

Možnosti zabezpečení fotovoltaické elektrárny

Security options for photovoltaic power plants

Petr Ešler

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr EŠLER**
Osobní číslo: **A08319**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Možnosti zabezpečení fotovoltaické elektrárny**

Zásady pro vypracování:

1. Vysvětlete důvody zabezpečení fotovoltaických elektráren.
2. Vyberte vhodné technické zabezpečení objektu fotovoltaické elektrárny.
3. Vyhledejte bezpečnostní rizika v objektu fotovoltaické elektrárny.
4. Provedte technické zabezpečení objektu fotovoltaické elektrárny.
5. Zhodnoťte zabezpečení objektu fotovoltaické elektrárny a odhadněte další vývoj těchto systémů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Uhlář, J.: **Technická ochrana objektů, II. díl. Elektrické zabezpečovací systémy**, Praha: PA ČR, 2005. 230 s. ISBN 80-7251-189-0.
2. Křeček, S.: **Příručka zabezpečovací techniky**, Praha, 2006. 350s. ISBN 80-902938-2-4.
3. Černý, J., Ivanka, J.: **Systemizace bezpečnostního průmyslu**. Zlín: UTB, 2006. 135s. ISBN 80-7318-402-8.
4. Kindl, J.: **Projektování bezpečnostních systému I. 1. vyd.** UTB Zlín 2007. 134 s. ISBN 978-80-7318-554-1.
5. Čandík, M.: **Objektová bezpečnost II**. Zlín: UTB - Academia centrum, 2004. 100s. ISBN 80-7318-217-3.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Rudolf Drga

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je využití poznatků z odborných předmětů v oboru bezpečnostní technologie. Jedná se zejména o použití poplachových zabezpečovacích systémů a mechanických zábranných systémů.

Popsány jsou jednotlivé bezpečnostní prvky systémů, které jsou vhodné pro zabezpečení objektu fotovoltaické elektrárny. Jedná se zejména o prvky perimetrické, předmětové, prostorové a plášťové ochrany.

V praktické části této práce je uveden popis zabezpečení konkrétní fotovoltaické elektrárny a na základě bezpečnostní analýzy tohoto objektu také zhodnocení použitého systému a návrh jeho vylepšení, včetně cenové kalkulace.

Klíčová slova: fotovoltaická elektrárna, perimetrická ochrana, předmětová ochrana, bezpečnostní rizika

ABSTRACT

The theme of this Bachelor's thesis is to use the knowledge of specialized subjects in the field of security technology. It is especially the using of security alarm systems and mechanical barrier systems.

It describes components of security systems suitable for securing the photovoltaic power plants. The thesis talks about perimeter features, subject protection, space and coated protection.

The practical part of this work contains a description of security in a certain photovoltaic power plant, evaluation of the system design and its improvements, including price calculation.

Keywords: photovoltaic power plants, perimeter protection, subject protection, security risks

V úvodu této bakalářské práce bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Rudolfu Drgovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval během jejího zpracování. Dále bych chtěl poděkovat montážní firmě, která realizovala zabezpečení objektu fotovoltaické elektrárny, posuzované v praktické části této práce, za poskytnutí potřebných podkladových materiálů. Poděkování patří také všem blízkým a rodině, kteří se mnou měli dostatek trpělivosti v době, kdy jsem pracoval na této práci.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

0 ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY ZABEZPEČENÍ FVE	11
2 VHODNÉ TECHNICKÉ ZABEZPEČENÍ FVE	14
2.1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ SYSTÉMY	14
2.1.1 Oplocení areálu	14
2.1.2 Vrcholová zábrana.....	15
2.1.3 Vstupní brána	16
2.1.4 Bezpečnostní zámek.....	17
2.1.5 Bezpečnostní visací zámek.....	18
2.2 POPLACHOVÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉMY	20
2.2.1 Perimetrické systémy plotové.....	20
2.2.2 Perimetrické systémy zemní.....	24
2.2.3 Infračervené závory a bariéry	25
2.2.4 Venkovní PIR detektor.....	26
2.2.5 Mikrovlnné bariéry.....	27
2.2.6 Duální detektory PIR+MW	29
2.2.7 Ústředna PZS.....	30
2.2.8 Bezpečnostní kamery	30
2.3 FYZICKÁ OCHRANA	32
2.4 REŽIMOVÁ OPATŘENÍ	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
3 ANALÝZA OBJEKTU FVE	35
3.1 VYHLEDÁNÍ BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK V OBJEKTU	36
3.2 BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA A UČINĚNÁ OPATŘENÍ	37
3.2.1 Fyzická ostraha.....	37
3.2.2 Perimetrická ochrana.....	37
3.2.3 Předmětová ochrana	41
3.2.4 Prostorová ochrana.....	43
3.2.5 Ústředna PZS.....	44
3.2.6 Režimová opatření	45
3.3 ZHODNOCENÍ ZABEZPEČENÍ FVE A NÁVRH VYLEPŠENÍ	45
3.3.1 Mikrovlnné bariéry.....	47
3.3.2 Kamerový systém	48
3.3.3 Předmětová ochrana	48
3.3.4 Cenová kalkulace a návrh alternativního systému	48
3.4 ODHAD NOVÝCH TRENDŮ	50
ZÁVĚR	53
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
SEZNAM OBRÁZKŮ	58
SEZNAM TABULEK.....	60

