

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



**Postupy při návrhu zabezpečení
pomocí perimetrické ochrany v PZTS**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Hart, Ph.D.

Autor práce: Marek Šlégr

PRAHA 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Šlégr

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Postupy při návrhu zabezpečení pomocí perimetrické ochrany v PZTS

Název anglicky

Procedures in the design of security using perimeter protection in PZTS

Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku postupu při návrhu zabezpečení pomocí perimetrické ochrany. Hlavním cílem je provést zhodnocení postupu návrhů z hlediska výsledné ceny systému a jeho bezpečnosti. Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- charakterizovat postupy návrhů
- porovnat a zhodnotit druhy postupů při návrhu zabezpečení na vzorovém příkladu

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Vlastní řešení je realizováno formou hodnocení výsledné ceny systému a jeho bezpečnosti při použití různých druhů postupů navrhování perimetrické ochrany. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků hodnocení budou formulovány závěry bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

detektor, systém, porovnání, perimetrický systém, poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, postupy zabezpečení

Doporučené zdroje informací

HEŘMAN, J., et al.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace. Praha: Verlag Dashöfer, 2008. ISSN 1803-0475.

KŘEČEK, S., a spol.: Příručka zabezpečovací techniky. Blatná: Circetus, 2006. 313s. ISBN 80-902938-2-4.

UHLÁŘ, J.: Technická ochrana objektů, II.díl, Elektrické zabezpečovací systémy II. Praha: PA ČR, 2005. 229s. ISBN 80-7251-189-0.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 20. 1. 2015

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 10. 03. 2017

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: **Postupy při návrhu zabezpečení pomocí perimetrické ochrany v PZTS** vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 31. 3. 2017

.....
podpis

Poděkování:

Děkuji tímto svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Hartovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a věcné připomínky, které mi poskytoval při vypracování bakalářské práce. Také bych rád poděkoval svým blízkým za veškerou podporu, kterou mi dali během mého studia.

Postupy při návrhu zabezpečení pomocí perimetrické ochrany v PZTS

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou při navrhování zabezpečení objektu pomocí perimetrické ochrany v PZTS (Poplachové Zabezpečovací a Tísňové Systémy). Práce obsahuje analýzu jednotlivých detekčních technologií, jejich principy, výhody a nevýhody s fotodokumentací uskutečněných instalací. Po seznámení s problematikou bylo vytvořeno několik variant návrhů zabezpečení na skutečném objektu s finančním vyčíslením pořizovacích nákladů. Byly vybrány hodnotící kritéria, váhy kritérií a příslušná metoda multikriteriálního hodnocení. Výsledkem tohoto výběru bylo kvantitativní ohodnocení jednotlivých variant návrhů, na jejichž základě bude zvolena neoptimálnější varianta návrhu zabezpečení pro stanovený objekt. V samotném závěru práce byly shrnuty zjištěné poznatky a navrženo doporučení pro námi zabezpečený objekt.

Klíčová slova: detektor, systém, porovnání, perimetrický systém, poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, postupy zabezpečení

Procedures in design of security using perimeter protection in PZTS

Abstract:

This bachelor thesis focuses on designing buildings secure perimeter using the PZTS. This thesis includes an analysis of individual detection technologies, their principles, advantages, disadvantages and photographs of the underlying installation. After familiarization with this subject I did create several variants of the secure perimeter. These variants include financial costs, several evaluation criteria, criteria weights and the appropriate method of multicriteria analysis resulting in quantitative evaluation of the created variants. This evaluation show us the most optimal solution in designing an object security. I did summarize my findings and proposed recommendations for our secured object in the final chapter.

Key words: detector, system, comparison, perimetric systems, security systems, procedures in the design of security systems

Obsah

1.	ÚVOD.....	1
2.	CÍL PRÁCE	2
3.	METODIKA PRÁCE.....	3
4.	PŘEHLED ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	5
4.1.	FUNKCE PERIMETRICKÉ OCHRANY.....	6
4.2.	Hlavní znaky perimetrické ochrany.....	7
4.2.1.	<i>Spolehlivost.....</i>	<i>7</i>
4.2.2.	<i>Ekonomická efektivnost.....</i>	<i>7</i>
4.3.	DETEKTORY PERIMETRICKÉ OCHRANY.....	8
4.3.1.	<i>Pasivní detektory</i>	<i>8</i>
4.3.2.	<i>Aktivní detektory.....</i>	<i>19</i>
5.	PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE	26
5.1.	ZADÁNÍ A ČINNOST FIRMY	26
5.2.	BEZPEČNOSTNÍ ANALÝZA OBJEKTU.....	26
5.2.1.	<i>Popis chráněného objektu</i>	<i>27</i>
5.2.2.	<i>Provozní režim a stávající zabezpečení objektu.....</i>	<i>27</i>
5.2.3.	<i>Historie krádeží.....</i>	<i>28</i>
5.2.4.	<i>Popis nebezpečí a možné způsoby napadení objektu</i>	<i>28</i>
5.2.5.	<i>Přehled zranitelných míst</i>	<i>28</i>
5.3.	NÁVRH PERIMETRICKÉHO OCHRANNÉHO SYSTÉMU	29
5.3.1.	<i>Varianta I.</i>	<i>29</i>
5.3.2.	<i>Varianta II.</i>	<i>29</i>
6.	VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ.....	31
7.	ZÁVĚR.....	33
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	34
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	36
10.	SEZNAM TABULEK.....	37
11.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	38
12.	SEZNAM PŘÍLOH	I

1. Úvod

Od nepaměti patří k základním lidským potřebám pocit bezpečí. Ten se lidé snaží zajistit vytvářením umělých zábran, kterými tak zamezují ostatní lidem v páchání agrese nebo násilí. S vývojem civilizace se vyvíjely nové a účinnější možnosti ochrany, ale vznikaly i nové hrozby a nebezpečí. Po roce 1989, který znamenal přelom v možnostech podnikání se u nás zvýšila kriminalita, a tím i potřeba jí čelit. V letech 2013 až 2016 došlo k 32 984 [1] případům vloupání do obydlí a z toho bylo objasněno pouze 8 077 případů, tedy 24 % [1] . Jen z této statistiky je jasné, že Policie České republiky není schopna zabezpečit ochranu majetku občanů ČR, a že je na každém z nás se o ochranu majetku postarat vlastními silami, nebo pomocí soukromých agentur.

S rostoucím napětím ve společnosti, prohlubující se nerovností mezi bohatými a chudými lze očekávat zhoršující se bezpečnostní situaci jak ve světě, tak i u nás, a z toho důvodu vzrůstající zájem veřejnosti o elektronické zabezpečovací systémy. Perimetrická ochrana má na rozdíl od jiných druhů ochran tu výhodu, že osoba, jenž vstoupí do chráněné oblasti je odhalena dříve, než stačí způsobit škody na majetku, nebo újmu na zdraví jednotlivce.

2. Cíl práce

Bakalářská práce se zabývá perimetrickou ochranou v Poplachových zabezpečovacích a tísňových systémech. V teoretické části práce bude čtenář seznámen s pojmem perimetrická ochrana jejími funkcemi, rysy. Dále pak budou v ucelené formě podrobně popsány jednotlivé principy neoprávněného narušení chráněného objektu při použití různých druhů detekčních technologií i s jejich výhodami a nevýhodami. Jako příklad použití perimetrické ochrany v praxi bude vytvořen návrh zabezpečení konkrétního objektu, pro který bude vytvořeno několik variant zabezpečení. Tyto navržené varianty zabezpečení budou mezi sebou porovnány multikriteriálním vyhodnocením na základě stanových kritérií a jejich vah a díky tomu bude zjištěna neoptimálnější varianta zabezpečení pro zadaný objekt.

Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvoření přehledu řešené problematiky,
- charakterizování postupu návrhů,
- vytvoření cenové kalkulace pro jednotlivé návrhy,
- vytvoření bezpečnostní analýzy,
- porovnání a zhodnocení jednotlivých variant návrhů zabezpečení na vzorovém příkladu.

3. Metodika práce

Teoretická část práce bude vytvořena na studiu a analýzách relevantních odborných informačních zdrojů. Nabyté teoretické znalosti následně budou zpracovány formou literární rešerše, ve které budou kapitoly logicky řazeny.

V praktické části bakalářské práce budou informace získané v teoretické části aplikovány při návrhu perimetrického zabezpečení areálu reálné firmy. Při návrhu zabezpečení perimetru firmy bude provedena bezpečnostní analýza objektu, která bude obsahovat popis chráněného objektu a jeho okolí, stav stávajícího zabezpečení objektu s přehledem zranitelných míst, možné způsoby napadení objektu, identifikaci možného nebezpečí. Následně budou vytvořeny návrhy zabezpečení perimetru objektu v několika variantách za použití různých typů detekční technologie, které se budou hlavně lišit navrženou detekční technologií, a z toho vyplývajícími rozdílnými vlastnostmi. Pro výběr optimální varianty bude vytvořena soustava kritérií, které budou odrážet podstatné vlastnosti hodnocených variant návrhů. Poté budou stanoveny váhy jednotlivých kritérií metodou párového srovnání kritérií – Fullerova metoda.

Fullerova metoda

Tato metoda zjišťuje počet preferencí jednotlivých kritérií vzhledem ke všem ostatním. Počet srovnání je dán vzorcem [3.1], kde k – celkový počet kritérií. [2]

$$N = \binom{k}{2} = \frac{k(k-1)}{2} \quad [3.1]$$

Samotné srovnání se provádí v tzv. Fullerově trojúhelníku, kde se jednotlivá kritéria očísloví čísly $1, 2, 3, \dots, k$. Nyní se předloží trojúhelníkové schéma [3.2] uživateli, který označí u každé dvojice kritérium, které považuje za významnější. Pokud je dvojice kritérií stejně významná lze označit obě kritéria a při počítání preferencí se takto označenému kritériu přidá pouze 0,5 bodu.

$$\begin{array}{cccccc}
 1 & 1 & 1 & . & . & 1 \\
 2 & 3 & 4 & . & . & k \\
 \hline
 & 2 & 2 & . & . & 2 \\
 & 3 & 4 & . & . & k \\
 \hline
 & & . & . & . & k \\
 & & & \hline
 & & & & k-2 & k-2 \\
 & & & & \hline
 & & & & k-1 & k \\
 & & & & & \hline
 & & & & & k-1 \\
 & & & & & \hline
 & & & & & k
 \end{array} \quad [3.2]$$

Pro výpočet váhy j -tého kritéria se použije následující vzorec [3.3].

$$v_j = \frac{n_j}{N}; \quad i = 1, 2, \dots, k \quad [3.3]$$

n_j – počet označení jednotlivých kritérií; v_j – váha jednotlivých kritérií

Multikriteriální vyhodnocení

Samotné multikriteriální hodnocení jednotlivých variant návrhů bude provedeno Metodou váženého součtu a Metodou TOPSIS. Metoda váženého součtu vychází z principu maximalizace užitku. Funkční hodnoty metody jsou v intervalu od 0 do 1, kde s rostoucí hodnotou roste i výhodnost varianty. [2]

Postup určení užitku je následující:

- Stanovíme povahu kritérií, tedy zda je kritérium maximalizační, nebo minimalizační a určíme maximální hodnotu kritéria ve sloupci H_j a minimální hodnotu kritéria D_j .
- Vytvoříme kritériální matici $R = (r_{ij})$, jejíž prvky získáme z matice $Y = (y_{ij})$, převodem hodnot pomocí vzorců [3.4], [3.5].

$$\text{Vzorec pro maximalizační kritérium:} \quad r_{ij} = \frac{Y_{ij}-D_j}{H_j-D_j} \quad [3.4]$$

$$\text{Vzorec pro minimalizační kritérium:} \quad r_{ij} = \frac{H_j-Y_{ij}}{H_j-D_j} \quad [3.5]$$

- Závěrem použijeme na jednotlivé varianty návrhu funkci užitku – viz vzorec [3.6].

$$\text{užitkovost}(u) = \sum_{j=1}^k v_j \cdot r_{ij} \quad [3.6]$$

Varianta návrhu, která získá nejvyšší hodnocení při multikriteriální analýze bude zvolena jako neoptimálnější varianta zabezpečení. Závěr bakalářské práce bude formulován na základě znalostí z teoretické části a výsledků z části praktické.

