke kotevním sloupům. Každý úsek obsahuje senzorový sloup, ve kterém je pro každou dvojici drátů instalován tenzometrický detektor. Tento detektor vyhodnocuje tahové změny drátů způsobené

mechanickým namáháním, jako je napnutí, přestřižení nebo roztažení. Změna odporu snímače je následně převedena na elektrický poplachový signál [4].

Signály ze dvou sousedních senzorových sloupů jsou sloučeny do jednoho adresného signálu a odesílány k obsluze systému. Tato technologie umožňuje přesnou identifikaci místa narušení s rozlišením odpovídajícím dvojnásobku délky střeženého úseku [4].

2.1.4 Nášlapné detektory

Nášlapné koberce představují speciální typ elektromechanických kontaktních detektorů. Jsou tvořeny dvěma elektricky vodivými vrstvami, které jsou od sebe odděleny pružnými izolačními rozpěrkami. Při zatížení rohože dojde k propojení těchto vrstev, čímž se aktivuje poplachový systém [4].

Jednou z nevýhod tohoto typu detektorů je, že v klidovém stavu zůstávají kontakty rozpojené, což znamená, že jimi neprotéká tzv. klidový proud [4].

Podle konstrukčního provedení se nášlapné koberce dělí na dva základní typy:

- fóliové – menší a citlivější, avšak s kratší životností,
- páskové – větší s možností přizpůsobení délky podle chráněného prostoru.

Nášlapné koberce se obvykle instalují skrytě pod koberec nebo jiný krycí materiál, a to především v místech, kde se předpokládá pohyb narušitele [4].

2.1.5 Diferenciální tlakové detektory

Diferenciální tlakové detektory představují hydraulické podzemní detekční systémy využívající tzv. kompenzační metodu. Tato metoda spočívá v paralelním uložení dvojice pružných detekčních hadic s roztečí 1 až 1,5 metru podél celého perimetru chráněného území. Hadice se ukládají do hloubky 25 až 30 cm v pískovém loži, které chrání jejich strukturu před poškozením ostrými předměty. Paralelní uspořádání eliminuje falešné poplachy způsobené vzdálenými vibracemi, například od vlaků nebo letadel [17].

Hadice jsou naplněny ekologickou kapalinou, která přenáší tlakové změny z povrchu země k citlivým senzorům, jako jsou upravené piezosnímače, tenzometrické vlnovce nebo další převodníky tlaku. Tyto signály jsou elektronicky vyhodnoceny a při překročení stanovené prahové hodnoty je aktivován poplach [17].

Vyhodnocovací jednotka je umístěna ve středu chráněného úseku, přičemž každý modul systému dokáže pokrýt až 2×100 metrů perimetru. U rozsáhlejších perimetrů lze

systém uzavřít do celistvého kruhu, kde každý modul představuje samostatnou zónu napojenou na hlavní vyhodnocovací jednotku. Ta umožňuje okamžitou lokalizaci narušeného místa [17].

Systém lze rozšířit o analytickou jednotku, která umožňuje pokročilé vyhodnocení detekovaných jevů. Skupiny senzorů jsou vybaveny třemi samostatnými úrovněmi regulace citlivosti. Pro dosažení vyšší úrovně zabezpečení lze systém zdvojit a vytvořit osmi metrové zóny místo původních čtyřmetrových [17].

Jednou z hlavních výhod diferenciálních tlakových detektorů je jejich schopnost kopírovat půdorys jakéhokoliv členitého terénu podél perimetru chráněného objektu. Díky tomu není nutné budovat přímé úseky, což umožňuje jejich použití i v komplikovaném terénu [17].

Tyto detektory lze instalovat také pod povrch vozovek, avšak v takovém případě dochází ke snížení jejich citlivosti a zhoršení přesnosti identifikace narušení [17].

Po dokončení montáže a následné úpravě terénu, například zatravněním nebo zpevněním povrchu, zůstává celý systém skrytý, což zvyšuje jeho nenápadnost a estetickou integraci do okolí [17].

Mezi nevýhody patří především vysoké pořizovací a instalační náklady. Systém rovněž vyžaduje pravidelnou údržbu, zejména kontrolu tlaku v detekčních hadicích, aby byla zajištěna jeho správná funkčnost a minimalizováno riziko falešných poplachů [17].

2.2 Elektromagnetické detektory

Elektromagnetický princip je využíván u detektorů, které budou níže popsány. V perimetrické ochraně mezi ně patří infračervené bariéry a závory, pasivní infračervené detektory pro perimetrickou ochranu, mikrovlnné detektory, ultrazvuková čidla, štěrbinové kabely, kapacitní detektory, laserové radary, kam patří elektroakustické detektory a mikrofonický kabel.

2.2.1 Infračervené bariéry a závory

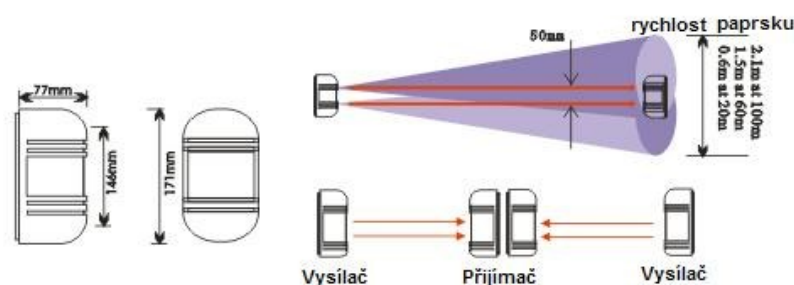
Infračervené závory se využívají v perimetrické ochraně zejména v úzkých koridorech nebo podél stěn budov. Princip jejich fungování spočívá ve vysílání elektromagnetického vlnění mezi dvěma prvky – vysílačem a přijímačem. Vysílaný paprsek má kuželovitý tvar s rozevřením přibližně 2° , zatímco přijímač snímá a analyzuje jeho přerušení [18].

Vyhodnocovací jednotka sleduje intenzitu a dobu přerušení paprsku spolu s počtem narušení a na základě předem nastavených parametrů aktivuje poplachový výstup. Infračervené závory pracují ve frekvenčním spektru od 300 GHz do 300 THz s vlnovou délkou přibližně 950 nm, což znamená, že jejich dosah může být ovlivněn změnami povětrnostních podmínek [18].

Existuje několik typů infračervených závor:

- modulové IR bariéry – jedná se o základní variantu IR ochrany, kdy jeden modul obsahuje vyhodnocovací jednotku a jeden nebo dva duální paprsky,
- sloupové IR bariéry – tento typ nabízí vyšší úroveň zabezpečení. Modulové prvky jsou instalovány do sloupů, přičemž pokročilejší varianty obsahují inteligentní jednotky umožňující připojení více paprsků a pokročilé nastavení vyhodnocování,
- lištové IR bariéry – více paprskové závory s úzkým tvarem, které jsou ideální pro ochranu fasád, oken, balkonů či teras,
- sběrníkové IR bariéry – tento typ může mít podobu sloupových nebo lištových závor, přičemž obsahuje vyhodnocovací jednotku s komunikačním rozhraním pro vzdálenou správu a vyhodnocení,
- bezdrátové IR bariéry – fungují bez nutnosti kabelového připojení. Mohou být napájeny lokálně a přenášet signál bezdrátově, nebo využívat bateriové napájení doplněné solárním dobíjením, přičemž i přenos poplachových informací probíhá bezdrátovou cestou [18].

Tento systém je široce využíván pro ochranu perimetru díky své flexibilitě a možnosti nasazení v různých prostředích [18].



Obrázek 4 Infračervená bariéra

(zdroj: [1])

2.2.2 Pasivní infračervené detektory

Infračervená čidla patří mezi nejrozšířenější senzory využívané v prostorové ochraně. Jejich výhodou je pasivní provoz, kdy nevyzařují žádnou vlastní energii, což eliminuje vzájemné rušení a umožňuje jejich instalaci s překrývajícími se detekčními zónami (aktivními i neaktivními) [19].

Princip fungování těchto senzorů spočívá v detekci změn elektromagnetického záření v infračerveném spektru. Každý objekt s teplotou vyšší než absolutní nula ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) a nižší než přibližně $560\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyzařuje infračervené vlnění odpovídající jeho teplotě. Infračervená čidla tuto energii zachytávají a vyhodnocují odchylky v tepelném vyzařování prostředí, což umožňuje detekci pohybu nebo přítomnosti objektů [19].

Zásady instalace PIR čidel:

- optimální orientace: PIR čidla by měla být instalována tak, aby pohyb narušitele byl kolmý na promítané detekční zóny v půdorysu střeženého prostoru,
- stabilní podklad: pro zajištění spolehlivosti je nutné umístit čidla na pevný a stabilní povrch bez vibrací,
- možnost kombinace: v jednom prostoru lze bez obav použít více PIR čidel, jelikož nevyzařují žádnou energii a vzájemně se neovlivňují,
- pokrytí celého prostoru: pro zajištění maximální detekční účinnosti se doporučuje strategické rozmístění více čidel s překrývajícími se zónami,
- eliminace tepelných změn: ve střeženém prostoru by neměly být přítomny objekty, které mohou rychle měnit svou teplotu, protože by mohly způsobit falešné poplachy,
- nevhodnost pro podlahové vytápění: PIR čidla nejsou vhodná pro prostory s podlahovým vytápěním, kde dochází k nežádoucím tepelným změnám,
- nevhodné směřování: čidla by neměla být orientována směrem k oknům, dveřím nebo vratům, kde by mohlo dojít k interferenci s infračerveným zářením pocházejícím například z automobilových reflektorů či slunečních odlesků [19].

PIR čidla by neměla být vystavena následujícím podmínkám, které mohou negativně ovlivnit jejich funkci:

- ventilace: vstupy a výstupy vzduchu, průvan nebo turbulence mohou narušit správnou detekci pohybu,
- světelný vliv: přímé nebo nepřímé vyzařování světla, například od slunce nebo reflektorů, může interferovat s citlivostí čidel,
- zdroje tepla: proměnné tepelné zdroje, jako jsou topení nebo komíny, mohou způsobit chyby v detekci,
- rušivé infračervené záření: spínané zdroje IR záření, jako žárovky, mohou vyvolat falešné poplachy [19].

2.2.3 Mikrovlnné detektory

Mikrovlnná čidla jsou aktivní detektory pohybu, které využívají princip Dopplerova jevu, podobně jako ultrazvuková čidla. Místo ultrazvukových vln však pracují s elektromagnetickými vlnami v pásmu frekvencí 2,5 GHz, 10 GHz nebo 24 GHz, přičemž jsou technologicky optimalizována pro daný kmitočtový rozsah. Moderní mikrovlnná čidla jsou integrována do mikro páskového vedení na deskách plošných spojů, což je levnější a efektivnější varianta oproti starší technologii vlnovodů, která byla nákladnější. Polarizace mikrovlnných antén umožňuje současné použití několika čidel v jedné oblasti bez vzájemného ovlivňování [19].

Zásady instalace MW čidel:

- směr pohybu: čidla by měla být instalována tak, aby směr pohybu narušitele byl směřován k čidlu (radiálně),
- ochrana před vnějšími vlivy: instalace by měla zajistit, že činnost čidla nebude ovlivněna podněty mimo střežený prostor (např. průnik skrz stěny objektu) [19].

MW čidla se nesmí instalovat:

- v blízkosti kovových předmětů: mikrovlny se mohou odrážet od velkých kovových předmětů, jako jsou kovové potrubí, což může výrazně ovlivnit detekční charakteristiku,
- v blízkosti pohybujících se kapalin v potrubí: mikrovlny mohou být narušeny pohybujícími se kapalinami v potrubí, což může ovlivnit funkci čidla,
- v prostorách se zářivkovým osvětlením: pokud je v prostorách spínáno zářivkové osvětlení během střežení, může to negativně ovlivnit činnost čidla,

- v případě vzájemného rušení čidel: více čidel by měla pracovat na různých frekvencích nebo by měla být správně umístěna, aby se vzájemně neovlivňovala [19].

2.2.4 Štěrbínové kabely

Štěrbínové kabely představují typ detekčního systému, který se skládá z koaxiálního kabelu, obvykle instalovaného ve dvojicích s určitou vzdáleností mezi nimi. Jeden z těchto kabelů vytváří elektromagnetické pole, jehož změny jsou následně vyhodnocovány druhým kabelem. Když dojde k narušení elektromagnetického pole, systém vyhlásí poplach. Stínění kabelu je obvykle méně chráněno, což může mít vliv na jeho odolnost vůči vnějším vlivům [20].

Elektrické připojení:

Elektrické připojení se řídí instalačními manuály a doporučeními od konkrétního výrobce. Ochrana proti sabotáži a velikost napájecího napětí jsou zpravidla standardizovány [20].

Použití a montáž:

Štěrbínové kabely se vyznačují schopností kopírovat terén jak výškově, tak půdorysně, což z nich činí ideální řešení pro pokládku podél obvodu chráněného pozemku. Není nutné vytvářet přímé úseky s rovnými povrchy, což zajišťuje větší flexibilitu při instalaci. Při instalaci je však nutné zvážit životnost kabelů, zejména pokud jsou uloženy pod zemí. Hlavní nevýhodou této metody je potřeba provádět zemní práce po celé délce chráněného perimetru. Délka jednoho úseku může dosahovat 100 až 200 metrů v závislosti na typu kabelu. Pro specifické aplikace existují také mobilní verze těchto kabelů, které jsou zavěšeny na nosnících a drženy ve stanovené vzdálenosti nad zemí [20].

2.2.5 Kapacitní detektory

Systémy pro detekci překonání oplocení jsou navrženy k odhalení neoprávněné manipulace s plotem. Za tímto účelem byla vyvinuta různá zařízení, jejichž funkcí je rozpoznání pokusu o překonání oplocení a jakéhokoli zásahu do jeho struktury. Mezi tato zařízení patří i detekční kabely, které zaznamenávají vibrace vznikající při kontaktu s oplocením. Tyto vibrace jsou následně převáděny na elektrický signál, který je dále analyzován [21].

Detekční kabel se vzhledem téměř neliší od klasického kabelu, avšak zásadní rozdíl spočívá v přítomnosti akcelerometrických snímačů rozmístěných po celé jeho délce. Tyto snímače, označované také jako otřesové, umožňují detekci pohybu, konkrétně otřesů vznikajících při pokusu o překonání oplocení. Detekční kabely se vyrábějí v různých délkách, přičemž standardně dosahují přibližně 100 metrů. V případě rozsáhlých objektů je možné propojením více detekčních kabelů vytvořit několik detekčních zón. Počet použitých kabelových sad závisí na konkrétním výrobcí a modelu [21].

Funkce detekčního kabelu:

Při zabezpečení perimetru je nutné, aby detekční kabel pokrýval celý obvod chráněného prostoru. V opačném případě by účinnost systému byla značně snížena. Jak již bylo zmíněno, po celé délce kabelu jsou umístěny otřesové snímače, které dokážou pokrýt oblast o rozloze přibližně 5 x 5 metrů. Pro maximální využití jejich detekčního dosahu se doporučuje instalace kabelu do přibližné poloviny výšky oplocení [21].

Detekční kabel slouží k identifikaci neoprávněného vniknutí prostřednictvím přelézání, přestřížení, podlézání či jiných mechanických zásahů do plotu. Jakmile dojde ke kontaktu s oplocením, otřesová čidla zaznamenají vzniklé vibrace a přemění je na elektrické signály. Tyto signály jsou následně přeneseny do řídicí jednotky, která je analyzuje a v případě detekovaného narušení aktivuje poplach [21].

Výhody a nevýhody detekčního kabelu:

Při výběru zabezpečovacího systému je nutné zohlednit nejen jeho výhody, ale také případné nedostatky. Detekční kabel patří mezi nejúčinnější způsoby ochrany perimetru. Otřesová čidla disponují rovnoměrnou citlivostí po celé délce kabelu, což umožňuje spolehlivou detekci i těch nejmenších pohybů či změn na oplocení. Další výhodou je možnost rozdělení zabezpečeného prostoru do několika zón, čímž lze přesně určit místo pokusu o neoprávněný vstup. Systém rovněž umožňuje individuální nastavení citlivosti snímačů podle konkrétních podmínek, čímž se zvyšuje efektivita detekce [21].