ÚVOD

Investice do výstavby fotovoltaické elektrárny (FVE) není zanedbatelná a proto je potřeba věnovat dostatek pozornosti také jejímu zabezpečení a to již od její přípravy.

Většina projektů výstavby FVE je financována s využitím bankovních úvěrů, jejichž poskytnutí bývá logicky podmíněno alespoň minimální úrovní zabezpečení této investice. V podmínkách úvěrových smluv je zpravidla uzavření pojištění celého zařízení proti různým typům škod, včetně poškození či odcizení technologií či jejich částí. V tomto ohledu jsou využívány také různé druhy zabezpečení. Jedná se především o prvky poplachového zabezpečovacího systému (PZS), který je doplněn o mechanické zábranné systémy (MZS). Tyto prvky systému se vzájemně doplňují a poskytují nám dostatečně silnou ochranu fotovoltaické elektrárny. Touto problematikou se v dnešní době zabývá řada firem zaměřených na bezpečnostní techniku a bezpečnostní projektování

V průběhu výstavby je nezbytná fyzická ostraha objektu a odpovídající režimová opatření, protože právě v prvopočátku výstavby je objekt nejzranitelnější. Z hlediska napadení a možných druhů trestné činnosti můžeme u objektu FVE počítat také s vandalismem, krádežemi nebo sabotážemi zaměřenými na poškození technologie například v důsledku konkurenčního boje.

Vzhledem k nepřítomnosti fyzické ostrahy po dokončení a zprovoznění elektronického zabezpečení objektu FVE, je nutné navrhnout a použít důmyslnou kombinaci bezpečnostních systémů a dbát na bezporuchovost komunikačních cest. Důležitou součástí zabezpečení jsou také pravidelné revize a údržby těchto systémů, abychom předcházeli jejich selhání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY ZABEZPEČENÍ FVE

Objekty FVE mají několik společných charakteristik, které předurčují, jakým způsobem se bude přistupovat k jejich zabezpečení.

V první řadě je to místo a rozloha území, na kterém jsou solární kolektory umístěny, která se pohybuje od několika arů až po desítky hektarů, v závislosti na výkonu FVE a použité technologii. Jedním z podstatných rysů je požadavek na bezobslužnost, vzhledem k relativní odlehlosti míst, na kterých jsou FVE instalovány. Nejčastěji jsou situovány v extravilánu a okrajových částech měst a obcí na tzv. holé pláni. S tím souvisí i nezbytné napojení na technickou infrastrukturu, včetně datového připojení, které je posléze využíváno nejen pro monitoring a ovládání vlastní technologie FVE, ale slouží také jako jedna z komunikačních tras pro vyvedení na poplachové přijímací centrum (PPC). Při volbě typu zabezpečení je důležité si uvědomit, že solární kolektory mají svoji konstrukční výšku, která snižuje celkovou přehlednost zastavěného území.

Dalším ovlivňujícím faktorem jsou požadavky bank a pojišťoven, které nám již v prvopočátku výstavby definují, jakým způsobem má být objekt zabezpečen, některé z nich předepisují již použití konkrétních bezpečnostních prvků. Charakteristickým rysem je pak jejich požadavek na certifikaci použitých technologií, materiálů a prvků a také na odborný návrh jejich použití. Avšak potřeba zabezpečení nesouvisí pouze s pojištěním, zajištěním financování nebo technickými normami. Finanční ztráty při poškození nebo odcizení třeba jen části FVE mohou být velmi vysoké, stejně jako náklady spojené s řešením takové situace.