4. Přehled řešené problematiky

Perimetrická ochrana je jedním ze základních stupňů vhodné ochrany, která zabezpečuje potřebnou bezpečnost osob nebo subjektů, u kterých jsou tímto rizika vyplývající z možných hrozeb snížena na přijatelnou úroveň. Chceme-li zajistit bezpečnou úroveň chráněného objektu, musíme znát základní hrozby, které mohou ve skutečné situaci nastat. Prostor pro umístění perimetrické ochrany je ohraničen katastrální hranicí, oddělující chráněnou oblast od bezprostředního okolí a prostor mezi ní a samotným chráněným objektem.

Perimetrická ochrana se skládá z mechanických zábranných systémů (plot, zeď, vodní tok apod.), které jsou nezbytné k zamezení vstupu nepovolaných osob (narušitelů) do chráněného území, a tím zvyšují celkovou spolehlivost perimetrické ochrany. Pokud by nebyl okolo pozemku mechanický zábranný systém, tak by byl z pohledu práva postih a zákrok proti takovýmto osobám značně problematický. Další součásti, které ke svému provozu perimetrická ochrana potřebuje, jsou: detektory narušení, ústředna, přenosové prostředky, signalizační zařízení (optické, akustické) a doplňková zařízení.

Při práci na návrhu perimetrické ochrany je nutné posoudit míru rizika, které bezprostředně střeženému objektu hrozí. V dnešní době posouzení a rozdělení jednotlivých komponent do stanovených kategorií provádí např. TestAlarm Praha spol. s.r.o.. Ti následně vystaví příslušné osvědčení a certifikát. Proto, aby perimetrická ochrana splňovala určitý stupeň zabezpečení jako celek, musí všechny její dílčí prvky tento stupeň splňovat. Pokud některý z použitých prvků má nižší stupeň zabezpečení než ostatní prvky, určuje se stupeň zabezpečení dle něj – viz Tabulka 1. [3] [4] [5] [6]

Tabulka 1: Stupně zabezpečení ^[3]

Stupeň dle ČSN EN 50131-1 ed.2	Míra rizika	Typ narušitele, potřebné vybavení a znalosti
1	Nízké	Předpokládá se, že narušitelé mají malou znalost PZTS a mají k dispozici omezený sortiment běžně dostupných nástrojů.
2	Nízké až střední	Předpokládá se, že narušitelé mají určité znalosti o PZTS a používají základní sortiment nástrojů a přenosných přístrojů (např. multimetr).
3	Střední až vysoké	Předpokládá se, že narušitelé znají dobře PZTS a mají k dispozici úplný sortiment nástrojů a přenosných elektronických zařízení.
4	Vysoké riziko	Používá se tehdy, má-li kvalita zabezpečení prioritu před všemi ostatními hledisky. Předpokládá se, že narušitelé jsou schopni nebo mají možnost zpracovat podrobný plán vniknutí a mají kompletní sortiment zařízení včetně prostředků umožňujících nahradit rozhodující prvky v PZTS.

4.1. Funkce perimetrické ochrany

Perimetrická ochrana má tyto základní funkce. Jako první funkci má ochrana sloužit k odstranění narušitele. Je to tedy psychologické působení na narušitele tak, aby své počínání již v první fázi vzdal, a ani se nepokusil začít prolamovat do chráněného prostoru. Z tohoto důvodu je nutné, aby u návrhu perimetrické ochrany byl brán velký zřetel na konstrukci mechanických zábranných systémů, které z největší části právě tuto funkci odstrašování zajistí. Jestliže se i přesto pokusí narušitel vstoupit do chráněného prostoru, vstupuje na řadu funkce jeho odhalení. U této funkce perimetrické ochrany je nejdůležitější doba, která je ohraničena časem od začátku průlomu do samotné detekce narušitele. Detekce by měla nastat co nejdříve po vzniku ohrožení zabezpečené oblasti, aby nám tím zvýšila čas, který je nutný k reakci. Pokud by se pouze vědělo, že chráněný prostor je někde prolomen, tak by při rozsáhlých zabezpečovaných oblastech nebyla ochrana dostatečně účinná, a z tohoto důvodu je také nezbytné co nejpřesněji lokalizovat místo, kde k danému průlomu došlo. Poslední funkcí perimetrické ochrany je zdržení narušitele na tak dlouhou dobu, která je nezbytná k vyhodnocení poplachu a k samotnému provedení zásahu. Narušitelem rozumíme každou osobu, která vstupuje do chráněné oblasti neoprávněně.

[5] [7] [3] [8] [9] [10]

4.2. Hlavní znaky perimetrické ochrany

Hlavní znaky perimetrické ochrany jsou spolehlivost a ekonomická efektivnost, které jsou nezbytné pro stanovení toho, zda má vůbec smysl budovat perimetrickou ochranu. Dalším znakem může být výše provozních nákladů, vliv perimetrické ochrany na chod firmy, odolnost vůči klimatickým podmínkám. [5] [11] [3]

4.2.1. Spolehlivost

Spolehlivost perimetrické ochrany je daná mírou zranitelnosti tzv. úrovní odolnosti proti vnějším nebezpečím. Z toho plyne hlavně její schopnost správně detekovat narušení střežené oblasti, a s tím souvisí i četnost planých poplachů, které jsou způsobeny vnějšími vlivy, jako jsou vlnění travního porostu, pohyb listí, větví stromů a keřů, vibrace oplocení, proudění a síle větru, klimatickým podmínkám (sníh, déšť), pohybům zvířete a dopravního/civilizačního ruchu v blízkosti hranice pozemku. Tyto podněty nelze nikdy zcela eliminovat, a proto se musí při návrzích perimetrické ochrany a výběru vhodné detekční technologie s těmito vlivy počítat a pečlivě zvážit jednotlivé výhody a nevýhody navržených variant. Pro vytvoření spolehlivého zabezpečovacího systému musí být provedena pečlivá analýza objektu a jeho okolí, definovány předpokládané hrozby, zjištěna riziková místa objektu, správně provedena instalace systému, s jeho následným otestováním. [7] [3] [5] [6]

4.2.2. Ekonomická efektivnost

Nejdůležitějším znakem perimetrické ochrany je její ekonomická efektivnost. Ekonomická efektivnost je především daná velikostí předpokládaných finančních ztrát způsobených odcizením nebo poškozením movitých věcí a finančními náklady nutnými k pořízení perimetrické ochrany. [3]

$$\varepsilon = \frac{S}{I} * 100 [\%] \quad [4.1]$$

Kde:

ε – koeficient ekonomické efektivnosti [%]

S – maximální možné škody způsobené napadením objektu [Kč]

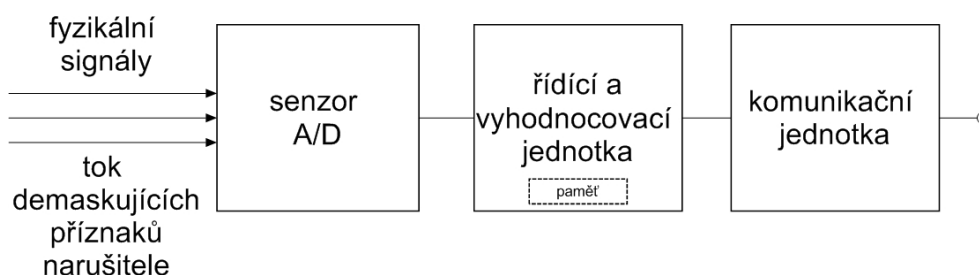
I – náklady spojené s instalací perimetrické ochrany [Kč]

Ze vzorce [4.1] plyne, že čím je koeficient ε vyšší, tím lépe jsou finanční náklady spojené s pořízením perimetrické ochrany využity.

4.3. Detektory perimetrické ochrany

Detektory jsou zařízení, která trvale sledují zabezpečený prostor a v případě jeho narušení ihned informují ústřednu. Tento úkol se v perimetrické ochraně provádí měřením všech dostupných fyzikálních a chemických veličin. Detektory se skládají ze senzoru, řídicí a vyhodnocovací jednotky, komunikační jednotky – viz Obr. 1. Existuje řada druhů detektorů, z nichž je každý detektor určen pro rozdílný druh ochrany chráněného pozemku. Detektory se také liší podle účelu nasazení a stupně důležitosti zabezpečení. Protože jsou detektory perimetrické ochrany instalovány ve venkovním prostředí, tak musí být jejich konstrukce schopna odolávat zhoršeným klimatickým podmínkám a mechanickému poškození. Z tohoto důvodu musí být kryty detektorů robustní, dokonale utěsněné a opatřené kontakty, zapojenými do zajišťovací smyčky. Je-li to pro jejich funkci nutné, jsou některé typy detektorů vybavené i vnitřním vyhříváním. Rovněž přívodní kabely v průchodkách musí být pečlivě utěsněny. [3] [5] [7] [11]

Obr. 1: Blokové schéma detektoru^[5]



Detektory řadíme do dvou základních skupin. První skupinou jsou pasivní detektory a druhou skupinou jsou aktivní detektory. Detektory lze řadit i podle různých jiných druhů kritérií, daných jak samotným jejich principem a způsobem činnosti, tak konstrukcí, způsobem napájení, detekční charakteristikou atd. [3] [5] [7]

4.3.1. Pasivní detektory

Detektory v této skupině nevytvářejí žádný zachytitelný signál, ale pouze reagují na fyzikální změny ve svém okolí. Jsou obtížně odhalitelné a mají nižší energetickou spotřebu než aktivní detektory. Do skupiny pasivních detektorů patří následující detekční technologie. [5] [3] [7]

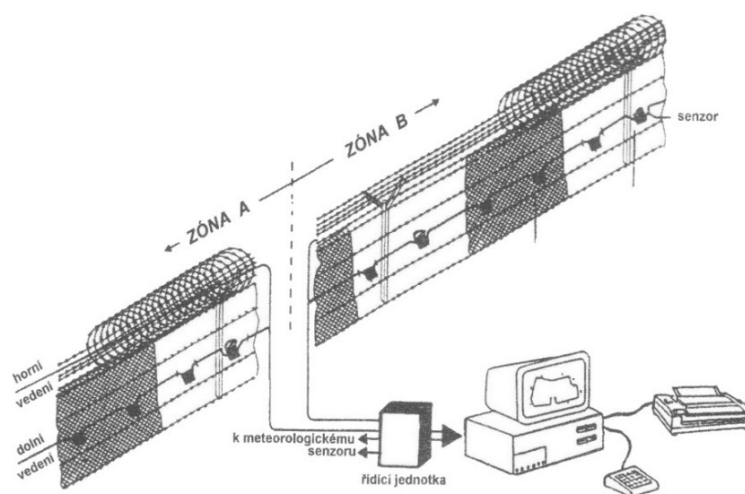
- Plotové vibrační detektory
- Plotové tenzometrické detektory
- Akcelerační detektory
- Mikrofonické kabely

- Diferenciální tlakové detektory
- Seismické detektory
- Detektory magnetických anomálií
- Vláknově optické systémy
- Pasivní infračervené detektory

4.3.1.1. Plotové vibrační detektory

Fungují na principu odrazu elektromagnetické vlny procházející vedením. Toto vedení je tvořené dvou vodičovým drátem s vibračními detektory. Do tohoto vedení jsou řídicí jednotkou posílány impulzní signály, které se následně odráží zpět do řídicí jednotky, kde jsou vyhodnocovány. Podle charakteru odražených impulzů je možné vyhodnocovat stav detekčního vedení. K vyhlášení poplachu dochází, pokud je zaznamenán stanovený počet poplachových podnětů v definovaném časovém intervalu v určitém rozsahu vzdálenosti. Spolehlivost systému lze zvýšit použitím meteorologické jednotky. Na (Obr. 2) je znázorněna samotná instalace plotových vibračních detektorů. [3] [5] [7]