Velkou předností je také možnost propojení detekčního kabelu s dalšími bezpečnostními systémy. Například prostřednictvím softwaru TSS GFENCE lze detekční kabel integrovat s kamerovým systémem. Pokud je součástí systému PTZ kamera, lze ji automaticky nasměrovat na místo narušení ihned po vyhlášení poplachu [21].

Na druhou stranu vysoká citlivost systému může představovat i určitou nevýhodu, neboť může docházet k falešným poplachům způsobeným například volně se pohybujícími

zvíraty. Výrobci však zohlednili tento faktor a detekční kabely jsou konfigurovány tak, aby bylo riziko falešných poplachů minimalizováno. Další nevýhodou je absence videozáznamu, což znamená, že bez kamerového systému nelze na dálku ověřit, zda se skutečně jedná o reálné narušení [21].

Detekční kabely se jen zřídka využívají pro zabezpečení rodinných domů, avšak při ochraně rozsáhlých firemních areálů by měly být považovány za klíčovou součást bezpečnostního systému [21].

2.2.6 Laserové radary

Laserové systémy představují skupinu detektorů, které lze rozdělit do čtyř základních kategorií podle způsobu použití. Jejich funkce je založena na vysílání pulzního rozmítaného paprsku a následném porovnávání změn v jeho odrazu s předem naskenovanými výchozími hodnotami [22].

Princip jejich činnosti je obdobný jako u radarových detektorů, avšak s tím rozdílem, že radary využívají mikrovlnnou frekvenci, zatímco lasery pracují s infračerveným spektrem [22].

Laserové detektory mohou být instalovány buď v horizontální rovině, kde zajišťují plošné pokrytí prostoru, nebo ve vertikální rovině, čímž vytvářejí detekční stěnu. U těchto detektorů je možné přesně vymezit aktivní detekční oblast a určit velikost detekovaných bodů. Další významnou vlastností je schopnost přímého navádění otočné kamery na místo narušení, což umožňuje okamžité sledování pohybu narušitele [22].

2.3 Elektroakustické detektory

Pohyb útočníka v chráněném prostoru, překonávání bariér plášťové či perimetrické ochrany objektu bývá často provázen vznikem akustické tlakové vlny, která se šíří vzduchem nebo povrchem materiálů v daném prostoru. Tato tlaková vlna je typická například při rozbití skleněných výplní stavebních otvorů, jako jsou okna a dveře, či při narušení drátěného pletiva obvodového oplocení. Z tohoto důvodu lze detekci narušení chráněného objektu provádět i prostřednictvím akustických detektorů [4].

Rozdělení akustických detektorů:

- podle zdroje akustického signálu:
 - pasivní – vyhodnocují akustický signál generovaný při překonávání bariér nebo pohybu objektu v chráněném prostoru. Tyto detektory jsou vybaveny pouze přijímačem akustického signálu, který analyzuje zvukové změny v prostředí,
 - aktivní – fungují na principu změny charakteristiky akustické tlakové vlny, která je detektorem vysílána a následně přijímána. Na základě těchto změn lze identifikovat překonání bariér nebo pohyb v chráněném prostoru. Aktivní detektory jsou tedy vybaveny jak vysílačem, tak přijímačem akustického signálu [4].
- Podle použitého frekvenčního pásma:
 - akustické pásmo 16 Hz – 20 kHz,
 - ultrazvukové pásmo více než 20 kHz.
- Podle místa působení:
 - perimetrickou ochranu objektů,
 - prostorovou ochranu objektů,
 - plášťovou ochranu objektů,
 - předmětovou ochranu objektů [4].

2.3.1 Ultrazvuková čidla

Ultrazvuková čidla jsou aktivní senzory, které vysílají do prostoru ultrazvukovou energii, jejíž odražené vlny zpětně analyzují a vyhodnocují. Pracují na principu Dopplerova jevu, kdy vysílač generuje konstantní signál s frekvencí přibližně 40 kHz. Tento signál je následně odražen od pohybujících se objektů v prostoru, což způsobuje změnu kmitočtu přijaté vlny. Tato změna fáze je analyzována elektronikou a v případě detekce pohybu je aktivován poplach [19].

Zásady instalace US čidel:

- směr pohybu: čidla by měla být instalována tak, aby směr pohybu narušitele vedl k čidlu nebo od něj (radiálně), přičemž typický dosah čidla je přibližně 10 m,
- uzavřený prostor: prostor musí být uzavřený, aby dosah čidla nepřesahoval mimo vymezený prostor,
- vliv absorpčních materiálů: v prostorech, kde se nacházejí materiály absorbující ultrazvuk (např. koberce, pěnové materiály), může dojít k výrazným změnám citlivosti čidla, což může ovlivnit jeho spolehlivost,
- interiérové změny: instalace čidel do prostor s často se měnícím interiérem (např. sklady) není doporučena, protože změny mohou ovlivnit detekční schopnost,
- více čidel: v jednom prostoru lze instalovat více US čidel pouze tehdy, když je zajištěno, že se vzájemně neovlivňují (např. mají různé frekvence nebo jsou synchronizována),
- montážní výška: správná montážní výška je důležitá, protože může ovlivnit rozsah detekce [19].

US čidla se nesmí instalovat:

- volně zavěšené předměty: například lampy mohou ovlivnit detekci,
- pohyblivá zvířata: v prostorech, kde se během střežení pohybují zvířata (např. hlodavci), by čidla neměla být instalována,
- zavěšené montážní konstrukce: instalace čidel na zavěšené konstrukce může ovlivnit jejich funkčnost,
- blízkost topných těles: čidla by neměla být instalována nad topnými tělesy nebo v blízkosti teplovzdušného topení,
- blízkost širokopásmových zvukových zdrojů: v prostorech s vysokofrekvenčními zvukovými zdroji (např. telefonními vysílači) může docházet k narušení detekce [19].

2.3.2 Mikrofonický kabel

Mikrofonické kabely fungují na principu zachvění citlivého kabelu, které je následně převedeno na elektrický signál. Pomocí akustického odposlechu lze určit charakter narušení a vyhlásit poplach, přičemž úroveň nastavení poplachového prahu je volitelná [23].

Konstrukčně jsou mikrofonické kabely tvořeny dvěma pevnými a dvěma aktivními vodiči, které jsou volně uloženy ve vzduchové komůrce. Tyto vodiče se nacházejí v pružném magnetickém materiálu a jsou neustále pod napětím. V případě narušení dochází k jejich pohybu, čímž se indukují vyšší napětí, které je dále zesíleno a vyhodnoceno jako poplach [23].

Použití:

- ochrana drátěných plotů.

Výhody:

- možnost střežení na velkou vzdálenost,
- délka jednoho úseku až 300 m.

Nevýhody:

- nelze instalovat pod omítku [23].

2.4 Video analytika

Dohledové video systémy (Video Surveillance Systems (VSS)), známé také jako průmyslové kamery, jsou využívány pro nepřetržité monitorování různých typů prostor, včetně průmyslových a obchodních center, výrobních hal, garáží, obytných domů a dalších komerčních i nekomerčních objektů. Tyto systémy jsou instalovány jak ve vnitřních, tak i venkovních podmínkách a vyznačují se širokým cenovým rozpětím, které závisí na rozsahu monitorovaného území a dostupných funkcích. Ovládání kamer bývá zajištěno buď automaticky, nebo je řízeno uživatelem, a to i na dálku [24].

Základní sestava zahrnuje zdroj, přenosovou trasu, nahrávací zařízení s příslušným softwarovým a hardwarovým vybavením a samotné kamery – ať už pevné, nebo otočné. Dále mohou být doplněny o další komponenty, například monitorovací zařízení, disková pole, audio prvky, polohovací a ovládací mechanismy, analytické funkce obrazu či softwarové nadstavby. Výběr konkrétní konfigurace závisí na požadavcích uživatele a dostupném rozpočtu [24].

2.4.1 Rozdělení kamerových systémů

Kamerové systémy lze rozdělit do několika kategorií podle použité technologie:

- autonomní kamerové systémy – tyto systémy sestávají z jednoho zařízení, což umožňuje jednoduchou instalaci a snadné používání. Pořízené záznamy lze rychle prohlížet, a to i online prostřednictvím chytrého telefonu nebo počítače [24].
- analogové kamerové systémy – jedná se o cenově nejdostupnější typ kamerového systému, který obvykle obsahuje přehledové kamery. Nižší pořizovací náklady jsou však vykoupeny omezenými funkcemi a nižším rozlišením obrazu, které se pohybuje v rozmezí 600–1000 televizních řádků [24].
- IP kamerové systémy – oproti analogovým variantám nabízejí vyšší výkon, lepší kvalitu záznamu a rozlišení v řádu megapixelů. Tyto systémy umožňují snadné propojení jednotlivých kamer a disponují pokročilými funkcemi, jako je volba mezi různými úrovněmi rozlišení (HD, FullHD), nastavení přenosu dat, analýza obrazu a alarmová hlášení. Vyšší technické parametry jsou však vykoupeny vyšší pořizovací cenou [24].
- HD SDI kamerové systémy – tento typ kamerového systému poskytuje záznam v HD nebo FullHD rozlišení. Často se využívá při modernizaci starších analogových systémů, kde slouží jako jejich náhrada [24].
- HD-CVI kamerové systémy – nejnovější generace kamerových systémů umožňuje přenos obrazu prostřednictvím koaxiálních kabelů, které byly původně určeny pro analogové systémy. Technologie HD-CVI navazuje na HD-SDI a přináší několik výhod, včetně obousměrné komunikace mezi DVR a kamerou, prodlouženého dosahu přenosu dat a možnosti připojení kamer na koaxiální kabely o délce až 500 metrů. Přestože se jedná o technologicky pokročilé řešení, cenová dostupnost těchto systémů je srovnatelná s analogovými variantami [24].

Tabulka 2 Detekční systémy pro perimetrickou ochranu:

Způsob detekce	Druh detektoru
Mechanické detektory	Vibrační detektor
Tenzometrické	Plotové detektory
Tlakové detektory	Tlakové hadice
Elektromagnetické	Infračervené závory a bariéry
	PIR detektory
	PIR reflektory (PIR s dlouhým dosahem)
	Mikrovlnné bariéry
	Štěrbínové kabely
	Kapacitní detektory
	Rádiové bariéry
	Radarové systémy
Elektroakustické	Ultrazvuková čidla
Mikrofonický kabel	Elektretový kabel
	Piezokeramický kabel
	Triboelektrický kabel
	TDR kabel

2.5 Shrnutí

Klasifikace perimetrických detekčních systémů (PDS) hraje klíčovou roli při zabezpečení chráněných objektů a umožňuje efektivní výběr vhodné technologie pro specifické podmínky. V této kapitole byly analyzovány hlavní typy detektorů a jejich principy fungování, přičemž každý z nich nabízí unikátní výhody a je vhodný pro různé aplikace.

PDS lze rozdělit do několika základních kategorií podle použité technologie. Mezi elektromechanické detektory patří mechanické spínače, magnetické senzory, tenzometrické detektory a náslapné senzory. Tyto systémy se vyznačují vysokou spolehlivostí a jsou často využívány pro ochranu menších perimetrů nebo specifických přístupových bodů.

Další skupinu tvoří elektromagnetické detektory, mezi něž patří infračervené bariéry, mikrovlnné senzory a kapacitní detektory. Tyto systémy umožňují bezkontaktní detekci a jsou vhodné zejména pro rozsáhlé perimetry nebo kritické infrastruktury. Významnou podskupinou jsou elektroakustické detektory, jako jsou mikrofoničké kabely a ultrazvuková čidla, které využívají akustické signály k identifikaci neoprávněných aktivit v monitorovaném prostoru.

Moderní přístup k perimetrické ochraně zahrnuje také video analytické systémy, které využívají kamerovou techniku a umělou inteligenci k rozpoznávání podezřelých pohybů a objektů. Tyto systémy mohou být integrovány s dalšími technologiemi pro zvýšení přesnosti detekce a minimalizaci falešných poplachů.

Přes širokou škálu dostupných detekčních technologií zůstává zásadním faktorem jejich vhodná kombinace a správná implementace. Použití více typů detektorů v rámci jednoho perimetrického systému umožňuje zvýšit celkovou efektivitu zabezpečení a přizpůsobit ochranu konkrétním podmínkám daného objektu. Volba optimální technologie by měla vycházet nejen z požadované úrovně zabezpečení, ale také z ekonomických a provozních aspektů.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ANALÝZA TRHU

V následující kapitole bude provedena analýza současné nabídky systémů a prvků na trhu. Budou vybráni hlavní výrobci, stručně popsáno jejich působení. Dále budou vybrány konkrétní výrobky perimetrické ochrany, popsány jejich parametry a základní využití.

3.1 Seznam výrobců a jejich produkty

V následující tabulce je uveden seznam vybraných významných výrobců perimetrického zabezpečení.

Tabulka 3 Seznam výrobců

	Výrobce	Země	Zabezpečovací prvky
1	Advanced Perimeter Systems	UK	Elektroploty, akustické senzory, mikrovlnné, radarové, fotoelektrické senzory
2	AXIS communications	Švédsko	Bezpečnostní radar, síťové kamery
3	CIAS	Itálie	Mikrovlnné bariéry nebo Doppler detektory
4	Detection Technologies Limited	UK	Seismické detektory
5	Luna Innovations	USA	Akustické snímače
6	Magos Systems	Izrael	Radary
7	MAXIMUM SECURITY	Izrael	Detektory pohybu
8	Optex	Japonsko	PIR detektory a laserové detektory
9	RBtec Perimeter Security Systems	USA	Plotové senzory
10	Ronyo Technologies s.r.o.	ČR	Střežení plotů
11	Senstar	Izrael	Senzory, správa videí
12	SICURIT CS, spol. s r.o.	ČR	Kabelové detekční systémy a infračervené, mikrovlnné a duální bariéry
13	Sieza s.r.o.	ČR	Systémy pro detekci narušení perimetru
14	SORHEA	Francie	Infračervené bariéry, plotový systém, detekční ploty, laserové detektory a termo kamery.
15	Southwest Microwave	USA	Mikrovlnné bariéry

3.1.1 Advanced Perimeter Systems

Společnost Advanced Perimeter Systems, původně pojmenovaná Armbell, byla založena v roce 1982 panem Williamem H Campbellem za účelem navrhování, vývoje a výroby systémů zabezpečení perimetru pro detekci narušení (PIDS) [25].

Jejich bezpečnostní systémy byly speciálně navrženy pro komerční, průmyslové a vojenské použití, takže se nejčastěji vyskytují ve věznicích, na ministerstvech obrany a také při ochraně další kritické infrastruktury po celém světě [25].

Jejich specializovaný tým se sídlem ve Stirlingu ve středním Skotsku ve Velké Británii má bohaté zkušenosti ve všech aspektech návrhu a výroby bezpečnostních systémů. Jejich produktová řada je navržena s ohledem na vysokou bezpečnost od neviditelného Microguard přes jejich světového lídra Flexiguard monitorovací systém akustických senzorů až po konečný odstrašující elektrický plot [25].

3.1.2 AXIS communications

Byla založena v roce 1984 a její sídlo je ve švédském Lundu. Společnost má kolem 4 000 zaměstnanců ve více než 50 zemích. Poskytují síťová řešení v oblasti video dohledu, řízení přístupu, interkomů a audio systémů. Jsou rozšířeny o inteligentní analytické aplikace a podporovány vysoce kvalitním školením. Zákazníci po celém světě využívají jejich řešení k ochraně lidí a majetku a ke zlepšení obchodní výkonnosti [26].