Z hlediska objektové bezpečnosti je FVE ohraničený areál určité rozlohy, s definovaným plánem zástavby a vnitřních komunikací, uvnitř kterého se nachází technologie pro výrobu elektrické energie. Největší finanční hodnotu u FVE představují solární kolektory a investory. Cena těchto zařízení se často pohybuje v řádech milionů korun. Nezanedbatelnou hodnotu však mají i nosné konstrukce, na kterých jsou tyto kolektory umístěny.

Z hlediska možných druhů trestné činnosti rozlišujeme tyto na vandalismus, krádeže nebo sabotáže zaměřené na poškození technologie v důsledku konkurenčního boje. Teroristické útoky na objekty tohoto charakteru nejsou zatím známy, přesto je ale nelze opomíjet.

Základem budoucího kvalitního zabezpečení je podrobná analýza daného objektu, stanovení bezpečnostních rizik, návrh opatření a projekt řešení. Důležitým předpokladem pro stanovení bezpečnostních rizik a návrhu řešení je znalost možného typu útoku a také fáze, v jaké ho chceme detekovat. Z hlediska časové posloupnosti událostí lze detekovat narušení perimetrické ochrany FVE, nebo sledovat vlastní technologická zařízení FVE prostřednictvím předmětové ochrany, která nás upozorní ve chvíli, kdy již dochází k jejich manipulaci, jako je demontáž a poškozování.

Perimetrickou ochranu lze realizovat různými technologiemi, v závislosti na místních podmínkách a požadované úrovni zabezpečení FVE. Pokaždé se však jedná o kombinaci několika prvků PZS v kombinaci s MZS. Při výběru technologie je důležité si uvědomit, že bezpečnostní systém by měl být nejen funkční a detekčně spolehlivý, ale musí také vykazovat minimum falešných poplachů, aby provozovateli FVE nepřidělával starosti a nezvyšoval také provozní náklady, například za zbytečné výjezdy externí fyzické ostrahy, vykonávané většinou některou z bezpečnostních agentur.

K ochraně jednotlivých solárních kolektorů se používají prvky předmětové ochrany. Dnes již většina solárních kolektorů má v sobě zabudovaný systém, který dokáže detekovat odpojení kolektoru od invertoru. Tento systém však postačí pouze tam, kde je dobrá časová dostupnost výjezdu externí fyzické ostrahy - bezpečnostní agentury, některé kolektory navíc disponují touto funkcí pouze ve dne, kdy je zařízení v provozu. V odlehlejších oblastech by pak tento samotný princip ochrany mohl znamenat poměrně velké bezpečnostní riziko a možnost vzniku vysokých materiálních škod. Proto je nutné kolektory doplnit o další, spolehlivější prvek předmětové ochrany.

Objektová ochrana FVE je realizována zpravidla bezobslužným řídicím pracovištěm, kde jsou soustředěny společné technologie, jako jsou přípojky napájecích rozvodů, datových linek, PZS, elektrických požárních systémů (EPS) a kamerových systémů, které jsou vyvedeny na PPC.

Neopomenutelnou součástí je také fyzická ostraha objektu FVE, která je potřeba zejména v prvopočátku, tedy v době její výstavby. Jakmile je do provozu spuštěna některá z ucelených částí zabezpečovacího systému, není většinou již nutné, aby fyzická ostraha setrvala na místě 24 hodin denně.

Pracovníci firmy, provádějící instalaci zabezpečovacích systémů, musí být proškolení k montáži použitých zařízení a tuto skutečnost prováděcí firma dokládá příslušným osvědčením. Na neodborné zapojení těchto zařízení se zpravidla nevztahuje záruka výrobce a rovněž dochází k případnému vyvinění pojišťovny z pojistného plnění v případě odcizení či jakéhokoliv poškození, či znehodnocení technologie FVE.