Obr. 2: Schématické znázornění instalace plotových vibračních detektorů ^[3]



Vedení lze instalovat na různé typy oplocení (drátěný plot, mřížový plot...), které by mělo mít ochranu proti statické elektřině a bleskům. Délka obvodu chráněné oblasti je neomezená, ovšem oplocení musí být rozděleno do jednotlivých úseků o maximální délce 150 metrů. Funkčnost systému závisí na kvalitě provedené práce při stavbě oplocení, ve kterém nesmí docházet k samovolným vibracím na konci plotu a jiným mechanickým dějům. [5] [3] [7]

Pro zvýšení odolnosti proti překonání ochrany je nutné instalovat všechny zabezpečovací prvky z vnitřní strany oplocení – viz Obr. 3. [3] [5] [11] [7]

Obr. 3: Praktická realizace plotového vibračního detektoru ^[12]

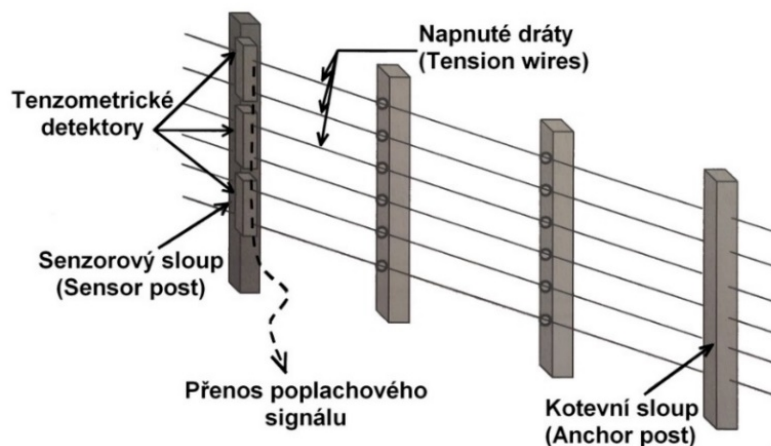


Výhodou tohoto systému je jednoduchost instalace, nízká pořizovací cena a možnost dodatečného rozšíření celého systému. Naopak nevýhodou je viditelnost některých instalovaných prvků, které nelze skrýt a také snadná možnost překonání ochrany. [3] [7] [5]

4.3.1.2. Plotové tenzometrické detektory

Systém kombinuje mechanickou a elektronickou ochranu. Elektronickou ochranou je myšleno vyhodnocování změny odporu, který je vyvolán tahovou diferencí (napnutí, přestřižení, roztažení) drátu, ke kterému je detektor pevně připojen. Na vyhodnocování změn v natažených drátech má vliv i časová konstanta, která eliminuje pomalé změny způsobené pomalou změnou teplot nebo usazováním námrazy, a tím snižuje počet falešných poplachů. Celková koncepce tenzometrického plotového systému – viz Obr. 4. [3] [5] [7]

Obr. 4: Koncepce tenzometrického plotového systému ^[5]



Mechanická ochrana je tvořena hladkými, ostnatými nebo žiletkovými dráty – viz Obr. 5. Tyto dráty tvoří dvojici o rozteči přibližně 10 cm a jsou neustále namáhány konstantní tahovou silou. Pokud by nastalo její vychýlení, které by překročilo stanovenou hranici, dojde k vyvolání poplachu. Drátová osnova je uchycena do kotevních sloupů a rozdělena na jednotlivé úseky. Uprostřed každého úseku je sensorový sloup, na kterém je pro každou dvojici drátů umístěn tenzometrický detektor, který vyhodnocuje změny tahového namáhání a převádí informaci na elektrický poplachový signál, který odesílá do ústředny. [3] [5] [7]

Obr. 5: Realizace tenzometrického detektoru ^[13]



Jelikož změna venkovní teploty ovlivňuje délku drátů a ta má následně vliv na velikost síly tahového namáhání, je nutné při vyhodnocování změn velikosti síly brát v potaz i dobu, po kterou k těmto změnám dochází, aby se tak snížilo riziko planých poplachů na nejnižší možnou míru. [5] [3] [7]

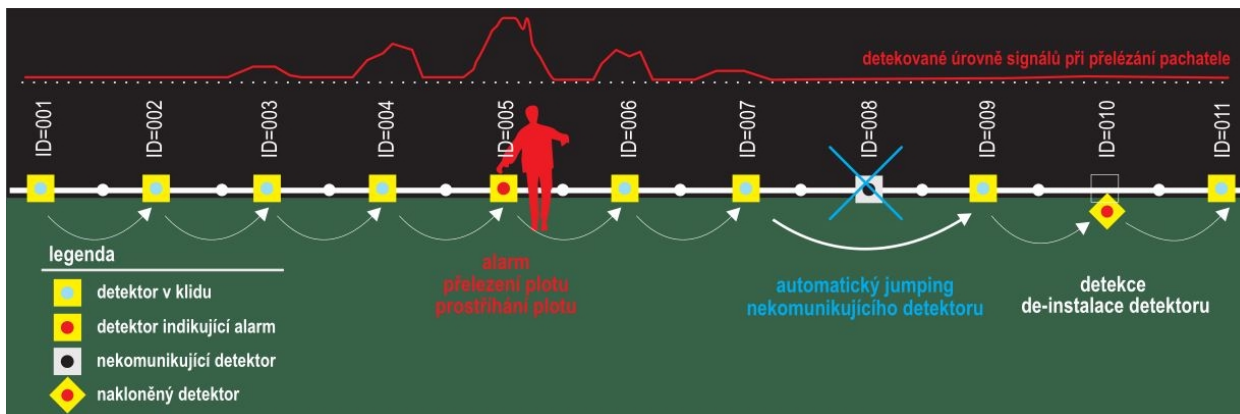
Výhodou této ochrany je spolehlivost, ovšem naproti tomu nevýhodou jsou větší investiční náklady způsobené nutným zajištěním stability nosné konstrukce a odolnosti proti korozi. [3] [7]

4.3.1.3. Akcelerační detektory RFID

Jsou jednou z nejnovějších technologií v oblasti perimetrického zabezpečení. Perimetr je střežen pomocí bezdrátových RFID (Radio-frequency identification) tagů, které jsou umístěny na oplocení, nebo jiném ohraničení zabezpečovaného pozemku. [5] [12]

RFID tagy snímají časové a dynamické změny své polohy, která se může měnit jen při mechanickém namáhání oplocení, ke kterému obvykle dochází při přilézání, prostřihávání, nebo naklonění plotu narušitelem. Princip detekce je zobrazen na (Obr. 6). [12]

Obr. 6: Princip funkce systému a detekce pachatele ^[12]



System se skládá z RFID tagů typu FLA (viz Obr. 7), dále alespoň z jedné monitorovací jednotky typu FLM a centrální jednotky typu FLU. Monitorovací jednotka FLM komunikuje s dvěma prvními a posledními detektory FLA a je kabelově propojena s centrální jednotkou FLU prostřednictvím sběrnice RS485, nebo sítě LAN. [5] [12]

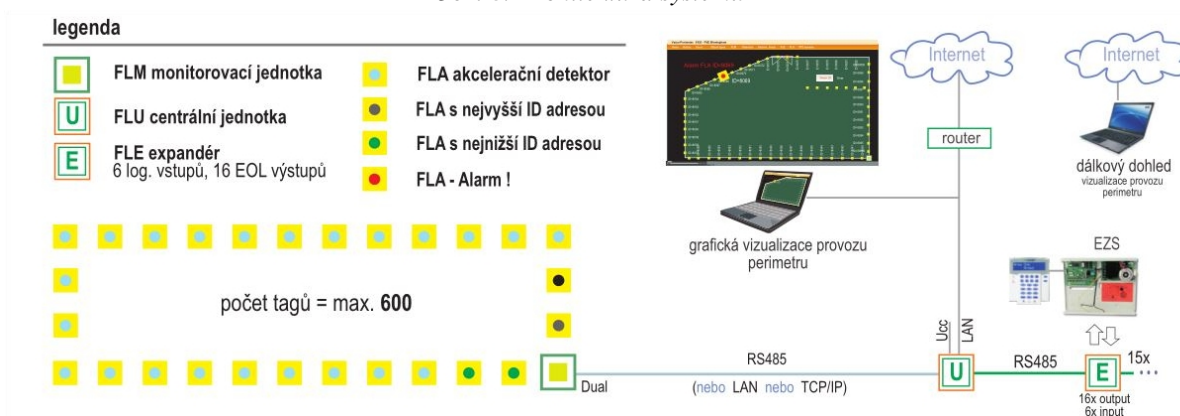
Obr. 7: FLA detektor umístěný na plotě ^[12]



RFID tagy dohromady tvoří RF kanál, kde může být maximálně 600 tagů – viz Obr. 8. Každý tag má svoje unikátní číslo, díky čemuž lze velmi přesně lokalizovat místo narušení perimetru.

[5] [12]

Obr. 8: Architektura systému^[12]

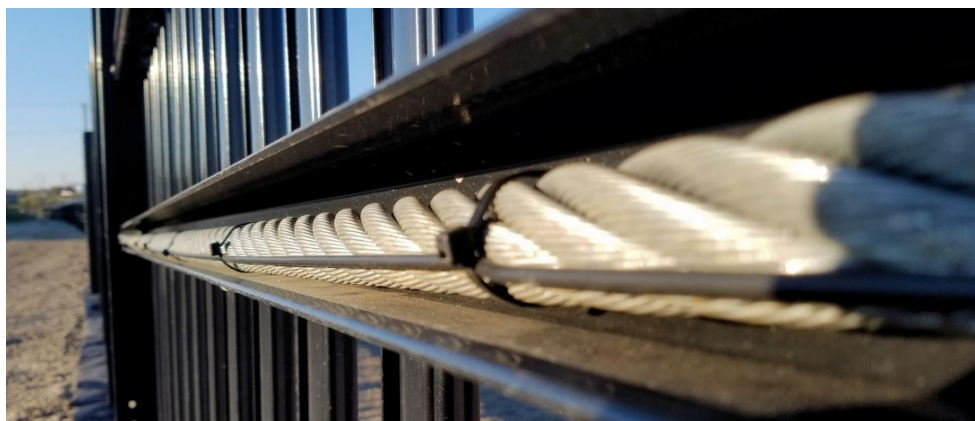


Informace od jednotlivých RFID tagů se zpracovávají paralelně, a proto je možné eliminovat plané poplachy způsobené větrem, deštěm a jinými klimatickými vlivy. Jednotlivé detektory obsahují tamper s detekcí odejmutí detektoru z montážní podložky, nebo navrtání víka narušitelem. Systém se několikrát denně automaticky kalibruje a přizpůsobuje se tak změnám v mechanické kvalitě oplocení. Napájení RFID tagů má na starost baterie, která je umístěna v každém detektoru a má minimální životnost 8 let. Výhodou je rychlá a snadná instalace a nízké nároky na údržbu. Nevýhodou jsou vysoké provozní náklady způsobené nutnou obměnou baterií v jednotlivých detektorech. [5] [12]