3.1.3 CIAS

CIAS je ryze italská společnost, která působí na bezpečnostním trhu již 50 let v oblasti výzkumu, vývoje a výroby zabezpečovacích zařízení a systémů perimetrické ochrany. Je celostátně i mezinárodně známá svými mikrovlnnými, infračervenými a trojitými technologickými bariérami a také systémy detekce plotů. Produkty CIAS se v současnosti používají k ochraně perimetru jaderných elektráren, přísně střežených věznic, vojenských i civilních letišť, bank, velkých továren, ale také k ochraně rodinných domů, bytů a obchodních center [27].

3.1.4 Detection Technologies Ltd.

Detection Technologies Ltd. jsou specialisté na navrhování a výrobu perimetrických systémů detekce narušení (PIDS) a poskytují řadu řešení pro uspokojení potřeb většiny

lokalit, kde je požadavek na spolehlivou elektronickou detekci nepřátelské aktivity kdekoli podél hranice lokality (např. ploty, brány a zdi) [28].

3.1.5 Luna Innovations

Jejich technologie Distributed Fiber-optic Sensing (DFOS) je postavena na desetiletích odborných znalostí a zkušeností. Globálně díky spokojenosti zákazníků a kapacitě dodávat jejich řešení chrání některá z nejcennějších aktiv na světě. Ve skutečnosti byla naše řešení nasazena v různých odvětvích ve více než 40 zemích. S pobočkami v Londýně, Kolíně nad Rýnem, Dubaji, Houstonu, Kalifornii a Calgary řeší potřeby ochrany a správy ropovodů, služeb na ropných polích, dopravy, zabezpečení hranic a kritických míst. Jejich technologie chrání tisíce mil potrubí po celém světě, protože pokračují ve spolupráci s hlavními ropnými a plynárenskými společnostmi v mezinárodním měřítku na zlepšení výnosů a návratnosti investic. Jejich technologie jsou stále častěji vybírány k ochraně hranic, kritických míst a majetku a zároveň pomáhají při vojenských operacích [29].

3.1.6 Magos Systems

Společnost Magos Systems byla založena v roce 2008, aby realizovala vizi svých spoluzakladatelů o uvedení pokročilé radarové technologie na trhy bezpečnosti a ochrany perimetru. Jako přední odborníci na nákladově efektivní, nízkooenergetické a vysoce výkonné radary vyvíjí Magos systémy, které lze snadno a hladce integrovat se stávajícím VMS, PSIM, C4I a dalším řídicím softwarem, aby poskytovaly vynikající detekci a nejlepší bezpečnostní výkon [30].

3.1.7 Maximum Security

Společnost Maximum Security byla založena v roce 1984 a od té doby je v popředí technologického pokroku v oblasti komunikací a výpočetní techniky. V průběhu let společnost vyvinula a patentovala převratné inovace, které nastavily nová průmyslová měřítká pro spolehlivost, efektivitu a výkon. V současné době Maximum Security stále vede s inovacemi a nabízí rozmanitou řadu drátových a bezdrátových systémů detekce narušení, které kombinují přesné inženýrství s uživatelsky přívětivou funkčností. Její neochvějně zaměření na technologickou dokonalost v kombinaci s desetiletími odborných znalostí staví společnost jako důvěryhodného globálního poskytovatele pokročilých bezpečnostních řešení [31].

3.1.8 OPTEX

OPTEX je předním výrobcem detekčních systémů a globálním poskytovatelem řešení napříč obory. Mají dvě ústředí v Evropě, z nichž každá je věnována konkrétní obchodní doméně – Security a Entrance – s cílem být jedničkou na příslušných specializovaných trzích na základě silné strategie orientované na zákazníka. Skupina OPTEX, založená v Japonsku v roce 1979, neustále inovuje, aby vytvořila bezpečnější a bezpečnější společnost, a využívá své zkušenosti a odborné znalosti k poskytování vysoce inteligentních a spolehlivých řešení snímání pro řešení široké škály problémů. Právě tento dlouhodobý výhled a skutečný průkopnický duch jim umožnil stát se lídrem v oboru [32].

3.1.9 RBtec Perimeter Security Systems

Společnost RBtec Perimeter Security Systems byla založena v roce 1986 bezpečnostními experty, jejichž rozsáhlé znalosti, rozsáhlé zkušenosti v terénu a technické znalosti vyvinuly jeden z prvních integrovaných systémů detekce narušení perimetru pro středně až vysoce rizikové instalace. Dnes je RBtec přední technologická společnost specializující se na navrhování, vývoj a výrobu venkovních perimetrických řešení detekce narušení. RBtec nabízí spolehlivá, efektivní a cenově dostupná řešení vhodná pro jakékoli místo, kde je vyžadován výkon systému detekce narušení perimetru. Produkty RBtec jsou vyráběny za přísných postupů kontroly kvality a splňují nebo překračují mezinárodní civilní a vojenské normy, včetně ISO9001 a dalších severoamerických bezpečnostních norem [33].

3.1.10 Ronyo Technologies s.r.o.

Společnost Ronyo Technologies s.r.o. je českou firmou sídlící v Ostravě, zabývající se aplikovaným vývojem a výrobou inteligentních RFID detektorů a technologií. Mezi jejich nejvíce propracované systémy patří perimetrický bezdrátový systém VARYA PERIMETER [34].

3.1.11 Senstar

Senstar je kanadskou společností. Díky inteligentní správě videa, analýze videa, řízení přístupu a inovativním perimetrickým systémům detekce narušení nabízí Senstar komplexní sadu osvědčených integrovaných technologií. Produkty Senstar chrání kritická aktiva po celém světě již více než 40 let [35].

3.1.12 SICURIT CS, spol. s r.o.

Společnost SICURIT CS, spol. s r.o., byla založena v roce 1991 a od té doby působí na českém trhu jako specializovaný velkoobchodní dodavatel komponentů pro elektronické zabezpečovací systémy (EZS/PZTS), perimetrické zabezpečení, elektrickou požární signalizaci (EPS) a kamerové systémy (CCTV). Firma má dvě pobočky – hlavní sídlo v Brně a druhou kancelář v Praze. Kromě distribuce se SICURIT CS věnuje také integraci bezpečnostních systémů a vývoji vlastních technologií, zejména v oblasti ochrany perimetru. V segmentu CCTV zastupuje SICURIT CS na českém trhu především německou společnost GEUTEBRÜCK, která se specializuje na pokročilé digitální záznamové servery s analytickými funkcemi. V oblasti EZS a EPS spolupracuje zejména s firmou INIM electronics, která nabízí inovativní zabezpečovací systémy včetně jednoduchých prvků domácí automatizace. SICURIT CS se podílí na realizaci významných projektů, jako jsou elektrické rozvodny, jaderné a solární elektrárny, městské kamerové systémy, kulturní instituce (muzea a galerie), univerzity, supermarkety, banky, letiště, čerpací stanice a další [36].

3.1.13 Sieza s.r.o.

Společnost Sieza s.r.o. působí na trhu od roku 1991. Jejich výrobky jsou zaměřeny na ochranu perimetru elektráren, věznic, civilních a vojenských letišť, továren. kromě toho se také specializují na nákupní střediska, residenční vily a mnoho dalších objektů, které vyžadují vysokou míru bezpečnosti. obchodování s více než 50 zeměmi světa ji řadí mezi stabilní a ekonomicky silné světové společnosti [37].

3.1.14 SORHEA

S více než 38 lety zkušeností a přibližně 25 000 km instalovaných perimetrických detekčních systémů se SORHEA, francouzský výrobce a evropský lídr v perimetrické detekci narušení, etablovala jako specialista na detekční systémy. SORHEA je dnes klíčovým hráčem na mezinárodním bezpečnostním trhu. Technologie vyvinuté a uváděné na trh jejich týmy a dceřinými společnostmi (85 zaměstnanců) ve Francii a mezinárodně (USA, Kanada, Belgie a Německo) pokrývají všechny aplikace pro zabezpečení perimetru [38].

3.1.15 Southwest Microwave

Southwest Microwave je americká společnost, je přední světový poskytovatel osvědčených, vysoce výkonných venkovních perimetrických bezpečnostních systémů a propojovacích řešení s nejlepšími inovacemi ve své třídě [39].

3.2 Prvky perimetrické ochrany

V této kapitole bude popsána současná nabídka konkrétních perimetrických detektorů a systémů. Budou popsány jejich parametry a možnosti využití.

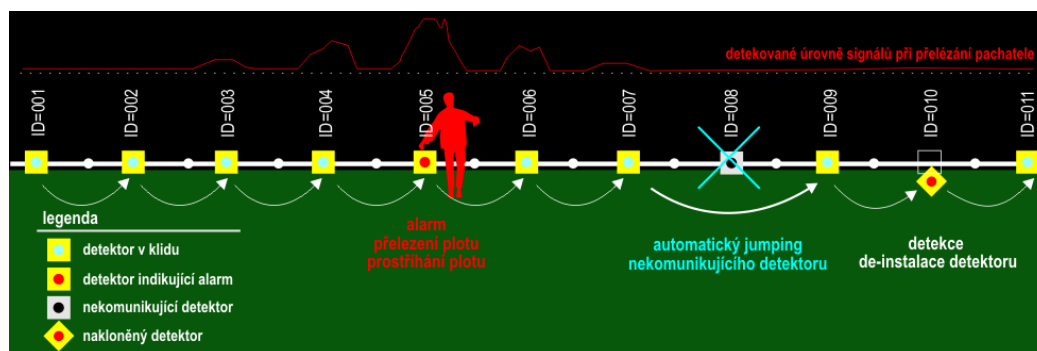
Tabulka 4 Současná nabídka detektorů a systémů

	Druh	Výrobce	Produkt
1	Bezdrátový perimetrický detekční systém	RONYO	Varya Perimeter
2	Plotové systémy	CIAS	SIOUXPRO2-CTR
3	Plotové systémy	VAR-TEC	FP 601
4	Bezpečnostní kamery a radar	AXIS	AXIS Q1656-BLE
5	Bezpečnostní radar	AXIS	AXIS D2110-VE
6	Bezpečnostní radar	MAGOS Systems	MAGOS SR-500
7	Detektory pohybu	MAXIMUM SECURITY	GUARD-WL
8	Speciální venkovní PIR	SICURIT VIDEO	IFR150XT-B
9	Duální venkovní detektory	SICURIT VIDEO	INF212EXTAM
10	Detekční kabelové systémy	SICURIT VIDEO	SICURFLEX-L
11	Detekční kabelové systémy	SICURIT VIDEO	WALLGUARD
12	Mikrofonní kabel	Detection Technologies Limited	Vibra Tek ® Plus
13	Senzorový kabel	Southwest Microwave	INTREPID™ MicroPoint™ II
14	Vibrační kabel	SICURIT VIDEO	SICURZONE
15	Duální bariéry	SICURIT VIDEO	Absolute Pro – IMTDT200/2.5
16	Infračervené bariéry	SICURIT VIDEO	EKO IR bariéra – EK4IR150/2.5
17	Infrazávora	VAR-TEC	TRIPLE PB - 150 - 4CH
18	Mikrovlnné bariéry	SICURIT VIDEO	MESDAVE200RS
19	Infračervený detektor	Optex	REDWALL SIP 5030 / SIP 100
20	Laserové detektory	Optex	REDSKAN PRO RLS-3060V
21	Seismický detektor	Detection Technologies Limited	Vibra Fon ®
22	Zemní detektory s lokací poplachů	SENSTAR	FiberPatrol FP1150

3.2.1 Bezdrátové detekční systémy

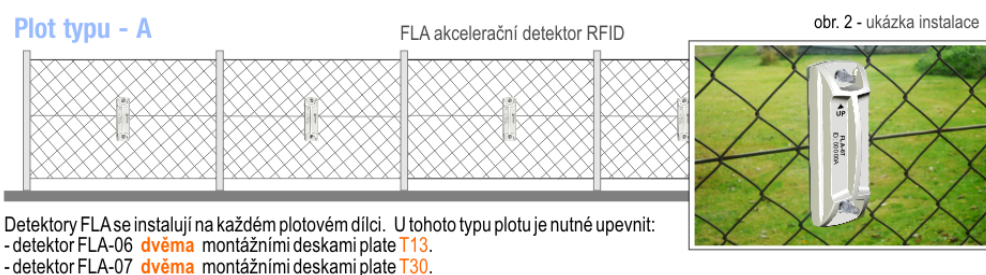
Varya Perimeter

Systém Varya Perimeter zajišťuje ochranu plotu pomocí bezdrátových RFID detektorů s akcelerometry, které detekují vibrace způsobené narušením. Detektory komunikují na frekvenci 868 MHz každé 3 sekundy a jsou vhodné pro všechny typy oplocení a bran. Systém umožňuje detekci pokusů o přelezení, prostřihnutí nebo demontáž, a je odolný vůči povětrnostním vlivům. Každý detektor má vlastní ID pro přesnou lokalizaci narušení. Instalace je jednoduchá, detektory se montují z vnitřní strany oplocení a jejich tvar brání neoprávněné demontáži. Baterie vydrží až 8 let a funkčnost detektorů se kontroluje dvakrát denně. Systém je kompatibilní s EZS a otočnými kamerami, které lze navádět na místo narušení. Výstupy lze integrovat do nadřazených systémů např. přes SNMP-2 [40].



Obrázek 5 Princip funkce systému a detekce pachatele – Varya Perimeter

(zdroj: [40])



Obrázek 6 Umístění detektorů FLA na plot typu A

(zdroj: [40])

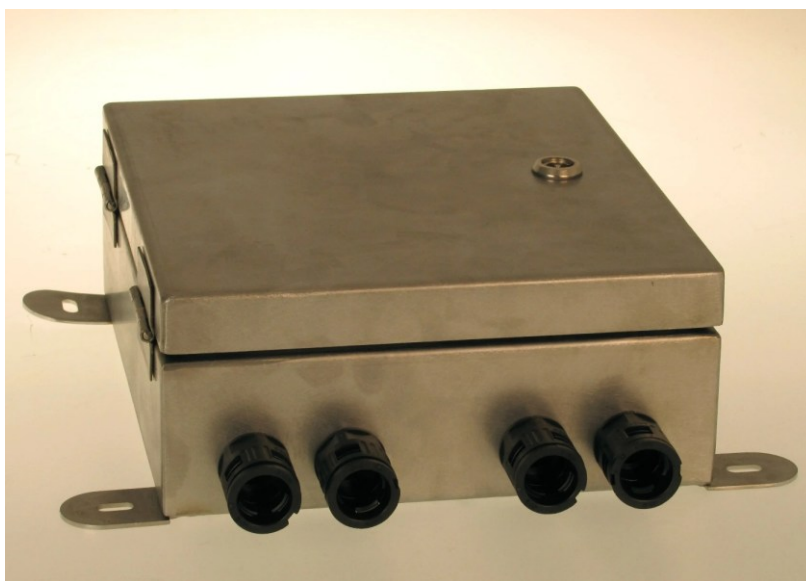
3.2.2 Plotové systémy

SIOUXPRO2-CU2 – vyhodnocovací jednotka plotového systému

Jedná se o sestavu vyhodnocovací jednotky a dvou posilovačů sběrnic ve venkovním boxu. Pomocí senzorů je možné zabezpečit až 1 500 m plotu [41].

Parametry:

- připojení až 140 senzorů,
- rozteč senzorů 5 m – možnost variability (nastavení SW),
- propojení senzorů pomocí FTP patchcordů,
- vyhodnocení narušení s přesností 1 m
- pomocí reléových výstupů možnost rozdělit až na 80 úseků [41].