2 VHODNÉ TECHNICKÉ ZABEZPEČENÍ FVE

2.1 Mechanické zábranné systémy

Mechanické zábranné systémy považujeme za základní prvek ochrany objektů a osob. Pod mechanické zábranné systémy řadíme veškeré mechanické prvky, které stěžují násilné vniknutí nepovolané osoby do chráněné zóny nebo objektu především přes oplocení nebo cestou dveřních nebo okenních otvorů, případně manipulací nepovolané osoby s chráněnými předměty v zabezpečeném objektu. Hovoříme o tom, že mechanické zábranné systémy poskytují ochranu svou mechanickou pevností. Doba, kterou musí pachatel vynaložit na její překonání je v mnohých případech delší, než je pro pachatele únosné. Základní úlohou MZS je tedy vytvořit překážku definovanou určitým odporem proti destruktivnímu narušení.[2]

2.1.1 Oplocení areálu

Oplocení areálu (*Obr. 1*) patří do mechanických zábranných systémů obvodové ochrany. Ohraničuje vymezený prostor areálu od okolního prostředí a tvoří hranici pozemků. Oplocení je realizováno z pevně osazených částí. Hlavním úkolem je zabránit narušení střeženého prostředí ať už přelezením, podlezením či podkopáním. Součástí oplocení jsou brány a branky, které musí být řádně ukotveny a musí splňovat stejné bezpečnostní požadavky jako oplocení.



Obr. 1 Oplocení areálu[8]

2.1.2 Vrcholová zábrana

Vrcholová zábrana (*Obr. 2*) tvoří doplněk oplocení, jehož úkolem je ztížit případnému narušiteli přežení plotu. Vrcholové zábrany jsou různé konstrukce i délky a jsou montovány na vrchní části oplocení. Zpravidla jsou umístěny na konzolách, připevněných na sloupcích oplocení pod úhlem 45 stupňů směrem od objektu, nebo majících tvar písmene Y. Na těchto prvcích je přichyceno několik řad samostatných, nebo navzájem spletených drátů, většinou ostnatých nebo žiletkových.



Obr. 2 Vrcholová zábrana[8]

2.1.3 Vstupní brána

Vstupní brána (*Obr. 3*) je součástí oplocení a umožňuje osobám, vozidlům a jiným dopravním prostředkům se pohybovat z volně přístupného prostoru do zabezpečeného prostoru. Podle způsobu otevírání rozlišujeme brány otočné nebo posuvné. Ovládání brány může být ruční nebo automatické.

U objektů FVE se běžně používá otočný typ brány, s možností otevření až o 180 stupňů. Konstrukčně jsou tyto brány řešeny jako jednokřídlové nebo dvoukřídlové, šířky zpravidla 2,5-3 metry. Výška brány je ovlivněna výškou oplocení, jehož je součástí. Brána se skládá z nosných sloupků, na kterých jsou připevněny závěsy, křídel brány, zámku, zástrček a různých doplňků. U dvoukřídlových bran je důležité, aby bylo každé křídlo opatřeno samostatným uzamykacím systémem, bylo samostatně zpevněno a opatřeno opěrnými závorami proti otevření.



Obr. 3 Vstupní brána[8]

2.1.4 Bezpečnostní zámek

Vstupní brány jsou osazeny bezpečnostním zámekem, opatřeným bezpečnostní cylindrickou vložkou. Cylindrická vložka (*Obr. 5*) musí odolávat různým typům napadení. Bezpečnost cylindrické vložky je dána především profilem klíčového otvoru, členitostí sestavy klíče, upevněním cylindrické vložky v zámku, použitým materiálem funkčních částí vložky a bezpečnostními prvky proti odvrtání, rozlomení a vytržení cylindrické vložky ze zámku. Cylindrické vložky jsou zařazeny do 4 úrovní zabezpečení dle pyramidy bezpečnosti (*Obr. 4*) a jejich použití se volí především v závislosti na plnění pojistných podmínek dané pojišťovny. Výrobce také musí garantovat právní ochranu výroby klíčů, tedy neumožnění kopírování klíče bez bezpečnostní karty.