4.3.1.4. Mikrofonické kabely

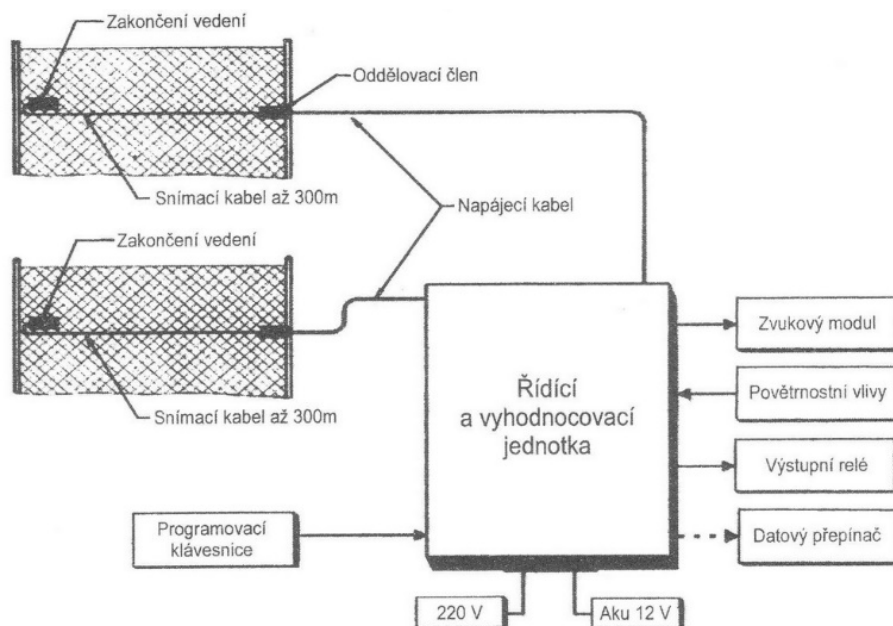
Mikrofonické kabely mají široké možnosti využití, jelikož je lze umístit na většinu typů mechanických zábranných systémů, jako jsou drátěné, svařované ploty, zdi apod. Používají se pro ochranu strategických vládních, vojenských oblastí a objektů s vysokým rizikem napadení. Připevněný mikrofonický kabel je zobrazen na (Obr. 9). [7] [5] [3] [11]

Obr. 9: Připevněný Mikrofonický kabel k oplocení^[13]



Detekce narušení spočívá v neustálém sledování deformačních projevů na chráněné ploše (např. plot), a to pomocí mikrofonických kabelů, které jsou vysoce citlivé na mechanické namáhání (pohyb, vibrace). Při jejich výskytu, vzniká na výstupu mikrofonického kabelu elektrický signál s průběhem charakterizujícím způsob namáhání. Tento signál je poté zpracován ve vyhodnocovací jednotce adaptivním algoritmem uloženým v EPROM paměti a následně procesorem analyzován možný způsob narušení (prostřihávání, přelézání, nebo nadzvedávání spodního okraje pletiva apod.) mechanického zábranného systému. Schéma znázorňující instalaci mikrofonického kabelu – viz Obr. 10. [7] [5] [3]

Obr. 10: Schématické znázornění instalace mikrofonických kabelů. [3]



Spolehlivost systému je ovlivňována vnějšími vlivy, jako jsou: silný déšť a vítr, krupobití, sněhová vánice, zvěř. Část těchto vlivů lze omezit připojením meteorologického senzoru sledujícího aktuální počasí, který v případě potřeby umožňuje přizpůsobovat citlivost vyhodnocovací jednotky, a tím zabránit falešným/planým poplachům. Délka jednoho chráněného úseku by neměla přesahovat délku 300 metrů. Lokalizovat místo narušení lze s odchylkou 3 metrů. [7] [3] [5]

Výhodou této detekční technologie je snadná a poměrně rychlá instalace, spolehlivost systému, možnost instalace systému v členitém terénu. Nevýhodou jsou viditelné detekční prvky. [7] [3]

4.3.1.5. Diferenciální tlakové detektory

Základním prvkem toho systému jsou po celém obvodu chráněné oblasti paralelně položené pružné hadice, které jsou uloženy pod zem do hloubky 10-30 cm, zpravidla do lože z jemného materiálu (viz Obr. 11), aby se tak předešlo jejich poškození ostrými předměty. Zdvojením hadic se snižuje riziko spuštění falešného poplachu způsobeného vzdálenými, ale přesto silnými vnějšími vlivy od silniční, železniční a letecké dopravy, které působí o stejně velké tlakové síle jak na vnější, tak vnitřní měrný okruh detektoru, čímž dojde k minimální, nebo nulové hodnotě výsledného rozdílu tlaku a vyhodnocovací jednotka se jím dále nezabývá. [3] [7] [5]

Obr. 11: Položené tlakové hadice ^[15]



Vzdálenost mezi hadicemi je přibližně 1 – 1,5 metru, hadice jsou natlakované na 250–300 kPa nemrznoucí kapalinou a slouží jako prostředí pro přenos změn tlaku, vyvolaného vnějším podnětem z jejich okolí. Rozdíl tlaků se poté porovná ve vyhodnocovací jednotce (Obr. 12), a ta je převede na elektrický impulz. Pro optimální citlivost je maximální možná délka jednoho úseku 100 metrů, a pokud je vyhodnocovací jednotka uložena do středu, lze vytvořit úsek 2 x 100 metrů. [7] [3] [5]

Obr. 12: Vyhodnocovací jednotka ^[15]



Při výstavbě systému v hustě zalesněných oblastech je nutné počítat s vícenáklady, které vzniknou v důsledku vysokého výskytu kořenů stromů. Výhodou tohoto perimetrického systému je schopnost kopírování členitého terénu. Další výhodou je možnost skrytí celého systému a zároveň to, že systém není nijak rušen elektrickým, nebo elektromagnetickým polem. Nevýhodou systému jsou velmi vysoké pořizovací náklady a také náklady provozní. [7] [3] [5]

4.3.1.6. Seismické detektory

Seismické detektory jsou nasazovány hlavně při použití perimetrické ochrany ve volném terénu. Detekci narušení obstarávají ve většině případů velmi citlivé mikrofony (Obr. 13), které jsou upevněny ve vodotěsných držácích pod povrchem terénu v hloubce okolo 50 cm. Jednotlivé mikrofony jsou vzájemně propojeny s vyhodnocovací jednotkou a vzdálenost mezi nimi činí přibližně 50 – 100 metrů. Vyhodnocovací jednotka porovnává zaregistrované půdní otřesy s klidovým stavem. Jakmile je přesáhnuta stanovená hodnota a identifikovaný původce otřesů (pohybující se živočich, projíždějící dopravní prostředek, nebo pohyb vegetace) je v případě nebezpečí vyhlášen poplach. Ve světě se používají speciální provedení těchto detektorů, které umožňují operativní nasazení v nebezpečných lokalitách. Přenos poplachového signálu je u tohoto typu detektorů zabezpečen rádiovým signálem. [3] [5]

Obr. 13: Seismické detektory ^[15]



Seismické detektory mají výhodu v tom, že jsou zcela skryty a lze pomocí nich akusticky odposlouchávat. Nevýhoda je opět ve vysokých pořizovacích nákladech. [3] [5]

4.3.1.7. Detektory magnetických anomálií

U tohoto typu perimetrické ochrany se využívá anomálií v magnetickém poli Země. Anomálie (změny magnetického toku ve smyčce snímače) vznikají při pohybu feromagnetických materiálů. Jako snímače lze použít desky, tyče nebo snímací kabely (Obr. 14), které jsou uloženy do země pod libovolný terén například: dopravní komunikace, vodní toky apod. [3]

Obr. 14: Položení snímacích kabelů ^[13]



Změny magnetického toku ve smyčkách vyvolávají vznik malých proudů, které jsou detekovány a zesíleny. Smyčku většinou tvoří jednotlivé závitů pancéřového kabelu, kde je nutný sudý počet závitů, který vyrovnává proudy tekoucí ve smyčce. Velikost jednoho závitů smyčky je optimalizována pro maximální citlivost na rozměr 1 – 1,5 m šířky a 1,5 – 10 m délky. Celková délka smyčky může být až 500 m. Při vzájemném překrytí ramen smyček je tento systém schopen kromě klasické detekce narušení chráněné oblasti určit i směr pohybu narušitele. [3]

System je natolik citlivý, že detekuje přítomnost nepatrných kovových předmětů a zároveň je velmi odolný proti planým poplachům, které by způsobila bloudící zvěř, ptactvo, nebo klimatické vlivy (déšť, silný vítr, mlha, sníh apod.), se kterými mají jiné systémy potíže. Problémy ovšem způsobují rušivé geomagnetické, atmosférické a jiné vlivy, které se vyskytují v náročném prostředí. Pro jejich odstranění se používá blokovácí jednotka, která na potřebnou dobu vyřadí části systému z činnosti, oznámí to obsluze a zabrání tak vyhlášení falešného poplachu. Tyto detektory vynikají svou vysokou spolehlivostí a mohou být použity i pro nejrizikovější skupiny objektů jako jsou: jaderné elektrárny, petrochemické závody, sklady PHM (pohonné hmoty a maziva), armádní základny, letiště. [3]

4.3.1.8. Vláknové optické systémy

Jako detekční prvek slouží telekomunikační optický kabel, ve kterém se mohou šířit elektromagnetické vlny (infračervené záření). Po obvodu chráněné oblasti je tímto kabelem vytvořena zabezpečovací smyčka, do které je z obou konců vysíláno infračervené záření, a tím dochází k interferenci, díky které optický kabel pracuje jako velmi citlivý snímač mechanických projevů (tlak, vibrace, ohyb a přerušování). Optický kabel může být dlouhý až 100 km [12], je elektricky nevodivý, není sám sobě zdrojem rušení a nereaguje na elektromagnetické rušení. Tato technologie velice přesně vytýčí místo průniku narušitele a při použití dvou optických kabelů je schopna určit rychlost i směr pohybu objektu, a tím pomoci rozlišit, zda se v chráněné oblasti pohybuje zvíře nebo člověk. Realizace vláknové optického systému – viz Obr. 15. [3] [5]

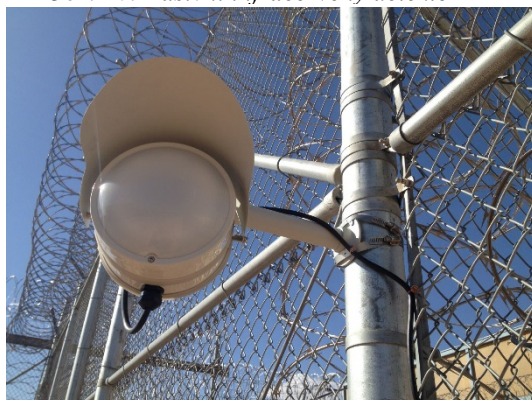
Obr. 15: Realizace ochrany perimetru pomocí Vláknové optického systému ^[13]



4.3.1.9. Pasivní infračervené detektory

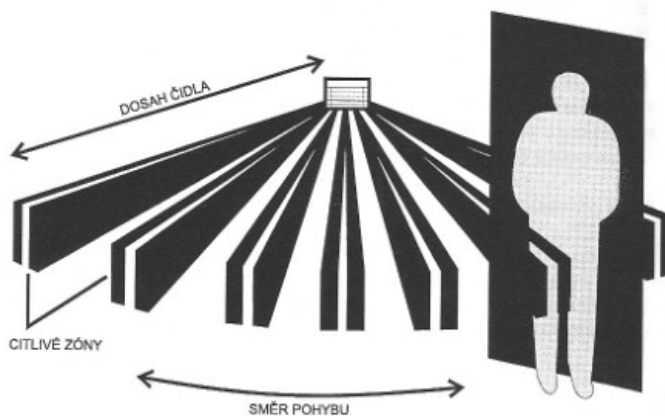
Prakticky všechna tělesa na planetě Zemi vyzařují infračervené záření. Tato skutečnost se využívá při zabezpečení obvodu objektu pomocí pasivních infračervených detektorů (PIR – Passive Infrared Receiver). Tyto detektory (Obr. 16) v sobě mají zabudovaný pyroelektrický snímač, který ve svém zorném poli snímá změny dopadajícího záření způsobené pohybem těles s odlišnou teplotou od teploty okolního prostředí. Detekce narušení funguje nejlépe při tangenciálním pohybu (Obr. 17) na osu detektoru. Při radiálním pohybu je silně utlumená. [5] [7] [3]

Obr. 16: Pasivní infračervený detektor ^[13]