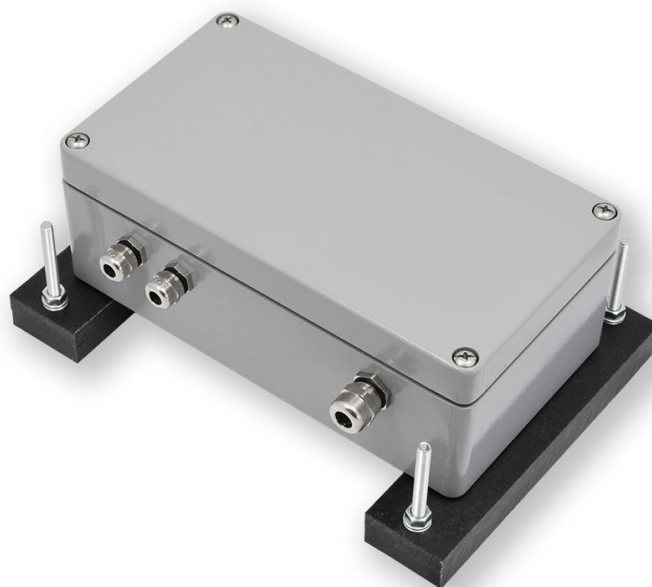
Obrázek 7 Vyhodnocovací jednotka SIOUXPRO2-CU2

(zdroj: [41])

FP 601 – plotový systém

Systém je určen k obvodové ochraně plotu. Detekuje přelezení, prostrhnutí i ohýbání pomocí detekčního kabelu upevněného na plot, který snímá vibrace a otřesy. Vyhodnocovací

jednotka je kompaktní a výstup ve formě relé lze snadno začlenit do zabezpečovací ústředny. Systém se vyznačuje jednoduchou instalací, snadným nastavením a příznivou cenou [42].



Obrázek 8 Vyhodnocovací jednotka FP 601

(zdroj: [42])



Obrázek 9 Vyhodnocovací jednotka FP 601

(zdroj: [42])

3.2.3 Bezpečnostní kamery a radary

AXIS Q1656-BLE Box Camera

Kamera AXIS Q1656-BLE nabízí kvalitu obrazu i za zhoršených světelných podmínek díky technologii Lightfinder 2.0, snímáči 1/1.8" a rozlišení 4 MP při až 60 snímcích za sekundu. Je určena pro venkovní použití, má integrovaný stěrač, odolné provedení (IP66, IP67, IK10, NEMA 4X/TS2) a umožňuje flexibilní konfiguraci díky možnosti volby objektivu a držáku. Disponuje účinným IR/LED přísvitkem, podporuje napájení PoE i redundantní DC a zajišťuje bezpečný provoz díky ochraně proti přepětí, detekci neoprávněného otevření a pokročilému zabezpečení. Díky čipu ARTPEC-8 s jednotkou pro hluboké učení umožňuje pokročilou analýzu dat přímo na zařízení bez nutnosti serveru a podporuje AXIS Object Analytics pro detekci a klasifikaci objektů i rozšiřitelnost pomocí ACAP aplikací [43].



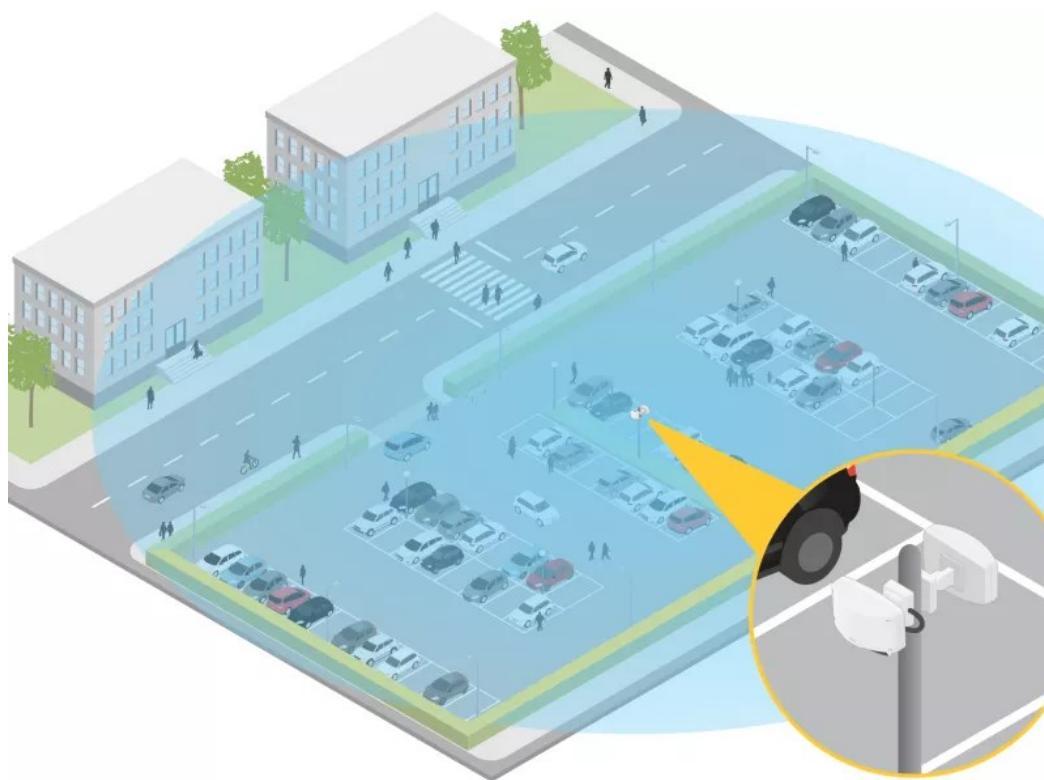
Obrázek 10 Kamera AXIS Q1656-BLE Box Camera

(zdroj: [43])

AXIS D2110-VE Security Radar

Radarový detektor AXIS D2110-VE využívá pokročilou radarovou technologii pro přesnou detekci a sledování osob i vozidel 24/7 za všech povětrnostních i světelných podmínek. Díky vestavěné analytice s podporou strojového a hlubokého učení minimalizuje falešné poplachy a zvyšuje efektivitu ostrahy. Nabízí dva provozní režimy: pro sledování

osob a pomalu jedoucích vozidel, nebo pro monitorování silničního provozu. Radar pokrývá horizontálně 180° a detekuje osoby až na 60 m a vozidla až na 85 m. Lze jej kombinovat s kamerami i dalšími radary (např. pro 360° pokrytí). Zařízení má vestavěné kybernetické zabezpečení, detekci neoprávněného otevření, podporu PoE out pro připojení dalších zařízení a intuitivní rozhraní pro snadné nastavení i integraci do VMS systémů [44].



Obrázek 11 Ukázka pokrytí radarem AXIS D2110-VE

(zdroj: [44])

MAGOS SR-500 security radar

Radar detekuje pohyb až na vzdálenost 500 m (vozidla, osoby) a drony až do výšky 100 m (v závislosti na modelu). Funguje za všech světelných a povětrnostních podmínek s téměř nulovými falešnými poplachy a nabízí 100 % pokrytí oblasti. Detekuje objekty o velikosti od 25x25 cm a zaručuje úhel pokrytí až 120° horizontálně a 30° vertikálně. Využívá nelicencované frekvenční pásmo 5.725 GHz – 5.875 GHz (pro průmysl, vědu a lékařství). Má nízký odběr elektrické energie a napájí se přes PoE. Systém má nízké nároky na údržbu, nevyžaduje pravidelné čištění, a nabízí snadnou montáž pro fixní i mobilní instalace [45].



Obrázek 12 Radar MAGOS SR-500

(zdroj: [45])

3.2.4 Detektory pohybu, infračervené a laserové detektory

GUARD

GUARD je detektor pro venkovní i vnitřní použití, vhodný pro širokou škálu aplikací, od průmyslových prostor až po zabezpečení soukromých objektů. Detektor nabízí 4rozměrnou detekční charakteristiku, kde dva synchronizované PIR detektory poskytují třírozměrný teplotní obraz střeženého prostoru. Přidáním mikrovlnného detektoru se vytváří čtvrtý rozměr, což zajišťuje spolehlivou detekci a imunitu vůči falešným poplachům. Pro absolutní ochranu před pokusem o narušení je detektor vybaven mechanismem ANTIMASKING pomocí aktivní infračervené technologie, která monitoruje intenzitu odraženého signálu ze střeženého prostoru. Dále obsahuje detektor otřesu pro ochranu před mechanickým poškozením detektoru [46].



Obrázek 13 Detektor GUARD

(zdroj: [46])

IFR150XT-B – Speciální venkovní PIR detektor

IFR150XT-B je venkovní pasivní infradetektor, který funguje na principu detekce rozdílu teploty mezi pohybujícím se objektem a stabilním pozadím. Tento detektor má dosah více než 100 m v 98 % času během běžného kalendářního roku za jakéhokoliv počasí, s výjimkou velmi husté mlhy a silného deště nebo sněžení. Detektor je navržen pro detekci pohybujících se objektů s rychlostí mezi 0,5 a 7 m/s a má velmi úzké monitorované pásmo, což umožňuje použití nejen pro prostorový monitoring, ale i pro obvodovou ochranu. IFR150XT je vybaven funkcí pro eliminaci rušivých vlivů, jako jsou ptáci, a signalizuje poplach rozepnutím reléového kontaktu nebo pomocí výstupu NPN tranzistoru. Jeho nízká spotřeba energie přispívá k efektivnímu provozu [47].



Obrázek 14 Venkovní pasivní infradetektor IFR150XT-B

(zdroj: [47])

INF212EXTAM

Duální detektor kombinuje zrcadlový PIR (pasivní infračervený detektor) a duální mikrovlnný (MW) detektor, což zajišťuje vysokou spolehlivost a přesnost detekce pohybu. Tento detektor má dosah až 10 metrů a pokrývá úhel 90°, což umožňuje efektivní monitorování širokého prostoru. Vybaven je PET imunitou, která zajišťuje, že detektor nevyvolá poplach v případě pohybu domácího zvířete, jako jsou například psi, až do určité velikosti [48].

Detektor je navržen pro venkovní použití, a má stupeň ochrany IP55, což znamená, že je odolný vůči prachu a vodě, což ho činí vhodným i pro náročné venkovní podmínky. Jeho rozsah pracovních teplot se pohybuje od -37 °C do 70 °C, což zajišťuje spolehlivý výkon v extrémních klimatických podmínkách. Kromě toho je vybaven funkcí antimasking, která zabráňuje pokusům o zakrytí nebo narušení detektoru, což zajišťuje vyšší úroveň bezpečnosti a ochrany před podvodníky [48].



Obrázek 15 Duální detektor
INF212EXTAM

(zdroj: [48])

REDWALL SIP-5030

Infračervené detektory REDWALL SIP-5030 a SIP-100 jsou určeny pro venkovní použití a poskytují širokoúhlou detekci v rozsáhlých prostorách. Využívají inteligentní detekční systém, který automaticky upravuje citlivost na základě okolních podmínek, jako je teplota a úroveň osvětlení. Kromě hlavního detekčního pole mají tyto detektory i další PIR senzor umístěný ve spodní části zařízení, který samostatně monitoruje tzv. zónu nula – tedy prostor přímo pod detektorem. Model SIP-100 umožňuje dlouhodobou detekci až na vzdálenost 100 metrů a nabízí tři samostatné výstupy: jeden pro vzdálenou oblast, jeden pro blízkou oblast a jeden pro zmíněnou zónu nula. Tato více zónová konfigurace výstupů

umožňuje efektivní řízení PTZ kamer a aktivaci video přenosových systémů v závislosti na přesném místě narušení [49].



Obrázek 16 Infračervený detektor
REDWALL SIP-5030

(zdroj: [49])

REDFAN PRO RLS-3060 V

RLS-3060 V ze série REDSCAN Pro je dlouhodosahový LiDAR senzor splňující specifikace ONVIF profilu S. Umožňuje vysoce přesnou detekci pohybujících se osob a objektů v oblasti o rozměrech 30×60 metrů (100×200 stop), a to bez jakýchkoli hluchých míst – s konstantním rozlišením detekce v celé hloubce zorného pole. Díky nejpokročilejší technologii společnosti OPTEX nabízí výjimečný detekční výkon, který není ovlivněn změnami osvětlení, teploty ani jinými environmentálními vlivy. RLS-3060 V je tak ideálním řešením pro objekty s vysokými bezpečnostními nároky [50].



Obrázek 17 Senzor
REDSCAN PRO RLS-
3060 V

(zdroj: [50])

3.2.5 Detekční kabelové systémy

SICURFLEX-L

SICURFLEX-L je kabelový detekční systém určený k ochraně plotů, který je ideální pro různé typy pletiv a drátěné ploty. Hlavními výhodami tohoto systému jsou jednoduchá instalace, včetně kalibrace, a nízké pořizovací náklady. Systém se skládá z vyhodnocovací jednotky a detekčního kabelu, který reaguje na deformace a přestřižení plotu. Citlivost detekce lze nastavit podle specifických požadavků daného typu oplocení a okolních podmínek [51].

Celý systém je nakonfigurován jako jedna zóna, přičemž vyhodnocovací jednotka pokrývá až 500 metrů perimetru. Vlivy environmentálních a povětrnostních podmínek jsou eliminovány pomocí specializovaných softwarových a hardwarových filtrů. SICURFLEX-L je vhodný pro použití na pletivu, tenkých síťovinách, ostnatých drátech i žiletkových drátech [51].

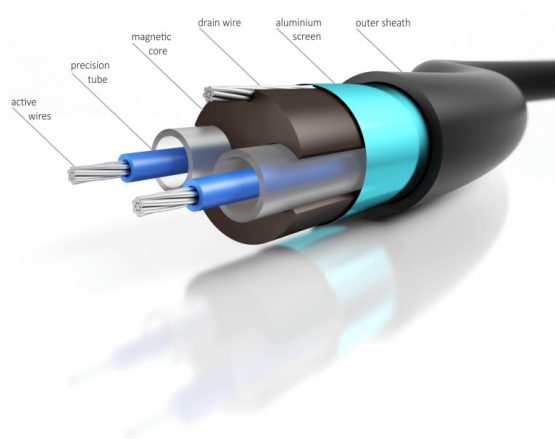
WALLGUARD

Wallguard je detekční systém navržený speciálně pro ochranu citlivých budov a hraničních zdí, které by mohly být ohroženy při pokusech o vniknutí. Tento systém poskytuje vysokou účinnost při prevenci falešných poplachů, které mohou být způsobeny vlivy prostředí, jako jsou přírodní jevy nebo drsné povětrnostní podmínky, a také pohybem těžké průmyslové techniky v blízkosti. Wallguard je ideální pro ochranu zdí vyrobených z betonu, cihel nebo kamenů, kde zajišťuje spolehlivou detekci bez zbytečných výstrah [52].

VibraTek® Plus

VibraTek® Plus je čtvrtá generace vibračně citlivého lineárního senzoru, navrženého pro detekci vniknutí, který je ideální pro použití na ploty a jiné bariéry definující perimetr chráněného objektu. Více než 500 km tohoto senzoru efektivně chrání stovky lokalit po celém světě. Senzor je navržen tak, aby jeho mechanické vlastnosti odpovídaly vlastnostem plotů, které má chránit, což zajišťuje optimální výkon. VibraTek® Plus je vyráběn v podobě kabelu, což usnadňuje instalaci a uvedení do provozu. Jeho instalace na ploty nebo bariéry se provádí pomocí kabelových svorek nebo klipsů, přičemž mechanické vibrace způsobené narušitelností jsou přenášeny do senzoru, kde jsou přeměněny na elektrické signály [53].

Princip fungování: VibraTek® Plus pracuje jako lineární indukční generátor. Senzor obsahuje precizně vyrobené koncentrické vodiče, které vibrují v statickém magnetickém poli generovaném flexibilními keramickými magnetickými profily. Vibrace způsobené narušením jsou zachyceny senzorem, který převádí mechanickou energii na elektrický signál indukci elektrických proudů do aktivních vodičů senzoru [53].



Obrázek 18 Průřez kabelem VibraTek® Plus

(zdroj: [53])

Hlavním rozdílem oproti jiným lineárním magnetickým senzorem je, že VibraTek® Plus obsahuje mechanické tlumení, které eliminuje nežádoucí reakce vznikající u senzoru bez tlumení. Tato klíčová vlastnost umožňuje zlepšení detekčního výkonu bez ztráty odolnosti senzoru vůči alarmům způsobeným environmentálními vlivy, jako jsou vítr, déšť, nebo krupobití [53].