Obr. 4 Pyramida bezpečnosti[9]



Obr. 5 Bezpečnostní cylindrická vložka[9]

2.1.5 Bezpečnostní visací zámek

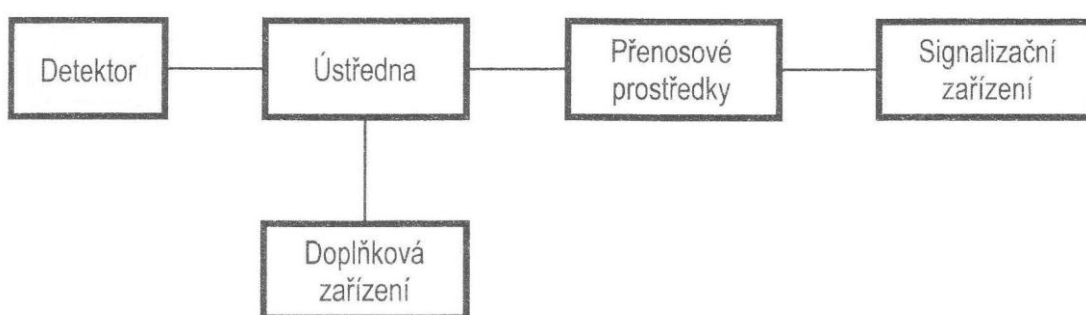
Bezpečnostní visací zámek (Obr. 6) se v objektu FVE používá jako doplňková mechanická ochrana. Zámek by měl být zhotoven z takových materiálů, aby byl odolný proti přestřižení, přeřezání, vytržení a odvrtání tělesa zámku. Konstrukce těchto zámků je tvořena jedním celkem, nebo více vrstvami, které jsou nad sebou snýtované. Použitý materiál může být ocel, mosaz, tvrzená ocel, bronz, nerez apod. Tento zámek by měl splňovat patřičnou bezpečnostní třídu v závislosti na plnění pojistných podmínek dané pojišťovny.



Obr. 6 Bezpečnostní visací zámek[9]

2.2 Poplachový zabezpečovací systém

Poplachový zabezpečovací systém (*Obr. 7*) je soubor prvků schopných dálkově opticky a akusticky signalizovat na určeném místě přítomnost, vstup nebo pokus o vstup narušitele do střežených objektů nebo prostor. Každý elektrický zabezpečovací systém je složen z několika základních prvků plnících své specifické funkce a v souhrnu vytváří tzv. zabezpečovací řetězec. Patří sem detektor, ústředna, přenosové prostředky, signalizační zařízení a doplňková zařízení. [6]



Obr. 7 Blokové schéma poplachového zabezpečovacího systému[6]

Pro zabezpečení FVE se používá poplachový zabezpečovací systém s dálkovou signalizací, který je vyveden na PPC. Všechna spojení jsou průběžně nebo občasně kontrolována za účelem zamezit vyřazení bezpečnostního systému z provozu, aniž by o tom byla informována obsluha PPC. Průběžná kontrola a správná funkce celého systému je velmi důležitá, protože je jedním ze základních faktorů, které ovlivňují zranitelnost celého střeženého prostoru.

2.2.1 Perimetrické systémy plotové

Perimetrické plotové systémy se používají jako detekční systémy pro střežení obvodové ochrany a to jako primární nebo doplňkové systémy. Tyto systémy umožňují chránit ploty pletivové, z prefabrikátů apod. U objektů FVE se nejčastěji používá oplocení pletivové, doplněné detekčním systémem senzorických kabelů (*Obr. 8*), mikrofonních kabelů (*Obr. 9*), kabelů na bázi optických vláken (*Obr. 10*), kapacitních kabelů (*Obr. 11*) nebo akceleračních RFID čipů (*Obr. 12*). Tyto systémy zaznamenají a vyhodnotí narušení systému v podobě přežení, rozstříhnutí, podlezení a podkopání plotu, měly by však být

odolné vůči planým poplachům vlivem silného deště a větru, krupobití, sněhové vánice, zvěře, ale také vůči elektromagnetickému a rádiovému rušení.



Obr. 8 Senzorický kabel[20]



Obr. 9 Mikrofonní kabel[7]



Obr. 10 Kabel na bázi optických vláken[7]



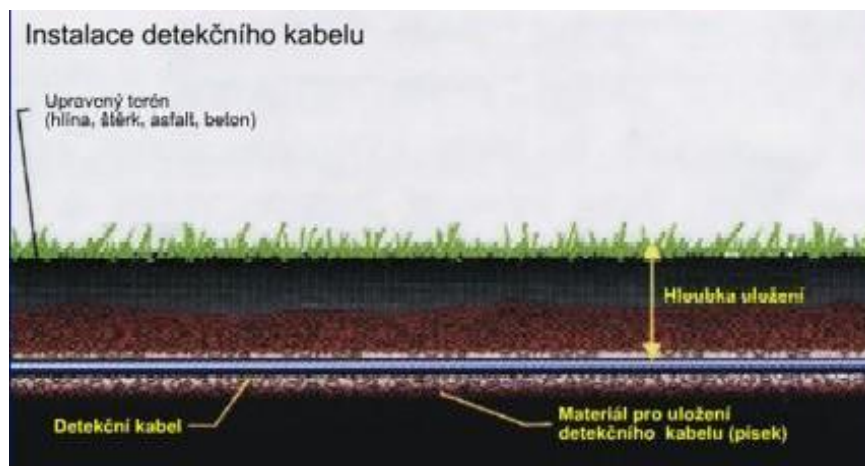
Obr. 11 Kapacitní kabel[7]