Pyroelektrický snímač je umístěn v kovovém, nebo plastovém pouzdře s průhledovým otvorem, které na snímač propouští infračervené záření. V pouzdře je vždy minimálně jeden senzor, ale používají se i dva (dual), nebo čtyři (quadro) senzory. Tím lze dosáhnout vyšší odolnosti vůči falešným poplachům, způsobených prouděním vzduchu, slunečním zářením, světly automobilů apod. Rozdělením sledovaného prostoru do více zón zvyšujeme úspěšnost detekce narušení. Optiku těchto detektorů tvoří soustava fresnelových čoček, nebo členěná lomená zrcadla. Fresnelovy čočky jsou nejpoužívanějším typem optiky a jsou umístěné do pouzdra tak, aby byl pyroelektrický snímač umístěn přímo v ohnisku čočky. Vyrábí se převážně z plastů, takže jejich výroba je jednoduchá a levná. Členěná lomená zrcadla mají lepší optické vlastnosti, jsou ovšem oproti Fresnelovým čočkám dražší. U venkovních PIR detektorů se používají nejvíce čočky typu „záclona“, které zúží zorné pole detektoru a zvýší jeho dohled. Efektivní dosah detektorů činí 50–150 m, ovšem fyzikálně není dosah nijak omezen. Je tedy vhodné instalovat detektory tak, aby nebyly schopné vidět za hranici střeženého prostoru. [5] [7] [3]

Obr. 17: Princip zachycení pohybu PIR detektorem ^[7]



4.3.2. Aktivní detektory

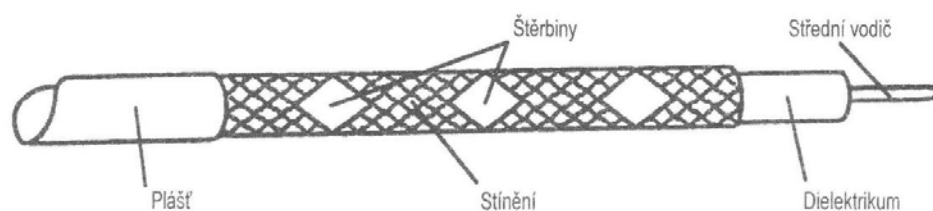
Aktivní detektory perimetrické ochrany během svojí činnosti vyzařují elektromagnetické, nebo akustické vlny, a tím ovlivňují svoje okolí. Výhodou tohoto typu detektorů je jednoznačnost snímaných fyzikálních projevů narušení, například: změna kmitočtu signálu odraženého od těla narušitele. Jejich nevýhodou je vyšší energetická náročnost a snadná lokalizace umístění, díky které je narušitel schopen určit mrtvé zóny. [3] [5] [7]

- Štěrbinové kabely
- Infračervené závory a bariery
- Aktivní infračervené detektory
- Laserové závory a radiolokátory
- Mikrovlonné bariéry
- Duální detektory
- Mikrovlonné-infračervené bariery
- Kapacitní detektory
- Reflexní detektory dynamických změn elektrického pole

4.3.2.1. Štěrbinové kabely

Detekčním prvkem tohoto systému jsou zpravidla dva paralelně položené koaxiální kabely, které mohou být v jednom ochranném obale a tvořit tak jeden kabel, nebo každý kabel je položen samostatně. Kabely je možné položit nad, nebo pod povrch Země. Ve stínění kabelů jsou přesně definované otvory (Obr. 18) neboli „štěrbiny“ (kosočtvercového tvaru), kterými jeden kabel vyzařuje vysokofrekvenční signál a druhý paralelně položený kabel jej přijímá. Vyzařováním vytvořené elektromagnetické pole zasahuje nad i pod povrch země a jeho velikost závisí na vzdálenosti mezi kabely a hloubce jejich uložení. Pohyb cizího tělesa v elektromagnetickém poli vyvolá pokles amplitudy a změnu velikosti přijímaného signálu, a tím zapříčiní vznik poplachového signálu. Délka jednoho úseku může být až 200 m. Výhodou tohoto systému je možnost skryté instalace, kopírování terénu výškově i půdorysně. Nevýhody jsou zvýšené pořizovací náklady z důvodu zemních prací a zhoršení spolehlivosti systému v zimním období z důvodu vyššího výskytu kaluží. [3] [7] [5]

Obr. 18: Zobrazení a popis kabelu ^[3]



4.3.2.2. Infračervené detektory

Infračervené závory (Obr. 19) a bariery jsou nejrozšířenější druhem venkovních perimetrických detektorů. Dělí se na dvě velké samostatné skupiny podle technického provedení. [3] [7] [5]

Infračervené závory

Systém je tvořen vysílačem a přijímačem. Vysílač vysílá kódovaný infračervený paprsek prostřednictvím optického systému, složeného ze speciálních čoček směrem k protějšímu přijímači. Přijímač nepřetržitě informuje řídicí jednotku o svém aktuálním stavu. Ta přijatou informaci vyhodnocuje a dle nastavené citlivosti vyhlašuje poplach v případě, že dojde k přerušení jednoho, nebo více paprsků. Vzhledem k možnosti vzniku orosení, vlhkosti, nebo námrazy na vnější straně infrazávory, mají některé typy závor dovybavení v podobě vnitřního vyhřívání. Vzdálenost mezi závorami může být až 250 m, nicméně efektivní dosah je 100 – 150 m. [3] [5] [7]

Obr. 19: Infračervená závora ^[16]



Výhodou infračervených závor oproti jiným systémům je jejich pořizovací cena. Nevýhodou je nutnost instalace na zcela rovný terén mezi vysílačem a přijímačem, velký počet vnějších vlivů (přímý sluneční svit, mlha, padající sníh), které negativně ovlivňují spolehlivé fungování systému. [3] [5] [7]

Infračervené bariery

Bariery pracují na stejném principu jako infrazávory. Rozdíl je v počtu vysílaných infračervených paprsků, které svým počtem a rozložením tvoří neprostupnou bariéru. Systém tvoří dvojice sloupků, ze které je jeden sloupek vybaven určitým počtem vysílačů a druhý sloupek stejným počtem přijímačů. Krytí optiky sloupků je vyrobené z neprůhledného materiálu, čímž je zabráněno rozpoznání jednotlivých součástí bariéry. Jednotlivé sloupky jsou vybaveny vnitřním vyhříváním, aby tak nedocházelo k orosení optiky a pronikání vlhkosti z vnější strany. Efektivní vzdálenost mezi sloupky činí 50 – 150 m. Na (Obr. 20) je zobrazen jeden sloup infračervené bariéry. [3] [5] [7]

Obr. 20: Infračervená bariéra ^[17]



Výhody jsou víceméně stejné jako u infračervených závor, tedy nízká cena a snadná instalace. Nevýhody jsou také stejné jako u infračervených závor: podmínka instalace – rovný terén, vysoký počet vnějších vlivů, které negativně ovlivňují spolehlivost systému (přímý sluneční svit, vzrostlá vegetace, padající sníh) [3] [5] [7]

4.3.2.3. Laserové závory

Laserové závory (Obr. 6) fungují na obdobném principu jako infračervené závory. Systém tvoří vysílač a přijímač, který vyhodnocuje a signalizuje přerušování neviditelného laserového záření o vlnové délce 850 nm vyzařovaného z vysílače. Tento systém oproti infračerveným bariérám daleko lépe odolává vnějším klimatickým jevům (mlha, sníh, prach, déšť atd.) díky jeho značné

rezervě v citlivosti a použité modulaci přenosového kanálu. Je vysoce spolehlivý a slouží k zabezpečení dlouhých hranic objektů, koridorů. Dosah v přehledném terénu je maximálně 1 km. [5] [3]

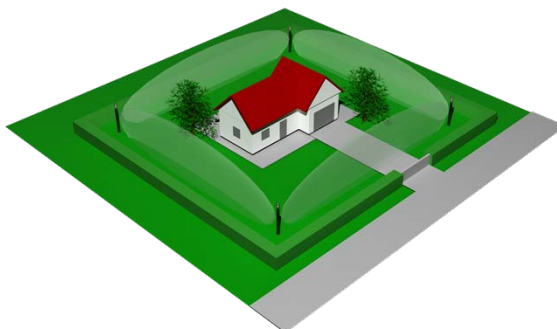
Obr. 21: Laserový plošný detektor^[17]



4.3.2.4. Mikrovlnné závory (bariery)

Perimetrická ochrana je zde tvořena odděleným mikrovlnným vysílačem a přijímačem. Vysílač vytváří směrem k přijímači vysokofrekvenční elektromagnetické pole (Obr. 22) tvarované do svazku pomocí antén. Mikrovlnné (MW – Microwave) závory běžně pracují na kmitočtu 2,5 – 15 GHz. Vnik narušitele do detekční zóny způsobí porušení elektromagnetického pole. Tato změna je detekována a následně vyhodnocována přijímačem. Pro zvýšení odolnosti proti rušení cizími zdroji elektromagnetického vlnění je mikrovlnný svazek modulován. [5] [3]

Obr. 22: Rozmístění MW detektorů^[18]



Typický tvar mikrovlnného svazku je rotační elipsoid s výrazným poměrem velké a malé osy. Tento poměr vzrůstá se zvětšováním vzdálenosti mezi vysílačem a přijímačem. Vyzařovací diagram detektoru má tedy doutníkový tvar. Při instalaci je nutné dodržení správné výšky detektoru nad zemí, aby nebylo možné se pod daným úsekem podplazit a dále by zde neměly být terénní vlny, které by mohly umožnit případný nezpozorovatelný průnik. V oblasti detekční zóny by neměla být žádná vysoká vegetace, větve stromů a pohybující se předměty. Výhodou

mikrovlnných barier je jejich dosah 200 až 300 metrů a relativní imunita vůči povětrnostním vlivům. [5] [7] [3]

Obr. 23: MW detektor^[18]

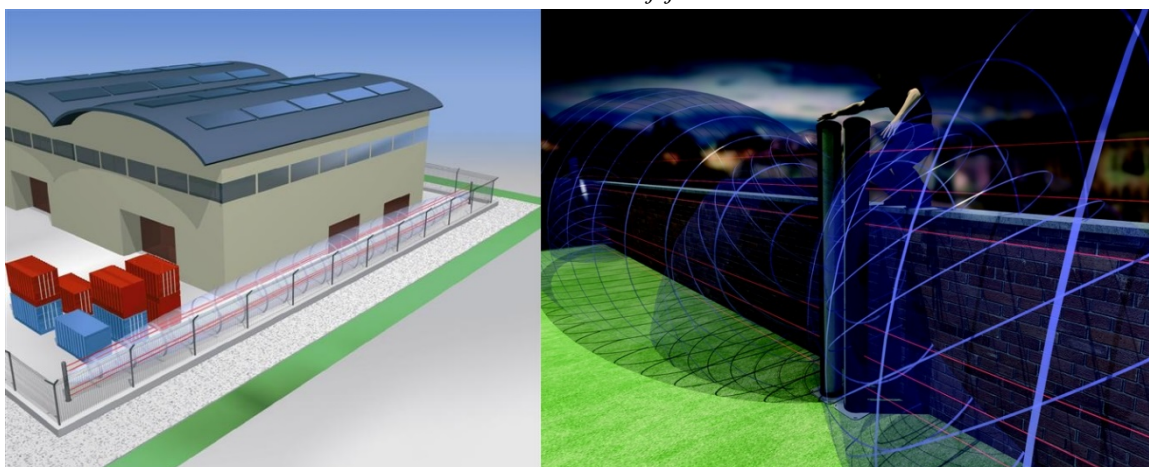


MW detektory (Obr. 23) mohou být umístěné jak na konstrukcích pro ně určených, tak i na stativech, čímž se stávají mobilními. Jsou velmi vhodné pro rozmístění ke střežení rozsáhlých udržovaných ploch, kterými jsou např. letiště, kde lze popř. využít právě mobilní varianty těchto bariér s radiovým přenosem poplachu a napájením pomocí baterií, zvláště pro operativní zajištění stojánek letounů apod. [3] [5] [7]

4.3.2.5. Mikrovlnné-infračervené bariery

Tento systém perimetrické ochrany (Obr. 24) používá, jak už název napovídá, dvě detekční technologie. Obě detekční technologie jsou instalovány na dva protilehlé sloupky, mezi kterými může být vzdálenost až 150 m. Vyhodnocení signálu se provádí za použití speciálního algoritmu, díky kterému je riziko planých poplachů redukováno na minimum. [5] [3] [7]

Obr. 24: Rozmístění MW-IR bariér a jejich detekční oblast^[19]