Obrázek 19 Uložení kabelu na plot

(zdroj: [53])

INTREPID™ MicroPoint™ II

INTREPID™ MicroPoint™ II je moderní perimetrický detekční systém nové generace od společnosti Southwest Microwave, určený k ochraně oplocení před přelezením nebo prostřížením. Tento systém patří mezi špičku v oblasti detekce narušení oplocení díky patentovanému digitálnímu zpracování signálu, které umožňuje přesné určení místa narušení s přesností až 3 metry. Zároveň efektivně eliminuje falešné poplachy způsobené větrem, deštěm nebo pohybem těžké techniky v okolí. Vysoký odstup signál/šum, široká šířka pásma a velký dynamický rozsah zaručují vysokou spolehlivost detekce. Jeden detekční modul s dvěma úseky kabelu dokáže chránit až 400 metrů oplocení včetně žiletkových zábran. Kabel MicroPoint™ je citlivý na mechanické podněty a zároveň slouží pro napájení a komunikaci, čímž minimalizuje potřebu další kabeláže. Systém nabízí flexibilní softwarové zónování dle požadavků dané lokality a díky otevřenému komunikačnímu protokolu je možné jej snadno integrovat s dalšími technologiemi řady INTREPID™, např. se zemními systémy MicroTrack™ II [54].



Obrázek 20 INTREPID™ MicroPoint™ II

(zdroj: [54])

SICURZONE

SicurZone je kabelový detekční systém pro ochranu plotů, který reaguje na vibrace způsobené pokusem o narušení. Jedna vyhodnocovací jednotka dokáže pokrýt až 1000 m perimetru rozděleného na 8 zón s individuálně nastavitelnou citlivostí (max. 125 m na zónu). Instalací dvou jednotek do jednoho rozvaděče lze pokrýt až 2000 m. Nedetekované úseky lze jednoduše přemostit koaxiálním kabelem [55].



Obrázek 21 Detekční vibrační kabel

(zdroj: [55])

3.2.6 Bariéry

Absolute Pro – IMTDT200/2.5

Absolute Pro je duální perimetrická bariéra, která kombinuje čtyři obousměrné šestipaprskové infračervené závorové jednotky s digitálním mikrovlnným detektorem. Celý

system je instalován na sloupu o výšce 2,5 metru a umožňuje detekci narušení v rozsahu od 5 do 200 metrů. Součástí systému je vyhřívání, které zajišťuje spolehlivý provoz i v náročných klimatických podmínkách. Nastavení detekčních parametrů je možné provádět dálkově prostřednictvím rozhraní TCP/IP. Pro konfiguraci a monitoring systému je k dispozici specializovaný software, který umožňuje snadné ovládání a správu zařízení [56].



Obrázek 22 Duální bariéra
Absolute Pro

(zdroj: [56])

EKO IR bariéra – EK4IR150/2.5

Infračervená bariéra ve verzi EKO je určena pro detekci narušení perimetru na vzdálenost až 150 metrů. Systém je osazen na sloupech o výšce 2,5 metru a využívá čtyři páry třípaprskových infračervených jednotek, které zajišťují spolehlivé a přesné pokrytí střežené oblasti. Nově je bariéra vybavena moderní vyhodnocovací deskou, která zvyšuje přesnost detekce a zajišťuje stabilní provoz zařízení [57].



Obrázek 23 EKO IR bariéra –
EK4IR150/2.5

(zdroj: [57])

TRIPLE PB-150 - 4CH

Třípaprsková infračervená závora je určena pro venkovní i vnitřní použití. Je vybavena integrovaným termostatem, který se aktivuje při poklesu teploty pod 15 °C. Díky použití tří samostatných paprsků je zařízení výrazně odolnější vůči falešným poplachům – k vyvolání poplachu je totiž nutné přerušení všech tří paprsků současně. Infrazávory VAR-TEC využívají výkonnou elektroniku s vysokou rezervou ve vyzářeném výkonu, což zajišťuje spolehlivý provoz i na delší vzdálenosti (výrobce udává dosah až 250 m). Součástí dodávky jsou dva vyhřívací moduly HEATER 12V02A a zařízení je standardně osazeno termostatickým spínačem [58].



Obrázek 24 Infračervená bariéra
TRIPLE PB-150 - 4CH

(zdroj: [58])

MESDAVE200RS

DAVE je aktivní mikrovlnná bariéra navržená pro spolehlivou ochranu vnitřních i venkovních prostor. Systém se skládá z digitálního vysílače a přijímače, které využívají moderní mikroprocesorovou technologii a digitální automatickou regulaci zisku (AGC), což zajišťuje stabilní detekční výkon i v proměnlivých podmínkách. Bariéra DAVE je vybavena vstupem pro snížení citlivosti, jedním výstupním reléovým kontaktem a jedním výstupem typu otevřený kolektor (OK). Nastavení parametrů zařízení lze provádět buď ručně přímo na jednotce, nebo pomocí počítače a specializovaného softwaru DAVESOFT, který umožňuje přesnou konfiguraci a optimalizaci systému podle konkrétních požadavků instalace [59].



Obrázek 25 Mikrovlnná bariéra
MESDAVE200RS

(zdroj: [59])

3.2.7 Seismický detektor

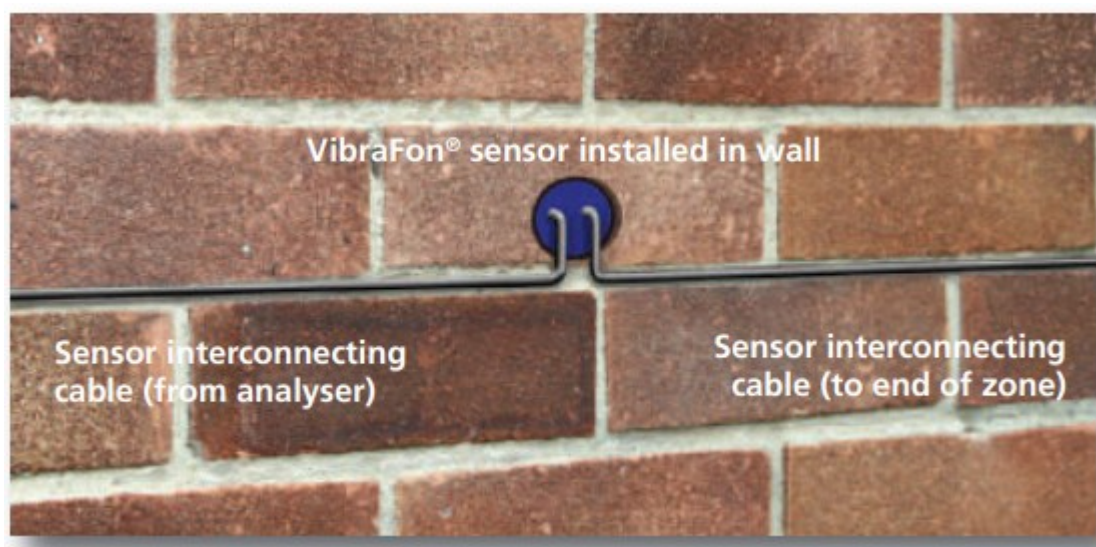
Vibra Fon ®

Stěnový systém detekce narušení poskytuje speciální řešení pro ochranu stěn. Využívá bodové senzory, které jsou schopné detekovat mechanické vibrace přenášené podél zdi, pokus o překonání či proražení zdi. Bodové senzory jsou rozmístěny podél stěny v intervalech zhruba 3 metry a jsou vzájemně propojeny, aby vytvořily prokládané fázované sensorové pole schopné detekovat narušení vyskytující se na struktuře stěny [60].

Parametry:

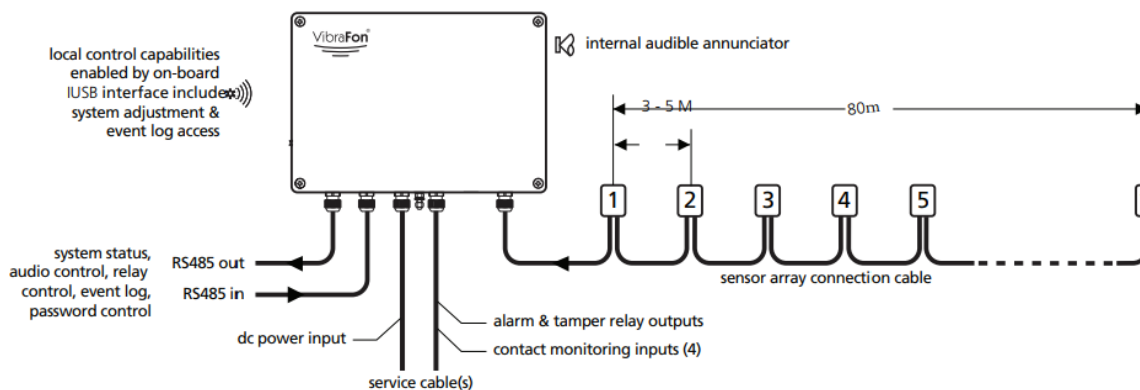
- seismický detektor,
- aplikace na zdi / ploty (cihla, beton, kámen, ocel),

- doporučený poměr výška / tloušťka stěny je 5:1,
- obsahuje lineární fázované pole senzorů připojených k modulu analyzátoru signálu,
- dvě verze:
 - jednozónový analyzátor – chrání stěny do 80 m,
 - dvouzónový analyzátor – chrání stěny do 160 m,
- detekuje:
 - vibrace přenášené podél zdi,
 - pokus o přelezení zdi / plotu,
 - pokus o poškození – vrtání, rány kladivem, sekání, kopání do zdi,
 - přelezení pomocí lana, žebříku,
- signály generované v důsledku běžné aktivity, jako je vítr, déšť a podobné účinky, jsou ignorovány [60].



Obrázek 26 Instalace do konstrukce stěny vyžaduje vyvrtání otvoru pro každý senzor

(zdroj: [61])



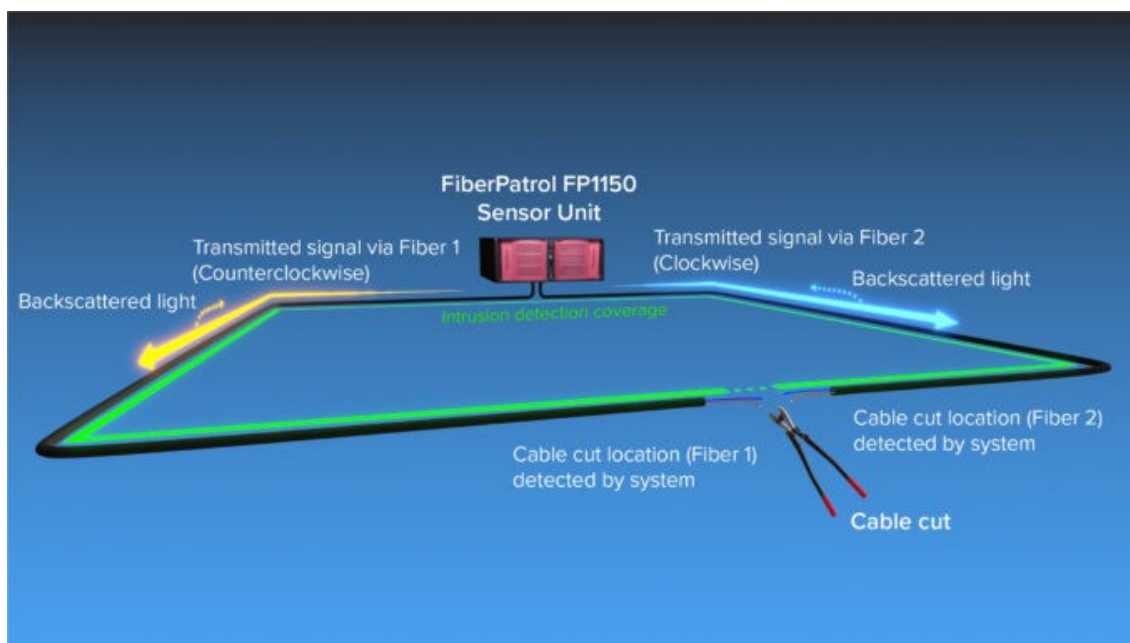
Obrázek 27 Aplikaci na stěnu odpovídající poli 16 detekčních senzorů

(zdroj: [62])

3.2.8 Zemní detektor

FiberPatrol FP1150

FiberPatrol FP1150 je perimetrický detekční systém využívající optické vlákno, který lze instalovat na oplocení, do země, na zdi nebo podél datových vedení a potrubí. Pracuje na principu vysílání laserových pulsů do jednoho optického vlákna a analýzy drobných odrazů světla, které vznikají podél jeho délky. Jakýkoli narušení – například vibrace plotu – ovlivní množství odraženého světla, což systém okamžitě detekuje a lokalizuje. Díky technologii založené na reflektometrii není nutné, aby světlo prošlo celým vláknem, což umožňuje detekci i v případě přerušení kabelu. Při přerušení kabelu systém okamžitě nahlásí přesné místo události a nadále chrání úsek až po bod přerušení. V tzv. „cut-immune“ konfiguraci je i po přerušení zajištěna ochrana celého perimetru. FiberPatrol FP1150 využívá pokročilé adaptivní zpracování signálu a nabízí certifikované možnosti integrace do systémů správy zabezpečení (SMS/VMS), čímž zajišťuje maximální úroveň bezpečnosti a výkonu [63].



Obrázek 28 Přerušení kabelu FiberPatrol FP1150

(zdroj: [63])

3.3 Shrnutí

Provedená analýza trhu ukazuje, že oblast perimetrické ochrany se vyznačuje vysokou technickou rozmanitostí a dynamickým vývojem. Na trhu působí široké spektrum výrobců – od velkých mezinárodních firem s globálním dosahem, jako jsou Senstar, OPTEX nebo Axis Communications, až po menší, regionálně orientované dodavatele, například Ronyo Technologies s.r.o. či SICURIT CS. Tito výrobci nabízejí řešení pokrývající celou škálu technologií, od základních mikrovlnných nebo infračervených bariér až po sofistikované radarové systémy s pokročilou video analýzou.

V rámci přehledu jednotlivých zařízení byla představena celá řada moderních systémů, jako například detekční kabely FiberPatrol od společnosti Senstar, laserové radary RLS-3060 od OPTEX nebo radarové detektory Magos SR150. Značná pozornost je v současnosti věnována schopnosti integrace více technologií do jednotného systému s důrazem na video analýzu, lokalizaci narušení a minimalizaci falešných poplachů.

Hlavními trendy současného vývoje jsou především modularita, škálovatelnost, odolnost vůči klimatickým podmínkám a možnost dálkové správy. Důležitou roli hraje rovněž ekonomická stránka – technologie se liší náklady na pořízení, instalaci a údržbu, což je třeba zohlednit při návrhu konkrétního řešení.

Kapitola tedy představuje důležitý podklad pro návrhovou část práce, neboť shrnuje aktuální stav nabídky na trhu a poskytuje přehled o technologických možnostech, které lze využít při ochraně konkrétního modelového objektu.

4 NÁVRHY ZABEZPEČENÍ OBJEKTU

V následující kapitole budou popsány základní informace o zabezpečovaném objektu a jeho perimetru. Zvoleným objektem je Čistírna odpadních vod.

4.1 Popis objektu a jeho perimetru

Níže bude detailně rozepsána lokace, dispozice objektu, aktuální stav perimetru a jeho zabezpečení.

4.1.1 Lokalizace objektu

Čistírna odpadních vod se nachází v okrajové části obce Modrá Lhota, okres Horní Lhota. Jedná se o konkrétní existující objekt, ovšem jeho adresa je pozměněna, resp. uvedena jako fiktivní.

Areál je situován mimo hlavní zastavěnou oblast, v lokalitě obklopené přírodní zelení a v těsné blízkosti železniční tratě. Tato poloha nabízí určitou míru přirozené izolace, nicméně zároveň přináší zvýšené nároky na technické zabezpečení, a to zejména z důvodu omezené přítomnosti veřejnosti v dané oblasti.