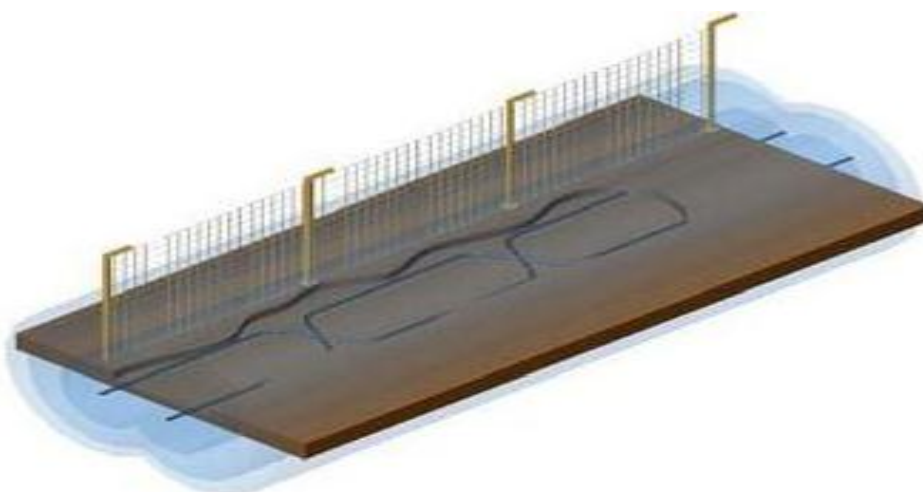
Obr. 12 Akcelerační RFID čip[7]

2.2.2 Perimetrické systémy zemní

Perimetrické zemní systémy se používají jako detekční systémy pro střežení obvodové ochrany a to jako primární nebo doplňkové systémy. Jedná se o štěrbinové kabely (Obr. 13) nebo systémy pracující na principu detekce pohybu feromagnetických materiálů (Obr. 14). Tyto systémy vytvářejí kolem celého areálu neviditelnou bariéru, protože u podpovrchové instalace je jejich trasa uložení po úpravě terénu zcela skrytá. To stěžuje jejich nalezení, a minimalizuje tak nebezpečí narušení systému. Správnou funkci těchto systémů neovlivňuje déšť, vítr, krupobití, sníh, ani seizmické, akustické nebo magnetické jevy.



Obr. 13 Štěrbinový kabel[7]



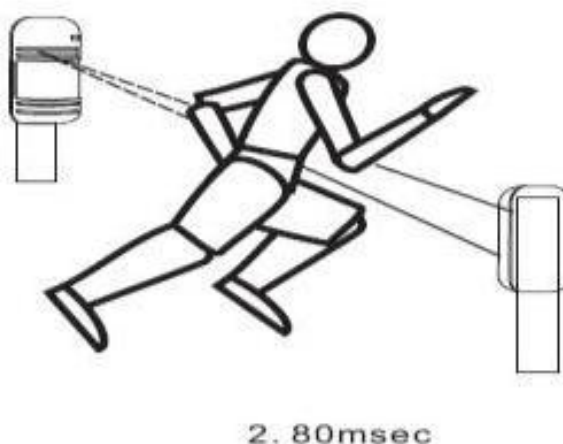
Obr. 14 Princip detekce pohybu feromagnetických materiálů[7]