Mikrovlnná část systému

Jako u MW závor má detekční pole tvar doutníku a vzniká mezi vysílačem a přijímačem. Kvůli svým prostorovým rozměrům ve většině případů zachytí jako první pokus o narušení chráněné oblasti. Intenzita pole samozřejmě jde regulovat a tím dochází ke změně jeho šířky. [3] [5]

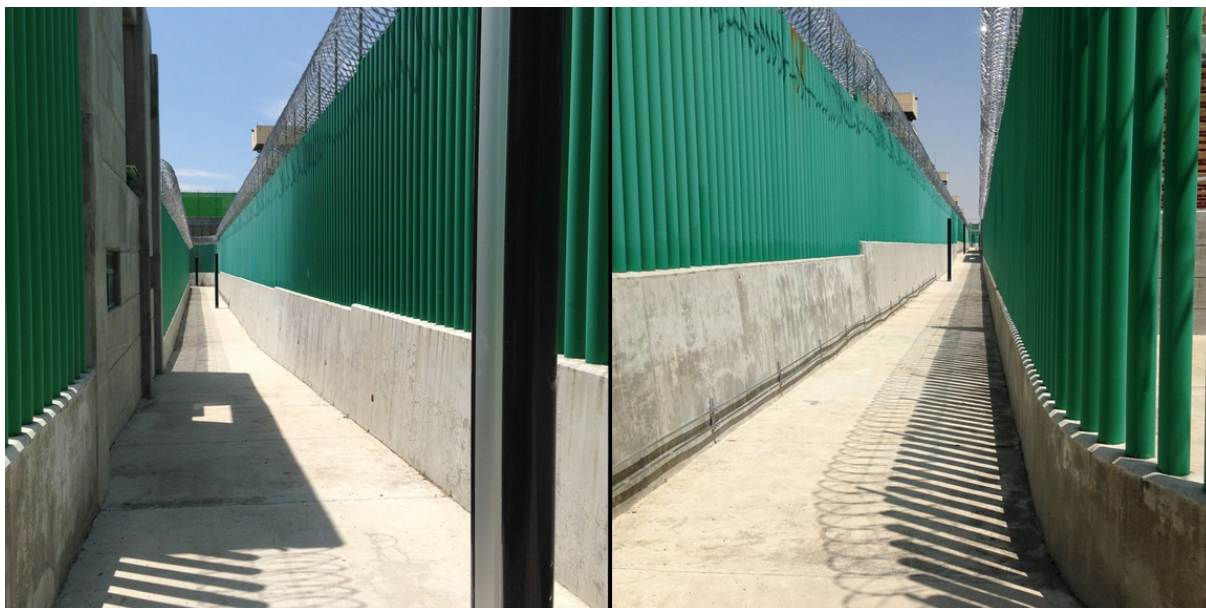
Infračervená část systému

Infračervenou část systému tvoří vysílač, který vysílá modulovaný infračervený paprsek a přijímač, který jej přijímá a vyhodnocuje. Vysílací paprsek se skládá ze čtveřice paprsků z důvodu zvýšených požadavků na spolehlivost systému. Oproti běžným infračerveným závorám je již přijímač zcela imunní vůči slunečnímu světlu. [3] [5]

Výhodou těchto kombinovaných bariér je nízký počet planých poplachů způsobených vnějšími vlivy. Toho je dosaženo použitím dvou detekčních technologií, mezi sebou nezávislým způsobem přijímání a zpracování signálů z MW a (IR – infrared) části systému, použitím časového okna. [3] [5]

K vyhlášení poplachu tak dochází až po analýze signálů z obou částí a při splnění podmínky, která stanovuje dobu, ve které musí dojít k zaznamenání narušení oběma detekčními systémy. Vyhodnocovací algoritmus je navrhnut podle dlouhodobého testování při reálných venkovních podmínkách. Mikrovlnné-infračervené bariery lze použít v objektech se stupněm zabezpečení 3,4 a jsou ideální technologií ochrany perimetru v rozsáhlých průmyslových objektech, vojenských civilních oblastech. Na (Obr. 25) je zobrazená realizovaná perimetrická ochrana, kterou tvoří Mikrovlnné-infračervené bariery a masivní mechanický zábranný systém. [3] [5]

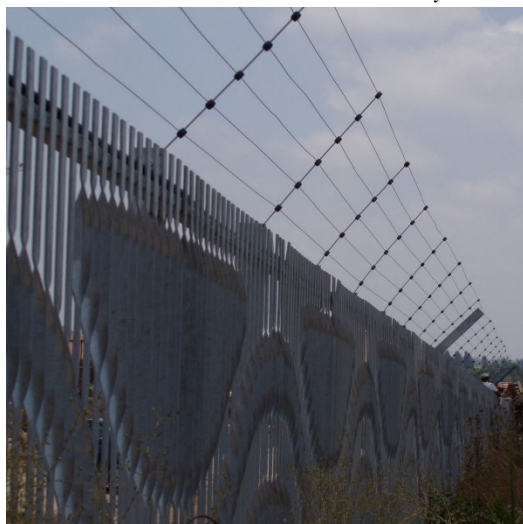
Obr. 25: Realizované Mikrovlnné-infračervené bariery ^[19]



4.3.2.6. Kapacitní detektory

Kapacitní detektory se ve většině případů kombinují s jiným druhem detekční technologie za účelem vytvoření systému spoléhajícího na více detekčních prvků. Důvodem k tomu je velký výskyt planých poplachů způsobených klimatickými změnami (déšť, sníh, mlha) při použití samotných kapacitních detektorů. Kapacitní detektor tvoří osnova (Obr. 26), která je složená z více samostatných drátů a je umístěná na horním konci oplocení, zdi, terasy, střechy. [3] [5]

Obr. 26: Realizace drátové osnovy^[13]



Osnova spolu s vodivou částí stavby, nebo umělou protiváhou vytváří kapacitní pole. Na osnovu je připojen vstup úsekové jednotky, který vyhodnocuje a zpracovává změny kapacity pole. Ke změně dochází vložením jakéhokoliv předmětu do elektrostatického pole ať již úmyslným, nebo náhodným přerušením drátové osnovy. Pokud k něčemu takovému dojde je informace o narušení předána do ústředny, která vyhlásí poplach. Při nastavení nejnižší citlivosti pracuje toto čidlo jako dotykové. [3] [5]

Jak už bylo řečeno na začátku, hlavní nevýhodou kapacitních čidel pro perimetrickou ochranu je jejich náchylnost k planým poplachům způsobených klimatickými podmínkami a v případě umístění osnovy na vrchol zdi, plotů může plané poplachu způsobovat i ptactvo (vrány, havrani). Z toho důvodu jsou kapacitní čidla v těchto případech doplňována mikrovlnnými, nebo infračervenými bariérami umístěnými vně objektu. Pro vyhlášení poplachu je nutno aktivovat obě technologie současně, nebo ve velmi krátkém časovém rozpětí. [3] [8]

5. Praktická část práce

Konkrétním obsahem praktické části bakalářské práce je vypracovaný projekt zabezpečení areálu firmy Kranimex s.r.o.. Projekt se skládá z bezpečnostní analýzy objektu, která se zabývá několika kritérii ohrožení a na této analýze jsou pak vytvořeny návrhy vhodného zabezpečení areálu firmy za pomoci perimetrické ochrany. Jednotlivé návrhy jsou mezi sebou porovnány a na tomto základě je pak vybrána neoptimálnější varianta.

5.1. Zadání a činnost firmy

Zadavatel si přeje zabezpečit tento objekt z důvodů, kterým je častý neoprávněný vstup cizích osob na pozemek, kdy dochází k opakovanému poškozování elektroinstalace, vybavení strojoven na stavebních zařízeních umístěných vně areálu. Firma se zabývá stavbou, pronájmem věžových jeřábů, dále servisem a prodejem betonářské techniky, a tak pro její činnost je samozřejmostí velký areál sloužící jako místo pro nevyužívané stavební stroje. Vzhledem k této skutečnosti a k důvodům výše uvedeným, lze zabezpečit objekt jedině pomocí perimetrické ochrany.

5.2. Bezpečnostní analýza objektu

Firma sídlí v Praze 9 – Kyje, ulice Nedokončená. Z jihu je areál obklopen několika budovami, které slouží jako sklady pro zboží pocházející z Asie. Na severní straně areálu firmy se nachází společnost EUROVIA CS, a.s., a opuštěná budova, kterou obývají lidé bez domova. Na východní straně areálu se nalézá hlavní a jediný vchod do firmy, kterým se vstupuje do areálu z ulice Nedokončená.

Areál (Obr. 27) je hodnocen jako objekt s nízkými až středními riziky tedy podle ČSN EN 50131-1 ed.2 patří do druhého stupně zabezpečení.

Obr. 27: Areál firmy ^[20]



5.2.1. Popis chráněného objektu

Areál firmy se rozkládá na ploše 14 526 m² a celkový obvod areálu je 716 m. Plocha areálu je zpevněná a velkou část z ní pokrývají betonové panely. V přední části areálu (Obr. 28) stojí budova sloužící jako ředitelství, sklad, dílna pro zaměstnance firmy. Dále je zde parkoviště pro zaměstnance a firemní automobily. Ve střední části areálu (Obr. 28) jsou rozmístěny betonové závaží, věžové díly, kabiny, strojovny, výložníky a kotevní díly jeřábů. V zadní části areálu (Obr. 28) jsou skladovány pracovní plošiny a stavební výtahy HEK.

Obr. 28: Rozdělení areálu ^[20]



5.2.2. Provozní režim a stávající zabezpečení objektu

Ohraničení areálu tvoří nový plot – o výšce 2 m, délce pole 2,5 m a průměru drátu 5 mm. Vjezd do areálu střeží dvoukřídlá brána a za ní umístěná závora. Brána se otevírá a zavírá pouze při prvním vstupu do areálu a zavírá při posledním odchodu. Během pracovního doby tedy slouží k zamezení vstupu osob do areálu pouze závora. Vjezd areálu během pracovní doby nikdo nehlídá, a proto může vstoupit do areálu kdokoli bez vědomí zaměstnanců firmy. Klíče od brány má každý zaměstnanec. Závora lze ovládat osobním ovladačem, který mají v držení všichni zaměstnanci, anebo lze použít ovladač umístěný v přízemí/ prvním patře budovy. První vstup do areálu je obvykle okolo 6 hodiny ránní a odchod okolo 5 hodiny odpolední. Jsou ovšem i výjimky podle potřeb fungování firmy. Během pracovní doby kromě zaměstnanců firmy do areálu vjíždí kamiony přivážející, nebo odvázející jednotlivé díly jeřábů. Rozložené jeřáby jsou skladovány podle typu a volného místa v areálu.

5.2.3. Historie krádeží

Ve firmě došlo k opakovanému odcizení částí elektroinstalace ze strojoven a kabin věžových jeřábů. V počtu průměrně 5 krádeží ročně. Rozsah škod na majetku byl vyčíslen v průměru 45 tisíc korun na jednu krádež. Při krádežích dále došlo k poničení dalších prvků na stavebních zařízeních, a tím ke zvýšení škody na majetku. Opravy jedné strojovny, kabiny jeřábu trvá přibližně jeden měsíc. Po tuto dobu není věžový jeřáb možné nasadit na zakázku a vzniká ušlý zisk v řádu desítek tisíc korun. Způsoby vloupání do areálu firmy byly ve všech případech stejné, a to rozstříhání, nebo přezení plotu v zadní či střední části areálu firmy.

5.2.4. Popis nebezpečí a možné způsoby napadení objektu

Hlavním nebezpečím pro chráněný objekt představují lidé bez domova, dále narušitelé, kteří se vyskytují v nedaleké opuštěné budově a mají tak nejblíže k zabezpečenému objektu. Na základě historie krádeží a sociálního statusu narušitelů lze předpokládat pokusy o překonání plotu v zadní-střední části areálu, a to za pomoci jednoduchých nástrojů. Předpokládá se, že narušitelé mají minimálně určitou znalost PZTS ochrany. Až na drobné krádeže (toaletní papír, barvy) nejsou krádeže způsobené zaměstnanci firmy zjištěny.