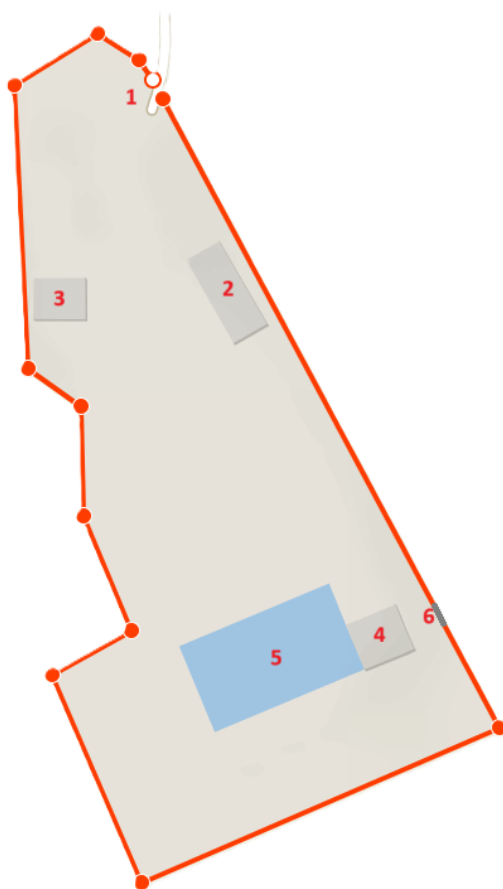
Obrázek 29 Letecký snímek s vyznačením areálu

(zdroj: [64 – upraveno])

4.1.2 Dispozice areálu

Celý objekt se rozprostírá na ploše přibližně 5 000 m² a má oválný půdorys. Přístup do areálu je zajištěn jedinou přístupovou komunikací, která se napojuje na místní silniční síť. Hlavní vstup tvoří přístupová brána.

Uvnitř areálu se nachází několik samostatných objektů, mezi které patří administrativní budova, technologické provozy a doplňkové provozní stavby. Dominantními prvky areálu jsou otevřené sedimentační a aktivační nádrže, které tvoří hlavní funkční části technologického procesu čištění.



Obrázek 30 Půdorys objektu

(zdroj: [64 - upraveno])

Popis obrázku:

1 – vstup,

2 – administrativní budova,

3 – technologická budova,

4 – technologická budova,

5 – sedimentační nádrže,

6 – branka.

4.1.3 Stav perimetru

Přibližně polovina obvodu je oplocena starším dřevěným latkovým plotem, který je místy poškozený nebo technicky nevyhovující. Zbývající část je tvořena jednoduchým pletivovým oplocením bez podhrabových desek a bez doplňkových prvků proti přelezení či podhrabání.

Stávající oplocení neposkytuje odpovídající fyzickou ochranu před neoprávněným vstupem a není dostatečně viditelné ani odolné vůči mechanickému narušení.

4.1.4 Stávající bezpečnostní prvky

V rámci areálu jsou aktuálně instalovány pouze čtyři bezpečnostní kamery. Tyto kamery jsou umístěny v okolí hlavního vstupu a administrativní budovy, kde zajišťují základní vizuální dohled. Zbytek areálu, především technologická a periferní část, není pokryt ani kamerovým systémem, ani žádným jiným detekčním zařízením.

V areálu se nenachází žádné prvky elektronické perimetrické ochrany, jako jsou vibrační kabely, pohybové senzory nebo infračervené závory. Stejně tak chybí i zabezpečovací systém, který by umožňoval přímé napojení na dohledové a poplachové přijímací centrum (DPPC).

4.1.5 Analýza hrozeb

Areál čistírny odpadních vod spadá mezi technické objekty s klíčovým významem pro obecní infrastrukturu a životní prostředí. Jeho provoz je závislý na kontinuálním chodu technologických zařízení a jeho narušení může mít vážné důsledky jak pro provozovatele, tak pro okolní prostředí. Přestože je areál situován mimo obytnou zónu, je vystaven celé řadě bezpečnostních rizik, jejichž dopad může být výrazný.

Identifikované hrozby:

- krádeže zařízení nebo materiálu – v technologickém areálu se nacházejí kovové konstrukce, čerpadla, kabeláž a další hodnotné komponenty, které mohou být předmětem zájmu zlodějů. Krádež může vést nejen k materiálním škodám, ale i k přerušení provozu,
- sabotáž nebo vandalismus – úmyslné poškození technologických částí, elektroniky či potrubních vedení může mít za následek havárii systému, únik odpadních látek a ohrožení veřejného zdraví nebo životního prostředí,

- neoprávněný vstup osob (zejména mládež, děti) - hrozí riziko úrazu v důsledku pádu do nádrží, zásahu elektrickým proudem nebo jiných nebezpečných situací,
- riziko znečištění životního prostředí – jakékoli narušení provozu nebo destrukce části zařízení může vést ke zhoršení kvality čištěné vody, nedostatečné filtraci a následnému vypouštění škodlivin do vodních toků,
- nedostatečný dohled a absence včasné reakce – vzhledem k omezenému personálnímu dohledu je nutné zavést systém, který umožní okamžitou detekci narušení a včasnou reakci – ideálně dříve, než dojde k samotnému vstupu do objektu.

Z výše uvedených důvodů je zavedení kvalitního systému perimetrické ochrany naprosto nezbytné. Nejde pouze o ochranu majetku, ale především o prevenci událostí, které mohou mít vážné dopady na bezpečnost osob, plynulost provozu i životní prostředí. Komplexní perimetrický systém zajišťuje nejen fyzickou bariéru, ale především včasnou detekci a efektivní řízení bezpečnostních situací.

4.1.6 Shrnutí

Na základě provedené analýzy je zřejmé, že současný stav zabezpečení areálu čistírny odpadních vod je nedostatečný a z hlediska perimetrické ochrany neplní požadované bezpečnostní funkce. Mechanické zabezpečení v podobě starého a nesouvislého oplocení neposkytuje spolehlivou ochranu před neoprávněným vstupem a postrádá jakékoliv aktivní prvky odstrašujícího nebo detekčního charakteru. Elektronická ochrana je omezena na minimální kamerový dohled, který pokrývá pouze malou část areálu a neumožňuje včasnou reakci na případné narušení.

Vzhledem k významu objektu, jeho technologickému vybavení a izolovanému umístění je nutné přistoupit k návrhu moderního, vícevrstvého systému perimetrické ochrany. Ten by měl zajišťovat jak fyzickou bariéru proti vniknutí, tak i spolehlivou detekci pokusu o narušení a schopnost rychlého vyhodnocení incidentu.

4.2 Návrhy zabezpečení

V rámci návrhu budou zpracovány dvě možné varianty zabezpečení areálu čistírny odpadních vod. Obě varianty budou vycházet ze stejného půdorysu objektu a provozního určení.

4.3 Varianta A – základní úroveň zabezpečení

Tato varianta představuje cenově dostupné řešení, které pokrývá nejzásadnější zranitelnosti objektu a zajišťuje alespoň základní úroveň ochrany. Je vhodná pro objekty s nižší mírou rizika nebo pro fázi počáteční modernizace systému. Bylo zvoleno nové oplocení, plotový detekční systém a infračervené bariéry.

4.3.1 Oplocení

Místo stávajícího nevyhovujícího oplocení bylo pro Variantu A vybráno oplocení ze svařovaných panelů. Je vyznačováno vysokou pevností, bezpečností a nejvyšší kvalitou.

- Název: Svařovaný panel Nylofor Super 2 D; Zelený
- Výška: 2 230 mm
- Šířka: 2 500 mm
- Možnost montáže s podhrabovými deskami
- Možnost instalace ostnů
- Povrchová úprava: Zn + PVC zelené barvy [65]



Obrázek 31 Svařovaný panel Nylofor Super 2 D; Zelený

(zdroj: [65])

Sloupek

- Název: Sloupek čtyřhranný Damiplast
- Výška: 2400 mm

- Rozměry: 60x60 mm
- Síla stěn: 1,5 mm;
- Povrchová úprava: Zn + PVC zelené barvy [66]



Obrázek 32 Sloupek čtyřhranný Damiplast

(zdroj: [66])

4.3.2 Plotový systém

Pro ochranu plotu proti prostřížení, přelezení a dalším způsobům překonání byl vybrán systém detekčního kabelu od společnosti VAR-TEC. Systém bude instalován po celém obvodu plotu.

- Vyhodnocovací jednotka: FP 601
- Zakončovací modul: FP END
- Detekční kabel: FP DK
- Software: FP VISUAL
- Prostředí: venkovní IP 65, -30 až 70 °C
- Stupeň zabezpečení: 3 střední / vysoké, dle ČSN 50 131-1
- Výrobce: VAR-TEC [42]

4.3.3 Infračervené závory

V místech, kde se nachází hlavní brána a malá boční branka budou umístěny infračervené závory.

- Název: TRIPLE PB-150-4 CH

- Prostředí: venkovní IP 54, -25 až 55 °C
- Stupeň zabezpečení: 2 nízké / střední, dle ČSN 50 131-1
- Dosah: 150 m
- Vzdálenost paprsku: 5 / 5 cm [58]



Obrázek 33 TRIPLE PB-150 - 4CH

(zdroj: [58])

4.3.4 PIR detektory

Pro ochranu prostoru je navrženo použití PIR detektorů rozmístěných po obvodu objektu, tak aby pokryly celý monitorovaný prostor.

- Název: NVX80, dual PIR+MW, IR-AM
- Prostředí: venkovní IP 55, -35 až 50 °C
- Stupeň zabezpečení: 3 střední / vysoké, dle ČSN 50 131-1
- Pokrytí: 15 m x 15 m
- Snímací charakteristika: vějíř + spodní vidění [67]



Obrázek 34 PIR detektor NVX80

(zdroj: [67])

4.3.5 Ústředna PZTS

K zapojení všech bezpečnostních prvků je nutná instalace ústředny PZTS. Pro tuto variantu byla zvolena ústředna značky PARADOX.

- Název: EVOHD+
- Prostředí: vnitřní, -10 až 50 °C
- Stupeň zabezpečení: 3 střední / vysoké, dle ČSN 50 131-1
- Maximální počet zón: 192
- Maximální počet oblastí: 8
- Možnost připojení až 254 sběrniceových modulů [68]



Obrázek 35 Ústředna PZTS EVOHD+

(zdroj: [68])

Příslušenství:

- Klávesnice: K641+, LCD klávesnice, PARADOX

- Komunikátor: IP150, modul LAN/INTERNET, PARADOX
- Box na ústřednu: BOX S-40, včetně TRAF 40VA, PULSAR
- Mechanický zámek: pro BOX M/S/VT/K, PULSAR
- Tamper: TAMPER 8 pro BOX, tamper sejmutí ze zdi, PULSAR
- Kabeláž: VDO 10 - 10x0,5/300, venkovní, slaboproudé rozvody, VAR-TEC
- Siréna: TEKNIM-720WR, zálohovaná piezosiréna, TEKNIM
- Venkovní čtečka a klávesnice: R915, PARADOX
- Čipová karta: C702, PARADOX [69]

4.3.6 Rozmístění bezpečnostních prvků – Varianta A

Na následujícím schématu je zobrazen návrh zabezpečení pro Variantu A. Byly zvoleny 4 infrazávory, umístěné u vstupní brány a malé postranní branky. pro ochranu prostoru bylo použito celkem 6 PIR detektorů. Po celém obvodu plotu je navrženo zabezpečení pomocí detekčního kabelu.



Obrázek 36 Návrh zabezpečení Varianta A

(zdroj: [64 - upraveno])

4.4 Varianta B – pokročilá úroveň zabezpečení

Komplexní řešení navržené pro dosažení vysoké úrovně ochrany objektu. Využívá vícevrstvý systém zabezpečení s kombinací mechanických, elektronických i dohledových prvků. Vhodné pro objekty se zvýšeným rizikem nebo požadavkem na vyšší míru kontroly.

4.4.1 Oplocení

Stejně jako ve Variantě A se i tady uvažuje o novém oplocení, které bude opět ze svařovaných panelů.

- Název: Svařovaný panel Nylofor Super Strong 2D; Zinek
- Výška: 2 430 mm
- Šířka: 2 500 mm
- Možnost montáže s podhrabovými deskami
- Možnost instalace ostnů
- Povrchová úprava: Zinek [70]



Obrázek 37 Svařovaný panel Nylofor Super Strong 2D; Zinek

(zdroj: [70])

4.4.2 Bezdrátový perimetrický detekční systém

Pro ochranu oplocení je navržený bezdrátový detekční systém Varya Perimetr od společnosti Ronyo. Systém se skládá z centrální jednotky, monitorovací jednotky a z jednotlivých detektorů, které se připojují na každé druhé nebo třetí plotové pole.

- Název: Varya Perimeter
- Detektor: FLA-07
- Centrální jednotka: FLU-07
- Monitorovací jednotka: FLM-05
- Stupeň zabezpečení: 4 vysoké, dle ČSN 50 131-1 [40]

4.4.3 Infračervené závory

Oproti předešlé variantě, zde byly vybrány infrazávory SL-200QDM značky OPTEX.

- Název: SL-200QDM
- Prostředí: venkovní IP 65, -35 až 60 °C
- Typ paprsku: infračervený, synchronizovaný
- Stupeň zabezpečení: 3 střední / vysoký, dle ČSN 50 131-1
- Dosah: 60 m [71]



Obrázek 38 Infrazávora SL-200QDM

(zdroj: [71])

4.4.4 Kamerový systém

Ve Variantě B je rozšířen počet kamer oprati stávajícímu stavu.

- Název: AXIS Q1656-BLE
- Prostředí: venkovní, -40 až 60 °C
- Stupeň zabezpečení: 4 vysoký, dle ČSN 50 131-1 [43]
- Záznamové zařízení NVR: AXIS S2108, 2TB NVR, 8x PoE, VMS klient/server [69]

4.4.5 PIR detektory

Pro ochranu prostoru je také jako ve Variantě A navrženo použití PIR detektorů rozmístěných po obvodu objektu, tak aby pokryly celý monitorovaný prostor.

- Název: NVX80
- Prostředí: venkovní IP 55, -35 až 50 °C
- Stupeň zabezpečení: 3 střední / vysoké, dle ČSN 50 131-1
- Pokrytí: 15 m x 15 m
- Snímací charakteristika: vějíř + spodní vidění [67]

4.4.6 Ústředna PZTS

K zapojení všech bezpečnostních prvků je nutná instalace ústředny PZTS. Pro tuto variantu byla zvolena ústředna značky PARADOX.