5.2.5. Přehled zranitelných míst

Nejzranitelnější část oplocení chráněného objektu je na obrázku vyznačena červenou barvou (Obr. 29). Chráněný objekt je nejvíce zranitelný v těchto místech z důvodu malé vzdálenosti od opuštěné budovy obývané lidmi bez domova, kteří jsou vyhodnoceni jako možné nebezpečí. Další faktor, který zvyšuje jeho zranitelnost je jeho odlehlost od míst, kde se běžně pohybují lidé. V těchto místech také firma nesousedí s okolními objekty, a proto narušitel může překonat pouze jeden plot, a tím se dostat do areálu. Zbytek oplocení je mezi chráněným areálem a okolními objekty, anebo směrem k frekventované silnici, kde hrozba vniknutí už není na tak vysoké úrovni.

Obr. 29: Zranitelná místa



5.3. Návrh perimetrického ochranného systému

Při návrhu perimetrického ochranného systému je nutné zjistit jaké jsou dostupné detekční technologie na trhu a jestli se mohou tyto technologie aplikovat na konkrétní projekt. U tohoto projektu byla ochrana objektu pomocí infrabariér vyhodnocena jako neproveditelná z důvodů: zmenšení velikosti skladovací plochy areálu, nepravidelného tvaru hranic pozemku. Ochrana objektu pomocí mikrovlnných bariér byla zamítnuta z důvodu odrazu mikrovln od kovových částí dílů věžových jeřábů, které by zapříčinily zhoršení spolehlivosti systému.

5.3.1. Varianta I.

Ve variantě jedna zabezpečíme areál pomocí mikrofonickeho kabelu, který bude připevněn na oplocení areálu po 30 cm elektrikařskou páskou, a to ve výšce 1 m nad zemí. Jelikož je obvod areálu necelých 720 m bude nutné použít dvě vyhodnocovací jednotky typu FP 300, FP 600 a tři zakončovací moduly typu FP END. Vjezd do areálu hlídá duální PIR-MW detektor Soutdoor, který má čočku typu záclona.

Stíněný kabel propojující ústřednu a vyhodnocovací jednotku FP 600 povede po vyznačené trase (viz Obr. 31), kde v části trasy mezi budovou a vyhodnocovací jednotkou bude kabel umístěn do dvouplášťové korugované chráničky, která bude položena v zemi v přibližné hloubce 40 cm. Takto navržený perimetrický ochranný systém splňuje 3 stupeň zabezpečení – viz Tabulka 1. Ceny jednotlivých prvků perimetrické ochrany a ceny za jednotlivé pracovní úkony byly převzaty od firem působících v konkrétním oboru. Firmy nechtějí být v bakalářské práci jmenovány.

Tabulka 2: Cenový rozpočet pro Variantu I.

Popis:	Měrná jednotka:	Cena za MJ:	Cena celkem:
FP 300 – vyhodnocovací jednotka	1 ks	20 443 Kč/ks	20 443 Kč
FP 600 – vyhodnocovací jednotka	1 ks	31 943 Kč/ks	31 943 Kč
FP END – zakončovací modul	3 ks	999 Kč/ks	2 997 Kč
FP DK – detekční kabel	740 m	99 Kč/m	73 260 Kč
stahovací páska (100ks v balení)	25 balení	66 Kč/ bal	1 650 Kč
detektor Soutdoor	1 ks	2 288 Kč/ ks	2 288 Kč
držák k detektoru	1 ks	253 Kč/ ks	253 Kč
stíněný kabel (6 žil, průměr drátu 0,5mm)	85 m	8,23 Kč/m	823 Kč
dvouplášťová korugovaná chránička	42 m	13 Kč/m	582 Kč
zemní práce pro umístění chráničky	x	7 100 Kč	7 100 Kč
montáž a seřízení systému	190 h	500 Kč/1h	95 000 Kč
		Celková cena:	236 339 Kč

5.3.2. Varianta II.

Ve variantě dva bude objekt zabezpečen akceleračními detektory. Ty ke svému fungování nepotřebují kabeláž, a tudíž není nutné provádět zemní práce v areálu firmy. Jednotlivé akcelerační detektory mezi sebou retranslují naměřené informace od jednoho detektoru k sousednímu. Počet akceleračních detektorů nutných k ochraně perimetru je dle použitého typu oplocení stanoven na 144 kusů. Detektory jsou umístěny vprostřed jednotlivých plotových dílců a vzdálenost mezi detektory činí 5 metrů. Vjezd do areálu firmy střeží jeden pár akceleračních detektorů k tomu určených, dodávaných stejným výrobcem. Areál je uzavřený, a z toho důvodu stačí pouze jedna monitorovací jednotka typu FLM, která prostřednictvím datového kabelu komunikuje s centrální jednotkou typu FLU – viz Obr. 32. Takto navržená perimetrická ochrana splňuje čtvrtý stupeň zabezpečení dle (Tabulka 1).

Tabulka 3: Cenový rozpočet pro Variantu II.

Popis:	Měrná jednotka:	Cena za MJ:	Cena celkem:
monitorovací jednotka	1 ks	22 600 Kč/ks	22 600 Kč
centrální jednotka	1 ks	22 600 Kč/ks	22 600 Kč
Datový kabel RS 485	2 m	159 Kč/m	318 Kč
vratové detektory	2 k	2 195 Kč/k	4 390 Kč
akcelerační RFID detektory	144 ks	1 999 Kč/ ks	287 856 Kč
baterie do detektorů	146 ks	379 Kč/ ks	54 896 Kč
úchyty na plot pro uchycení detektorů	146 ks	50 Kč/ks	7 200 Kč
montáž a seřízení systému	220 h	500 Kč/1h	110 000 Kč
		Celková cena:	509 860 Kč

6. Výsledky a jejich hodnocení

V této kapitole jsou interpretovány výsledky hodnocení vytvořených variant. Hodnocení navržených variant bylo provedeno pomocí multikriteriálního vyhodnocení, kde byly použity dvě metody a to Metoda (WSA – *Weight Sum Approach*) a Metoda TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

Hodnoty vah jsou stanoveny metodou párového srovnání (Fullerova metoda). [2]

Hodnotící kritéria byla vybrána se snahou o co největší vypovídající hodnotu výsledku multikriteriálního hodnocení jednotlivých detekčních technologií na zadaném příkladu. Je nutné zde uvést, že je velký problém dostat se k některým informacím, ať už z důvodu toho, že si firmy střeží své know-how, nebo nemají zájem komunikovat tak i to proto, že perimetrická ochrana objektů je u nás málo rozšířená a kvalitních informačních zdrojů je nedostatek. Kritéria jsou přehledně zobrazena v (Tabulka 4). Část kritérií je hodnocena kvalitativně část kvantitativně.

Tabulka 4: Parametry navržených variant

Kritéria	Varianty	
	Varianta I.	Varianta II.
Ekonomická efektivnost	80%	37%
Spolehlivost	střední	vysoká
Vliv montáže na chod firmy	střední	malý
Odolnost vůči teplotám	$\langle -30;70 \rangle$	$\langle -25;70 \rangle$
Stupeň krytí	IP65	IP66
Provozní náklady	střední	vysoké
Stupeň zabezpečení	3	4

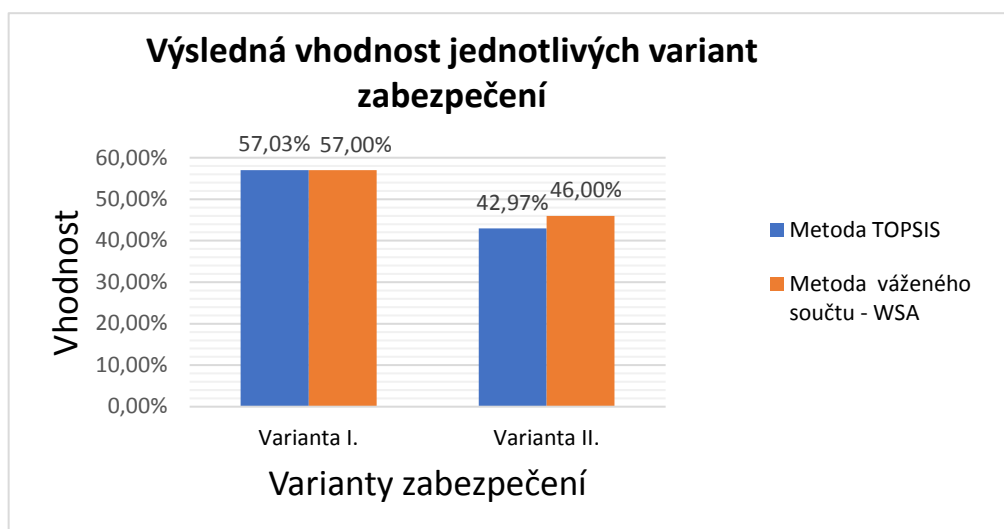
Zvolená kritéria:

- **Ekonomická efektivnost** – nejdůležitější kritérium při výběru optimální varianty zabezpečení objektu (viz kapitola 4.2.2). U vybraného objektu byly maximální možné ztráty vyčísleny na zhruba 190 000 Kč. Z této hodnoty a z pořizovacích nákladů pro jednotlivé varianty vyplývá, že ekonomická efektivnost Varianty jedna činí 80,4 % a Varianty dva 37,3 %.
- **Spolehlivost** – schopnost zabezpečovacího systému správně detekovat narušení při nepříznivých klimatických podmínkách a schopnost odolávat mechanickým vlivům způsobeným narušitelem při překonávání perimetru (více viz kapitola 4.2.1). U navržených variant zabezpečení bylo kvalitativní ohodnocení stanoveno na základě doporučení osoby podnikající v oboru zabezpečení.

- **Vliv montáže na chod firmy** – kritérium, které udává velikost vlivu perimetrického systému na fungování firmy jak z hlediska vlivu na možnosti přístupu zaměstnanců do objektu, tak vlivu na jednotlivé pracovní úkony. Požadavkem zákazníka je tento vliv co nejvíce snížit. Kritérium bylo kvalitativně ohodnoceno po konzultaci s odborníkem.
- **Odolnost vůči teplotám** – vlastnost, která udává schopnost detekčního systému odolávat venkovním teplotám. Teploty jsou zadány v intervalu. Při hodnocení je preferován větší interval.
- **Stupeň krytí** – udává odolnost elektrických zařízení proti vniknutí cizího tělesa a vody. Značí se kódem IP_{xy} , kde číslo na pozici x udává stupeň odolnosti zařízení vůči vniknutí cizího předmětu a y vyjadřuje stupeň ochrany proti vodě. Při hodnocení je preferován vyšší stupeň.
- **Provozní náklady** – jsou náklady spojené s provozováním perimetrického zabezpečení. Při hodnocení je preferována nižší hodnota provozního nákladu.
- **Stupeň zabezpečení** – udává schopnost systému odolávat pokusům o jeho překonání (viz Tabulka 1). Při hodnocení je preferován vyšší stupeň zabezpečení.

Z výše uvedených údajů jsme získali níže zobrazený (Obr. 30). Ze samotného grafu je možné vyčíst, že při použití *Metody WSA* a *Metody TOPSIS* vychází jako optimálnější navržená Varianta číslo jedna. Tento výsledek je dán hlavně její ekonomickou efektivností a nízkými provozními náklady na rozdíl od varianty číslo dva.

Obr. 30: Výsledná vhodnost jednotlivých variant zabezpečení



7. Závěr

Na začátku bakalářské práce byly teoreticky rozebrány jednotlivé detekční technologie, které pro zlepšení přehlednosti byly rozděleny do dvou základních skupin. U jednotlivých detekčních technologií byla vytvořena fotodokumentace z dostupných zdrojů pro lepší pochopení problematiky. Byly popsány funkce a důležité znaky perimetrické ochrany. Toto všechno přispěje montážním firmám s orientací v dané problematice a rozšíří povědomí o dostupných detekčních technologiích na trhu.

Dalším cílem bakalářské práce bylo vytvoření návrhu zabezpečení pro konkrétní objekt. Návrh zabezpečení vychází z požadavků zadavatele, bezpečnostní analýzy objektu, ve které bylo popsáno bezprostřední okolí objektu, samotný chráněný objekt a jeho provozní režim s přehledem zranitelných míst v mechanickém zábranném systému. Bylo vyhodnoceno potenciální nebezpečí, které chráněnému objektu hrozí na základě historie krádeží a poloze chráněného objektu.

Na základě bezpečnostní analýzy byly vytvořeny dvě varianty perimetrického zabezpečení, které byly mezi sebou porovnány. V první variantě byl perimetr areálu zabezpečen pomocí mikrofonickeho kabelu a vjezd PIR-MW detektorem. Náklad na pořízení činí 236 339 Kč, systém splňuje stupeň zabezpečení 3, ekonomická efektivita je 80,4 %. Ve druhé variantě byl perimetr areálu zabezpečen pomocí akceleračních detektorů, jejichž pořizovací cena je 509 860 Kč, stupeň zabezpečení 4, ekonomická efektivita je 37 %.

Hodnotící kritéria (váhy) byly následující: Ekonomická efektivnost (0,26), Spolehlivost (0,17), Vliv montáže na chod firmy (0,19), Odolnost vůči teplotám (0,07), Stupeň krytí (0,05), Provozní náklady (0,24), Stupeň zabezpečení (0,02). Navržené varianty byly mezi sebou porovnány multikriteriálními Metodami WSA a TOPSIS. Po použití aritmetického průměru na naměřené výsledky vychází vhodnost pro Variantu I. 57,015 % a pro Variantu II. 44,485 %.

Z výsledku plyne, že je možné pro tento konkrétní objekt doporučit jako neoptimálnější návrh zabezpečení Variantu I., která dosáhla celkově vyššího hodnocení v obou metodách multikriteriálního hodnocení než navržená Varianta II.

8. Seznam použité Literatury

- [1] **Projekt Otevřené společnosti o.p.s.** Mapa Kriminality. [Online] [Citace: 22. 2 2017.] <http://www.mapakriminality.cz/#mapa>.
- [2] **Brožová, Helena, Houška, Milan a Šubrt, Tomáš.** *Modely pro vícekritériální rozhodování.* Praha : ČZU, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [3] **UHLÁŘ, Jan.** *Technická ochrana objektů II. díl - Elektronické zabezpečovací systémy II.* Praha : PA ČR, 2005. ISBN 80-7251-189-0.
- [4] **KONÍČEK, Tomáš a KOCÁBEK, Pavel.** *Cesta k bezpečí.* Praha : BEN - technická literatura, 2002. ISBN 80-7300-032-6.
- [5] **LUKÁŠ, Luděk et al.** *Bezpečnostní technologie, systémy a management I.* Zlín : VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [6] **LUKÁŠ, Luděk et al.** *Bezpečnostní technologie, systémy a management V.* Zlín : VeRBuM, 2015. ISBN 978-80-87500-67-5.
- [7] **KŘEČEK, Stanislav et al.** *Příručka zabezpečovací techniky.* 3. vyd. Blatná : Cricetus, 2006. ISBN 80-902938-2-4.
- [8] **DIEM, Walter.** *Bezpečnostní zařízení.* Praha : Ikar, 2000. ISBN 80-7202-604-6.
- [9] **JELÍNEK, Josef.** *Jak zabezpečit byt, dům, chatu, automobil.* Praha : Grada, 2000. ISBN 80-7169-931-4.
- [10] **BASTIAN, Hans-Werner.** *Bezpečný dům a byt: ochrana před vloupáním, požírem a škodami způsobenými vodou.* Praha : BETA, 2004. ISBN 80-7306-171-6.
- [11] **UHLÁŘ, Jan.** *Technická ochrana objektů I. díl - Mechanické zábranné systémy I.* Praha : PA ČR, 2004. ISBN 80-7251-172-6.
- [12] **Ronyo Technologies s.r.o.** Varya Perimetr. [Online] [Citace: 22. 2 2017.] <https://www.ronyo.eu/cs/technologies/varya-perimeter/architecture/>.
- [13] **RBtec inc.** Fence Protection. [Online] [Citace: 22. 2 2017.] <http://www.rbtec.com/products/Fence-Intrusion-Detection-Products/SL3fencesensor>.

- [14] **ČSN EN 50131-1 ed.2 (33 4591).** *Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací.*
Praha : Český normalizační institut, 2007.
- [15] **CENTRE OF EXCELLENCE.** UNDERGROUND PRESSURE SENSOR. [Online]
[Citace: 22. 2 2017.] <http://bulcip.com/portfolio/underground-pressure-sensor/>.
- [16] **Optex, Inc.** Redwall Overview. [Online] [Citace: 22. 2 2017.]
<http://www.optexamerica.com/redwall-overview>.
- [17] **SORHEA .** Our products. [Online] [Citace: 22. 2 2017.] <http://www.sorhea.com/>.
- [18] **Forteza.** Products Microwave Bistatic Detector. [Online] [Citace: 22. 2 2017.]
<http://www.forteza.com/en/products/microwave-bistatic-detector/item/462-forteza-fonar>.
- [19] **CIAS.** PYTHAGORAS 3 TECH. [Online] [Citace: 18. 1 2017.]
<http://www.cias.it/en/products/triple-technology-barriers/pythagoras-3-tech/>.
- [20] **Alphabet Inc.** Google Earth. [Online] [Citace: 2. 3 2017.]
<https://www.google.cz/maps/@50.0836815,14.5494675,260m/data=!3m1!1e3>.

9. Seznam obrázků

Obr. 1: Blokové schéma detektoru ^[5]	8
Obr. 2: Schématické znázornění instalace plotových vibračních detektorů ^[3]	9
Obr. 3: Praktická realizace plotového vibračního detektoru ^[12]	10
Obr. 4: Koncepce tenzometrického plotového systému ^[5]	10
Obr. 5: Realizace tenzometrického detektoru ^[13]	11
Obr. 6: Princip funkce systému a detekce pachatele ^[12]	12
Obr. 7: FLA detektor umístěný na plotě ^[12]	12
Obr. 8: Architektura systému ^[12]	13
Obr. 9: Připevněný Mikrofonický kabel k oplocení ^[13]	13
Obr. 10: Schématické znázornění instalace mikrofonických kabelů. ^[3]	14
Obr. 11: Položené tlakové hadice ^[15]	15
Obr. 12: Vyhodnocovací jednotka ^[15]	15
Obr. 13: Seismické detektory ^[15]	16
Obr. 14: Položení snímacích kabelů ^[13]	17
Obr. 15: Realizace ochrany perimetru pomocí Vláknově optického systému ^[13]	18
Obr. 16: Pasivní infračervený detektor ^[13]	18
Obr. 17: Princip zachycení pohybu PIR detektorem ^[7]	19
Obr. 18: Zobrazení a popis kabelu ^[3]	20
Obr. 19: Infračervená závora ^[16]	20
Obr. 20: Infračervená bariera ^[17]	21
Obr. 21: Laserový plošný detektor ^[17]	22
Obr. 22: Rozmístění MW detektorů ^[18]	22
Obr. 23: MW detektor ^[18]	23
Obr. 24: Rozmístění MW-IR bariér a jejich detekční oblast ^[19]	23
Obr. 25: Realizované Mikrovlňné-infračervené bariery ^[19]	24
Obr. 26: Realizace drátové osnova ^[13]	25
Obr. 27: Areál firmy ^[20]	26
Obr. 28: Rozdělení areálu ^[20]	27
Obr. 29: Zranitelná místa	28
Obr. 30: Výsledná vhodnost jednotlivých variant zabezpečení	32
Obr. 31: Návrh zabezpečení varianta I.	II
Obr. 32: Návrh zabezpečení varianta II.	III

10. Seznam tabulek

Tabulka 1: Stupně zabezpečení ^[3]	6
Tabulka 2: Cenový rozpočet pro Variantu I.	29
Tabulka 3: Cenový rozpočet pro Variantu II.	30
Tabulka 4: Parametry navržených variant	31
Tabulka 5: Stanovení jednotlivých vah	IV
Tabulka 6: Bodově ohodnocená kritéria a výsledné ohodnocení metodou WSA a TOPSIS ...	IV

11. Seznam použitých zkratk

PZTS – poplachové zabezpečovací a tísňové systémy

NBÚ – Národní bezpečnostní úřad

PHM – pohonné hmoty a maziva

PIR – Passive Infrared Receiver – Pasivní Infračervený Detektor.

ČSN – česká technická norma

MW – Microwave – Mikrovlnné

IR – infrared – infračervené

PCO – pult centralizované ochrany

RFID – Radio-frequency identification – identifikace na rádiové frekvenci

WSA – Weight Sum Approach

TOPSIS – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

12. Seznam příloh

Příloha 1

Návrh zabezpečení varianta I.. II

Příloha 2

Návrh zabezpečení varianta II.. III







Příloha 3

Stanovení jednotlivých vah, Bodově ohodnocená kritéria a výsledné ohodnocení metodou WSA a TOPSIS...IV

Příloha 1: Návrh zabezpečení varianta I.

Obr. 31: Návrh zabezpečení varianta I.



-  ústředna
-  vyhodnocovací jednotka
-  zakončovací modul
-  detektor chránící vjezd
-  jednotlivé úseky max. 300 m
-  kabel k ústředně

Příloha 2: Návrh zabezpečení varianta II.

Obr. 32: Návrh zabezpečení varianta II.

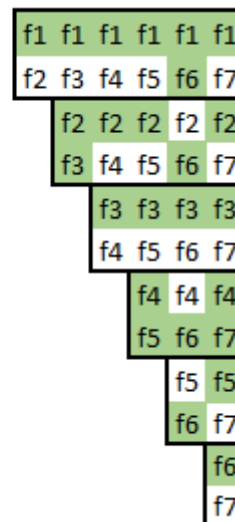


-  **ústředna**
-  **vratový RFID tag**
-  **akcelerační RFID tag**
-  **centrální jednotka**
-  **monitorovací jednotka**

Příloha 3: Stanovení vah, Bodově ohodnocená kritéria, výsledné ohodnocení metodou WSA a TOPSIS

Tabulka 5: Stanovení jednotlivých vah

Kritérium		<i>n</i>	<i>vf</i>	%
Ekonomická efektivnost	f1	5,5	0,26	26,2%
Spolehlivost	f2	3,5	0,17	16,7%
Vliv montáže na chod firmy	f3	4	0,19	19,0%
Odolnost vůči teplotám	f4	1,5	0,07	7,1%
Stupeň krytí	f5	1	0,05	4,8%
Provozní náklady	f6	5	0,24	23,8%
Stupeň zabezpečení	f7	0,5	0,02	2,4%
Součet:		21	1	100,00%



Tabulka 6: Bodově ohodnocená kritéria a výsledné ohodnocení metodou WSA a TOPSIS

Kritéria	Varianty		Povaha	Váhy v_i	Maximální H	Minimální D
	Varianta I.	Varianta II.				
Ekonomická efektivnost	80	37	MAX	0,26	80	37
Spolehlivost	1	2	MAX	0,17	2	1
Vliv montáže na chod firmy	2	1	MIN	0,19	2	1
Odolnost vůči teplotám	2	1	MAX	0,07	2	1
Stupeň krytí	1	2	MAX	0,05	2	1
Provozní náklady	1	2	MIN	0,24	2	1
Stupeň zabezpečení	3	4	MAX	0,02	4	3

Metoda váženého součtu - WSA

Kritéria	Varianty	
	Varianta I.	Varianta II.
Ekonomická efektivnost	1	0
Spolehlivost	0	1
Vliv montáže na chod firmy	0	1
Odolnost vůči teplotám	1	0
Stupeň krytí	0	1
Provozní náklady	1	0
Stupeň zabezpečení	0	1
Výhodnost:	0,57	0,46

Metoda TOPSIS

Varianty	
Varianta I.	Varianta II.
0,5703	0,4297