- Název: EVOHD+
- Prostředí: vnitřní, -10 až 50 °C
- Stupeň zabezpečení: 3 střední / vysoké, dle ČSN 50 131-1
- Maximální počet zón: 192
- Maximální počet oblastí: 8
- Možnost připojení až 254 sběrníkových modulů [68]

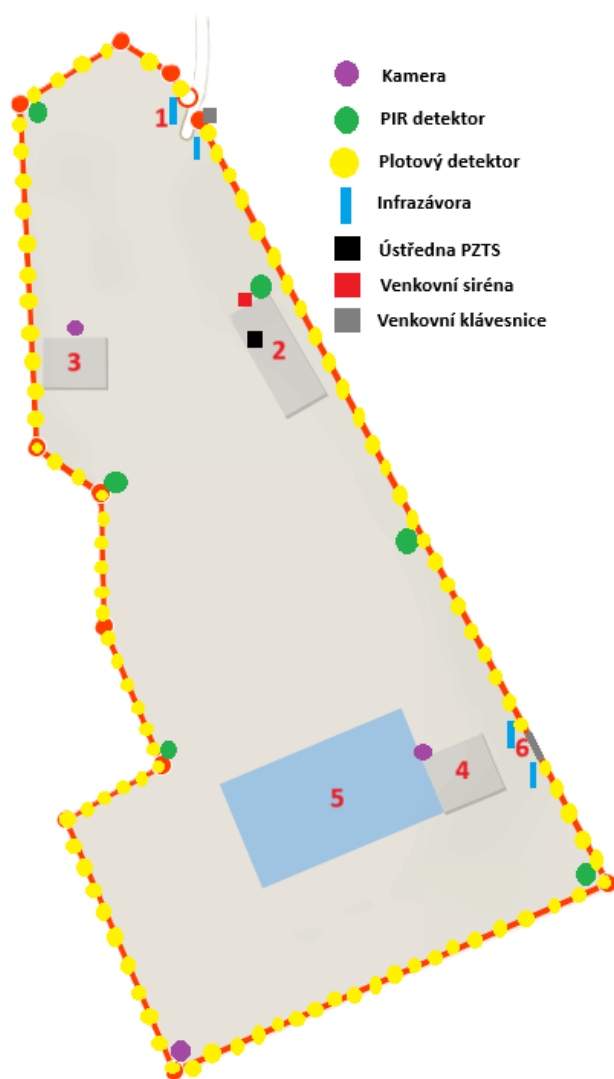
Příslušenství:

- Klávesnice: K641+, LCD klávesnice, PARADOX
- Komunikátor: IP150, modul LAN/INTERNET, PARADOX
- Box na ústřednu: BOX S-40, včetně TRAF 40VA, PULSAR
- Mechanický zámek: pro BOX M/S/VT/K, PULSAR
- Tamper: TAMPER 8 pro BOX, tamper sejmutí ze zdi, PULSAR
- Kabeláž: VDO 10 - 10x0,5/300, venkovní, slaboproudé rozvody, VAR-TEC
- Siréna: TEKNIM-720WR, zálohovaná piezosiréna, TEKNIM
- Venkovní čtečka a klávesnice: R915, PARADOX

- Čipová karta: C702, PARADOX [69]

4.4.7 Rozmístění bezpečnostních prvků – Varianta B

Schéma níže zobrazuje návrh rozmístění bezpečnostních prvků pro Variantu B. Zvoleno bylo panelové oplocení s bezdrátovým detekčním systémem, u vstupní brány a malé postranní branky byly navrženy infračervené bariéry, celý systém je doplněn o PIR detektory a rozšířen o další kamery.



Obrázek 39 Návrh zabezpečení Varianta B

(zdroj: [64 - upraveno])

5 VYHODNOCENÍ A KOMPARACE ZPRACOVANÝCH NÁVRHŮ

Na základě předložených variant návrhu perimetrického zabezpečení čistírny odpadních vod v byla provedena jejich vzájemná komparace. Obě varianty vycházejí ze stejného stavebního půdorysu objektu, liší se však v rozsahu použitých bezpečnostních prvků, stupni zabezpečení a finanční náročnosti.

5.1 Srovnání použitých technologií

Tabulka 5 Srovnání použitých technologií

Prvek	Varianta A	Varianta B
Typ oplocení	Nylofor Super 2D (PVC, výška 2 230 mm)	Nylofor Super Strong 2D (Zn, výška 2 430 mm)
Perimetrická detekce	Kabelový systém FP 601 (VAR-TEC)	Bezdrátový systém Varya Perimeter (RONYO)
Infračervené závory	TRIPLE PB-150 - 4CH (2 místa)	SL-200QDP (2 místa)
PIR detektory	NVX80 – 6 ks	NVX80 – 6 ks
Kamerový systém	Pouze stávající stav	AXIS Q1656-BLE (rozšířený rozsah)
Stupeň zabezpečení (orient.)	Stupeň 2	Stupeň 3

5.2 Funkční hodnocení

Tabulka 6 Funkční hodnocení

Kritérium	Varianta A	Varianta B
Úroveň zabezpečení	Základní pokrytí rizik, omezená reakce	Vícevrstvé pokrytí, přesná lokalizace
Spolehlivost detekce	Střední – kabel citlivý na rušení	Vysoká – samostatné bezdrátové moduly
Rozšiřitelnost systému	Omezená (nutnost kabeláže)	Výborná (modulární bezdrátový systém)
Vizuální dohled	Minimální nebo žádný	Pokročilý kamerový systém s analýzou
Finanční náročnost	Viz ceník – Varianta A	Viz ceník – Varianta B
Technická náročnost montáže	Jednodušší, tradiční kabeláž	Vyšší – více komponent, konfigurace

5.2.1 Finanční náročnost – Varianta A

Tabulka 7 Ceník oplocení Varianta A

Oplocení

Název materiálu	Cena/ks	Množství	Cena
Svařovaný panel Nylofor Super 2D; Zelený	1 839,80 Kč	136	250 212,80 Kč
Sloupek čtyřhranný Damiplast®; 60x60/1,5; Zelený	601,80 Kč	136	81 844,80 Kč
Úchyt panelu ke sloupku 60x40mm průběžný; Zelený	39,40 Kč	272	10 716,80 Kč
Celková cena za materiál včetně DPH			342 774,40 Kč

Tabulka 8 Ceník elektronických prvků Varianta A

Elektronické prvky

Název materiálu	Cena/ks	Množství	Cena
Infrazávory – TRIPLE PB-150 - 4CH	5 498,00 Kč	4	21 992,00 Kč
Držák na závoru – B-SET 50I – set 2ks	231,00 Kč	2	462,00 Kč
Vyhodnocovací jednotka – FP601	35 500,00 Kč	1	35 500,00 Kč
Zakončovací modul – FP END	990,00 Kč	1	990,00 Kč
Detekční kabel – FP DK	132,00 Kč	400	52 800,00 Kč
Software – FP VISUAL	0,00 Kč	1	0,00 Kč
PIR detektory – NVX80	5 213,00 Kč	6	31 278,00 Kč
Ústředna PZTS – EVOHD+	4 680,00 Kč	1	4 680,00 Kč
Klávesnice – K641+	5 529,00 Kč	1	5 529,00 Kč
Komunikátor – IP150	2 890,00 Kč	1	2 890,00 Kč
BOX S-40	1 020,00 Kč	1	1 020,00 Kč
TAMPER 8 pro BOX	80,00 Kč	1	80,00 Kč
Mechanický zámek	113,00 Kč	1	113,00 Kč
Kabeláž – VDO 06 - 6x0,5/100	1 295,00 Kč	20	25 900,00 Kč
Siréna – TEKNIM-720WR	1 200,00 Kč	1	1 200,00 Kč
Venkovní čtečka a klávesnice – R915	4 126,00 Kč	1	4 126,00 Kč
Karta PARADOX – C702	108,00 Kč	10	1 080,00 Kč
Celková cena za elektronické prvky včetně DPH			189 640 Kč

5.2.2 Finanční náročnost – Varianta B

Tabulka 9 Ceník oplocení Varianta B

Oplocení

Název materiálu	Cena/ks	Množství	Cena
Svařovaný panel Nylofor Super Strong 2D; Zinek	3 831,60 Kč	136	521 097,60 Kč
Sloupek čtyřhranný; 60x60/1,5; Zinek	389,40 Kč	136	52 958,40 Kč
Úchyt panelu ke sloupku 60x40mm průběžný; šroub + vymezovač; Zinek	35,00 Kč	272	9 520,00 Kč
Celková cena za materiál včetně DPH			583 576,00 Kč

Tabulka 10 Ceník elektronických prvků Varianta B

Elektronické prvky

Název materiálu	Cena/ks	Množství	Cena
Centrální jednotka – FLU-07	32 400,00 Kč	1	32 400,00 Kč
Monitorovací jednotka – FLM-05	27 346,00 Kč	1	27 346,00 Kč
Plotový detektor – Varya Perimeter	2 419,00 Kč	70	169 330,00 Kč
Infrazávory – SL-200QDP	14 750,00 Kč	4	59 000,00 Kč
Držák na závoru – B-SET 50I – set 2ks	231,00 Kč	4	462,00 Kč
Kamera – AXIS Q1656 – BLE	39 345,00 Kč	3	118 035,00 Kč
Záznamové zařízení – AXIS S2108	48 235,00 Kč	1	48 235,00 Kč
PIR detektory – NVX80	5 213,00 Kč	5	26 065,00 Kč
Ústředna PZTS – EVOHD+	4 680,00 Kč	1	4 680,00 Kč
Klávesnice – K641+	5 529,00 Kč	1	5 529,00 Kč
Komunikátor – IP150	2 890,00 Kč	1	2 890,00 Kč
BOX S-40	1 020,00 Kč	1	1 020,00 Kč
TAMPER 8 pro BOX	80,00 Kč	1	80,00 Kč
Mechanický zámek	113,00 Kč	1	113,00 Kč
Kabeláž – VDO 06 - 6x0,5/100	1 295,00 Kč	20	25 900,00 Kč
Siréna – TEKNIM-720WR	1 200,00 Kč	1	1 200,00 Kč
Venkovní čtečka a klávesnice – R915	4 126,00 Kč	1	4 126,00 Kč
Karta PARADOX – C702	108,00 Kč	10	1 080,00 Kč
Celková cena za elektronické prvky včetně DPH			527 491,00 Kč

5.2.3 Cenové porovnání

Tabulka 11 Cenové porovnání obou variant

Varianta A – Návrh perimetrického zabezpečení	532 414,40 Kč
Varianta B – Návrh perimetrického zabezpečení	1 111 067,00 Kč

Z uvedené tabulky vyplývá značný finanční rozdíl obou variant, zapříčiněno použitím odolnějšího oplocení a využitím více zabezpečovacích prvků k perimetrické ochraně.

5.3 Celkové zhodnocení

Varianta A je vhodná pro objekty s omezeným rozpočtem nebo nižšími požadavky na zabezpečení. Poskytuje základní úroveň ochrany perimetru, ale omezuje možnosti včasného zásahu a rozšíření systému v budoucnu. Výhodou je nižší cena a snadnější instalace.

Varianta B představuje komplexní řešení vhodné pro kritičtější provoz s vyšším rizikem. Díky použití bezdrátových detektorů, kvalitnějšího oplocení a pokročilého kamerového systému umožňuje přesnou lokalizaci narušení a efektivní vizuální verifikaci. Vyšší pořizovací náklady jsou vyváženy lepší funkčností a dlouhodobou udržitelností systému.

5.4 Shrnutí

V rámci zpracování návrhu perimetrického zabezpečení areálu čistírny odpadních vod byly navrženy dvě varianty, které se liší především v rozsahu použitých bezpečnostních technologií a úrovni ochrany.

Základní Varianta A nabízí ekonomicky dostupné řešení s využitím klasického kabelového detekčního systému, infračervených závor a omezeného počtu detektorů. Je vhodná zejména pro objekty s nižším rizikem nebo v situacích, kdy je prioritou minimalizace nákladů.

Naopak pokročilá Varianta B představuje vícevrstvý a technicky vyspělejší koncept, který zahrnuje bezdrátové detektory s vyšším stupněm zabezpečení, rozšířený kamerový systém a kvalitnější konstrukční prvky. Tato varianta je vhodná zejména pro objekty s vyššími požadavky na bezpečnost, a to jak z hlediska prevence, tak i operativní reakce na narušení.

Na základě provedeného porovnání lze konstatovat, že Varianta B poskytuje výrazně vyšší úroveň zabezpečení a možnosti rozšíření, zatímco Varianta A plní roli základního zabezpečení, zejména z pohledu ekonomické efektivity.

5.5 Doporučení

Na základě odborného zhodnocení navržených řešení doporučuji realizaci Varianty B – pokročilého systému perimetrické ochrany. Toto řešení sice představuje vyšší vstupní investici, avšak nabízí výrazně vyšší úroveň detekce, lokalizaci narušení, možnost rozšíření do budoucna a celkově odpovídá požadavkům na zabezpečení objektu důležitého z hlediska ochrany životního prostředí i ochrany zdraví osob.

Zvolená varianta zajišťuje nejen ochranu majetku a technologií, ale i minimalizaci provozních rizik a vyšší bezpečnost pracovníků. V dlouhodobém horizontu je tento přístup rovněž ekonomicky výhodnější díky snížení potenciálních škod a nižším nárokům na zásahy v případě incidentů.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala problematikou perimetrických detekčních systémů se zaměřením na jejich využití při ochraně objektu čistírny odpadních vod. Cílem práce bylo nejprve zpracovat teoretický přehled dostupných technologií v oblasti perimetrické ochrany, dále analyzovat současný stav zabezpečení konkrétního objektu a následně navrhnout vhodná technická řešení zvýšení bezpečnosti perimetru.

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že stávající zabezpečení areálu je zcela nedostatečné. Oplocení je ve špatném technickém stavu, v areálu chybí elektronické detekční prvky a kamerový systém pokrývá pouze minimální část prostoru. Takové podmínky výrazně zvyšují riziko neoprávněného vstupu, vandalismu nebo krádeže technologií.

V praktické části byly navrženy dvě varianty řešení – základní (Varianta A) a pokročilá (Varianta B). Obě varianty zajišťují zlepšení bezpečnostní situace, přičemž se liší jak použitými technologiemi, tak finanční náročností. Varianta A představuje ekonomicky dostupné řešení využívající kabelový detekční systém a pasivní prvky, zatímco Varianta B přináší komplexní a vysoce účinný bezpečnostní systém využívající bezdrátové detektory, pokročilou kamerovou technologii a vícevrstvý přístup k zabezpečení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *IR závora/ Fotoelektrický plot.* Online. Alarmsecurity. © 2025. Dostupné z: <https://www.alarmsecurity.cz/www-alarmsecurity-cz/5-TECHNICKA-PODPORA/39-IR-zavora-Fotoelektricky-plot>. [cit. 2025-01-19].
- [2] *Ochrana perimetru a perimetrická detekce.* Online. SICURIT. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/c/ochrana-perimetru-a-perimetricka-detekce>. [cit. 2025-01-19].
- [3] BĚHAL, Jiří. *Detektory narušení perimetrické ochrany.* Bakalářská práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2018.
- [4] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management I.* VeRBum, 2011. ISBN ISBN 978-80-87500-05-7.
- [5] *Účinky elektromagnetického pole na lidský organismus.* Online. TZB-info. © 2001-2025. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/13319-ucinky-elektromagnetickeho-pole-na-lidsky-organismus>. [cit. 2025-01-19].
- [6] *Co je infračervené záření a jaký přínos má pro lidský organismus?* Online. HANSCRAFT. © 2023. Dostupné z: <https://www.hanscraft.cz/co-je-infracervene-zareni-a-jaky-prinos-ma-pro-lidsky-organismus/>. [cit. 2025-01-19].
- [7] *Infračervené záření.* Online. Techmania Science Center o.p.s. © 2007. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticke-vlny/infracervene-zareni>. [cit. 2025-01-19].
- [8] KOŠTÁL, Jindřich; LALOUČEK, Miroslav a PASCHKEOVÁ, Helena. *Mikrovlny a jejich použití v praxi.* Online. In: Týden vědy na Jaderce. 2008. Dostupné z: <https://tydenvedy.fjfi.cvut.cz/2008/cd/prispevky/sbpdf/mvlny.pdf>. [cit. 2025-01-19].
- [9] *Rádiové vlny.* Online. Techmania Science Center o.p.s. © 2007. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/elektromagneticke-vlny/radiove-vlny>. [cit. 2025-01-19].
- [10] *Snímače mechanického namáhání - piezoelektrický jev.* Online. Elektronická učebnice. 2022. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1590>. [cit. 2025-01-19].
- [11] *Princip, struktura a výpočty piezoelektrického elementu.* Online. Automatizace.hw.cz. 2024. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006121701>. [cit. 2025-02-28].

- [12] *Hallův efekt*. Online. RIA control a.s. © 2025. Dostupné z: <https://www.riacontrol.cz/slovnicek/halluv-efekt/>. [cit. 2025-01-19].
- [13] *DOPPLERŮV JEV*. Online. Nadační fond Christiana Dopplera. © 2025. Dostupné z: <https://www.christian-doppler.net/cs/doppleruv-jev/>. [cit. 2025-01-19].
- [14] *Triboelektrická řada a příčiny vzniku statického náboje*. Online. LIMEX-TECHNIK s.r.o. 2018. Dostupné z: <http://www.limex-technik.cz/blog/154-triboelektricka-rada-a-priciny-vzniku-statickeho-naboje>. [cit. 2025-02-28].
- [15] *Bezdrátové magnetické detektory na okna a dveře*. Online. ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ. 2024. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/magneticke-detektory/bezdratove-detektory/>. [cit. 2025-01-19].
- [16] *Jak funguje detektor na okna a dveře*. Online. ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ. 2024. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/magneticke-detektory/jak-funguje-detektor-na-okna-a-dvere-%5Bb059%5D>. [cit. 2025-01-19].
- [17] LANGER, Jiří. *Edukační materiál pro prvky, zařízení a technologie využívané v elektronických zabezpečovacích systémech - prvky venkovní obvodové (perimetrické) ochrany*. Bakalářská práce, vedoucí Ivanka, Ján. Zlín: Tomas Bata University in Zlín. Faculty of Applied Informatics, Ústav elektrotechniky a měření, 2006. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/978>.
- [18] *Infračervené (IR) bariéry (závory)*. Online. ABBAS, a.s. © 2011–2025. Dostupné z: <https://www.perimetrie.cz/produkty/ir-infracervene-bariery/>. [cit. 2025-01-19].
- [19] *Typy pohybových senzorů*. Online. Alarmsecurity. © 2025. Dostupné z: <https://www.alarmsecurity.cz/www-alarmsecurity-cz/5-TECHNICKA-PODPORA/38-Typy-pohybovych-senzoru>. [cit. 2025-01-19].
- [20] HLADÍK, Drahošlav. *Elektronické zabezpečovací systémy a elektronická požární signalizace*. Online. In: Střední odborné učiliště elektrotechnické, Plzeň. 2011. Dostupné z: <https://www.souepl.cz/wp-content/uploads/2020/09/elektronick%C3%A9-zabezpe%C4%8Dovac%C3%AD-syst%C3%A9my-a-elektronick%C3%A1-po%C5%BE%C3%A1rn%C3%AD-signalizace.pdf>. [cit. 2025-01-19].
- [21] *Ochrana perimetru pomocí detekčního kabelu*. Online. Zabezpeč.to. © 2023. Dostupné z: <https://www.zabezpec.to/cs/ochrana-perimetru-pomoci-detekcniho-kabelu/>. [cit. 2025-01-19].

- [22] *Laserové detektory*. Online. ABBAS, a.s. © 2013-2025. Dostupné z: <https://eshop.abbas.cz/laserove-detektory-perimetr>. [cit. 2025-01-19].
- [23] *Perimetrie pozemku*. Online. Zabezpečovací a kamerové systémy Moravskoslezský kraj. © 2025. Dostupné z: https://www.gpsarmy.cz/moravskoslezsky_kraj/perimetrie_pozemku. [cit. 2025-01-19].
- [24] *Co to jsou kamerové systémy CCTV, proč je máme chtít a jak se rozdělují?* Online. Bezpečnostní agentury. © 2025. Dostupné z: <https://www.securityagencies.cz/clanek/co-to-jsou-kamerove-systemy-cctv-proc-je-mame-chtit-a-jak-se-rozdeluji>. [cit. 2025-01-19].
- [25] *About APS*. Online. Advanced perimeter systems. 2025. Dostupné z: <https://www.advancedperimetersystems.com/our-story-security-systems/>. [cit. 2025-04-20].
- [26] *About Axis*. Online. Axis Communications. © 2025. Dostupné z: <https://www.axis.com/about-axis>. [cit. 2025-04-20].
- [27] *About us*. Online. CIAS. © 2025. Dostupné z: <https://www.cias.it/en/about-us-2/>. [cit. 2025-04-20].
- [28] *What we do*. Online. Detection Technologies. © 2018. Dostupné z: <https://www.detection-technologies.com/about/what-we-do/>. [cit. 2025-04-20].
- [29] *GLOBAL COMPANY*. Online. LUNA OptaSense. © 2024. Dostupné z: <https://www.optasense.com/about-us/global-company/>. [cit. 2025-04-20].
- [30] *About Magos*. Online. Magos systems. © 2024. Dostupné z: <https://magosystems.com/about-magos/>. [cit. 2025-04-20].
- [31] *About*. Online. Maximum Security. © 2024. Dostupné z: <https://maximum.co.il/en/about-en/>. [cit. 2025-04-20].
- [32] *Our Company*. Online. OPTEX. © 2025. Dostupné z: <https://www.optex-europe.com/about/our-company>. [cit. 2025-04-20].
- [33] *Why RBtec Perimeter Security Systems?* Online. RBtec Perimeter Security Systems. © 2025. Dostupné z: <https://www.rbtec.com/about-rbtec-perimeter-security-systems/>. [cit. 2025-04-20].

- [34] *O nás*. Online. Ronyo Technologies s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.ronyo.eu/cs/>. [cit. 2025-04-20].
- [35] *About Senstar*. Online. Senstar. © 2025. Dostupné z: <https://senstar.com/about-senstar/>. [cit. 2025-04-20].
- [36] *O společnosti*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/c/o-spolecnosti>. [cit. 2025-04-20].
- [37] *O společnosti*. Online. SIEZA. © 2025. Dostupné z: <https://www.sieza.com/cs/o-spolecnosti/>. [cit. 2025-05-22].
- [38] *Qui sommes-nous ?* Online. SORHEA. © 2017. Dostupné z: <https://www.sorhea.com/fr/qui-sommes-nous/>. [cit. 2025-04-20].
- [39] *ABOUT US*. Online. Southwest Microwave. © 2025. Dostupné z: <https://southwestmicrowave.com/ssd/>. [cit. 2025-04-20].
- [40] *Varya Perimeter*. Online. Ronyo Technologies s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.ronyo.eu/cs/technologies/varya-perimeter/>. [cit. 2025-04-20].
- [41] *SIOUXPRO2-CU2*. Online. Abbas shop. © 2013-2025. Dostupné z: <https://eshop.abbas.cz/siouxpro2-cu2>. [cit. 2025-04-20].
- [42] *FP 601*. Online. Varnet. © 1998-2023. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/zbozi/0909-002-fp-601>. [cit. 2025-04-20].
- [43] *AXIS Q1656-BLE*. Online. Axis Communications. Dostupné z: <https://www.axis.com/products/axis-q1656-ble>. [cit. 2025-04-20].
- [44] *AXIS D2110-VE Security Radar*. Online. Axis Communications. © 2025. Dostupné z: <https://www.axis.com/products/axis-d2110-ve-security-radar#overview>. [cit. 2025-04-20].
- [45] *MAGOS SR-500 security radar*. Online. Viacom. © 2025. Dostupné z: <https://www.viakom.cz/magos-sr-500-security-radar/product-6230>. [cit. 2025-04-20].
- [46] *GUARD*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/guard-maximum-security-guard>. [cit. 2025-04-20].

- [47] *IFR150XT-B*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/ifr150xt-b-sicurit-alarmitalia-ifr150xt-b>. [cit. 2025-04-20].
- [48] *INF212EXTAM*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/inf212extam-sicurit-alarmitalia-inf212extam>. [cit. 2025-04-20].
- [49] *REDWALL SIP 5030 / SIP 100*. Online. Prodex Tec. © 2020. Dostupné z: <https://www.prodextec.es/detector-infrarrojo-de-largo-alcance-redwall-sip-5030-sip-100>. [cit. 2025-04-20].
- [50] *REDSKAN PRO RLS-3060V*. Online. OPTEX. © 2025. Dostupné z: <https://www.optexamerica.com/products/intrusion-detection/redscan-pro-rls-3060v>. [cit. 2025-04-20].
- [51] *SICURFLEX-L*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/k/sicurflex-l>. [cit. 2025-04-20].
- [52] *WALLGUARD*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/k/wallguard>. [cit. 2025-04-20].
- [53] *VibraTek – Advanced Microphonic Fence Detection Sensor*. Online. Detection Technologies. © 2018. Dostupné z: <https://www.detection-technologies.com/product/fence-security-protection/>. [cit. 2025-04-20].
- [54] *INTREPID™ MicroPoint™ II*. Online. Pdf dokument: Southwest Microwave. © 2015. Dostupné z: <https://www.southwestmicrowave.com/pdfs/MicroPoint-II-Data-Sheet-CS.pdf>. [cit. 2025-04-20].
- [55] *SICURZONE*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/k/sicurzone>. [cit. 2025-04-20].
- [56] *FLEXCBVB*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/flexcbvb-flexcbvb->. [cit. 2025-04-20].
- [57] *IMTDT200/2.5*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: https://www.sicurit.cz/cs/p/imtdt200_2-5-sicurit-alarmitalia-imtdt200_2-5. [cit. 2025-04-20].

- [58] *EK4IR150/2.5*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: https://www.sicurit.cz/cs/p/ek4ir150_2-5-ek4ir150_2-5-sicurit-alarmitalia. [cit. 2025-04-20].
- [59] *TRIPLE PB-150-4CH*. Online. Varnet. © 1998-2023. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/zbozi/1402-021-triple-pb-150-4ch>. [cit. 2025-04-20].
- [60] *MESDAVE200RS*. Online. SICURIT CS, spol. s.r.o. © 2025. Dostupné z: <https://www.sicurit.cz/cs/p/mesdave200rs-sicurit-alarmitalia-mesdave200rs>. [cit. 2025-04-20].
- [61] *VibraFon | Unique Wall Intrusion Detection Sensor*. Online. Detection Technologies. © 2018. Dostupné z: <https://www.detection-technologies.com/product/wall-security-protection/>. [cit. 2025-04-20].
- [62] *Vibra Fon Brochure*. Online. Pdf dokument: Detection Technologies. © 2018. Dostupné z: <https://www.detection-technologies.com/wp-content/uploads/2018/12/VibraFonBrochureNew-1.pdf>. [cit. 2025-04-20].
- [63] *Fiber Patrol FP1150*. Online. Senstar. © 2025. Dostupné z: <https://senstar.com/products/fence-sensors/fiberpatrol-fp1150/>. [cit. 2025-04-20].
- [64] *Mapy*. Online. Mapy. © 2025. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/zakladni?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>. [cit. 2025-05-22].
- [65] *Svařovaný panel Nylofor Super 2D; Zelený*. Online. České ploty. © 2025. Dostupné z: <https://www.ceskeploty.cz/svarovany-panel-nylofor-super-2d--zeleny/>. [cit. 2025-05-22].
- [66] *Sloupek čtyřhranný Damiplast®; 60x60/1,5; Zelený*. Online. České ploty. © 2025. Dostupné z: <https://www.ceskeploty.cz/sloupek-ctyrhranny-damiplast--60x60-1-5--zeleny/>. [cit. 2025-05-29].
- [67] *NVX80*. Online. Varnet. © 1998-2025. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/zbozi/1303-007-nvx80>. [cit. 2025-05-22].
- [68] *SP7000+*. Online. Varnet. © 1998-2025. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/zbozi/2207-020-sp7000>. [cit. 2025-05-27].

- [69] *Varnet*. Online. Varnet. © 1998-2025. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/>. [cit. 2025-05-27].
- [70] *Svařovaný panel Nylofor Super Strong 2D; Zinek*. Online. České ploty. © 2025. Dostupné z: <https://www.ceskeploty.cz/svarovany-panel-nylofor-super-2d--zeleny/>. [cit. 2025-05-22].
- [71] *SL-200QDM*. Online. Varnet. © 1998-2025. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/zbozi/2408-069-sl-200qdm>. [cit. 2025-05-28].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 EMP, jeho složky a vlnová délka	18
Obrázek 2 Piezoelektrický element.....	20
Obrázek 3 Triboelektrická řada.....	23
Obrázek 4 Infračervená bariéra.....	31
Obrázek 5 Princip funkce systému a detekce pachatele – Varya Perimeter	51
Obrázek 6 Umístění detektorů FLA na plot typu A.....	51
Obrázek 7 Vyhodnocovací jednotka SIOUXPRO2-CU2	52
Obrázek 8 Vyhodnocovací jednotka FP 601.....	53
Obrázek 9 Vyhodnocovací jednotka FP 601.....	53
Obrázek 10 Kamera AXIS Q1656-BLE Box Camera	54
Obrázek 11 Ukázka pokrytí radarem AXIS D2110-VE	55
Obrázek 12 Radar MAGOS SR-500.....	56
Obrázek 13 Detektor GUARD	56
Obrázek 14 Venkovní pasivní infradetektor IFR150XT-B.....	57
Obrázek 15 Duální detektor INF212EXTAM	58
Obrázek 16 Infračervený detektor REDWALL SIP-5030	59
Obrázek 17 Senzor REDSCAN PRO RLS-3060 V	60
Obrázek 18 Průřez kabelem VibraTek® Plus.....	61
Obrázek 19 Uložení kabelu na plot.....	62
Obrázek 20 INTREPID™ MicroPoint™ II	63
Obrázek 21 Detekční vibrační kabel	63
Obrázek 22 Duální bariéra Absolute Pro	64
Obrázek 23 EKO IR bariéra – EK4IR150/2.5	65
Obrázek 24 Infračervená bariéra TRIPLE PB-150 - 4CH	65
Obrázek 25 Mikrovlnná bariéra MESDAVE200RS.....	66
Obrázek 26 Instalace do konstrukce stěny vyžaduje vyvrtání otvoru pro každý senzor	67
Obrázek 27 Aplikaci na stěnu odpovídající poli 16 detekčních senzorů	68
Obrázek 28 Přerušení kabelu FiberPatrol FP1150.....	69
Obrázek 29 Letecký snímek s vyznačením areálu	71
Obrázek 30 Půdorys objektu.....	72
Obrázek 31 Svařovaný panel Nylofor Super 2 D; Zelený	75
Obrázek 32 Sloupek čtyřhranný Damiplast	76
Obrázek 33 TRIPLE PB-150 - 4CH	77
Obrázek 34 PIR detektor NVX80	78

Obrázek 35 Ústředna PZTS EVOHD+	78
Obrázek 36 Návrh zabezpečení Varianta A.....	80
Obrázek 37 Svařovaný panel Nylofor Super Strong 2D; Zinek	81
Obrázek 38 Infrazávora SL-200QDM	82
Obrázek 39 Návrh zabezpečení Varianta B	84

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení vlnových délek.....	19
Tabulka 2 Detekční systémy pro perimetrickou ochranu:	41
Tabulka 3 Seznam výrobců.....	44
Tabulka 4 Současná nabídka detektorů a systémů.....	50
Tabulka 5 Srovnání použitých technologií	85
Tabulka 6 Funkční hodnocení.....	86
Tabulka 7 Ceník oplocení Varianta A.....	86
Tabulka 8 Ceník elektronických prvků Varianta A	87
Tabulka 9 Ceník oplocení Varianta B.....	88
Tabulka 10 Ceník elektronických prvků Varianta B	89
Tabulka 11 Cenové porovnání obou variant	90

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AGC	Automatická regulace zisku
AM	Amplitudová modulace
C4I	Command, Control, Communications, Computers, and Intelligence
CCTV	Closed Circuit Television
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČSN	Česká technická norma
DC	Direct Current – stejnosměrný proud
DFOS	Distributed Fiber-optic Sensing
DPPC	Dohledové a poplachové přijímací centrum
DV	Dlouhé vlny
DVR	Digital Video Recorder
EMP	Elektromagnetické pole
EPS	Elektronická požární signalizace
EZS	Elektronické Zabezpečovací Systémy – historické označení
HD	High Definition
HD SDI	High Definition Serial Digital Interface
HD-CVI	High Definition Composite Video Interface
IP	Internet Protocol
IR	Infračervené záření
KV	Krátké vlny
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
MW	MicroWave
OK	Otevřený kolektor

PDS	Perimetrický detekční systém
PE	Polyethylen
PES	Polyester
PIDS	Perimeter Intrusion Detection System
PIR	Pasivní infračervený detektor
PoE	Power over Ethernet
PSIM	Physical security information management
PTZ	Pan – Tilt - Zoom
PVC	Polyvinylchlorid
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém
RFID	Radio Frequency Identification
SMS	Short message service
SV	Střední vlny
TCP	Transmission Control Protocol
TDR	Time Domain Reflectometry
US	Ultrazvuk
VDV	Velmi dlouhé vlny
VKV	Velmi krátké vlny
VMS	Video Management System
VMS	Virtual Memory System
VSS	Video Surveillance Systems