2.2.3 Infračervené závory a bariéry

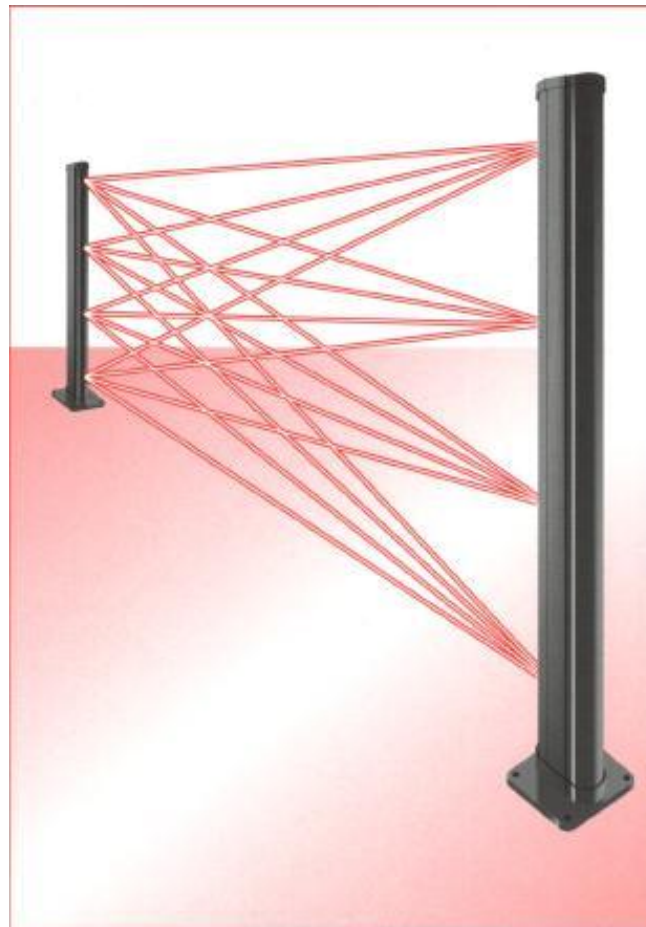
Infračervené závory (*Obr. 15*) a infračervené bariéry (*Obr. 16*) jsou jedny z nejrozšířenějších druhů perimetrické ochrany. Jsou aktivními prvky perimetrické ochrany a pracují na principu vysílače a přijímače mezi střeženým prostorem. Vysílač infrazávory a infrabariéry vysílá pomocí generátoru a vhodného optického zařízení, skládajícího se ze speciálních čoček, kódovaný infračervený paprsek, případně více paprsků. Na protilehlém místě je instalovaný přijímač, který paprsek přijímá. Přijímač průběžně komunikuje s řídicí jednotkou, řízenou mikroprocesorem, a informuje ji o svém okamžitém stavu. Při přerušení infračerveného paprsku nebo poklesu detekované úrovně, zapříčiněné vstupem do jeho dráhy, je vyhlášen poplach.

Součástí vysílačů jsou modulátory, které modulují světelný tok, aby šířka vlastních pulzů byla úzká a amplituda malá. Podle výrobce a typu se řádově pohybuje v jednotkách, až desítkách mikrosekund, a mezera mezi jednotlivými pulzy se pohybuje v jednotkách milisekund. Toto opatření chrání infrazávory a infrabariéry proti oklamání, například jiným infračerveným vysílačem.[6]

Infrazávory a infrabariéry vysílají více synchronizovaných paprsků, které je potřeba přerušit, aby byl vyhlášen poplach, a to z důvodu, abychom zamezili případným planým poplachům způsobené zvěří. Často bývají opatřeny krytem, případně vnitřním vyhříváním, aby nedocházelo k orosení optiky, nebo nánosu vlhkosti, námrazy a sněhu. Délku přerušení paprsků lze nastavit v závislosti na ovlivňování paprsků povětrnostními a jinými vlivy.



Obr. 15 Infrazávory[18]



Obr. 16 Infrabariéry[7]

2.2.4 Venkovní PIR detektor

Pasivní infračervený detektor (*Obr. 17*) nevyzařuje do chráněného prostoru žádnou energii. Fyzikální princip činnosti PIR detektoru spočívá ve snímání infračerveného spektra elektromagnetického záření (0,75 - 10 mikrometrů). Takto je detekováno teplotní záření v rozmezí teplot od -273°C až po $+560^{\circ}\text{C}$. Pro teplotu lidského těla, která je přibližně 35°C , je charakteristická vlnová délka o velikosti 9,3 - 9,4 mikrometrů. Záření je u PIR detektoru zachyceno pyroelementem, pracujícím na principu snímání odlišnosti teplotní úrovně od normálu. Pohybuje-li se v chráněném prostředí takový objekt, jehož teplota je odlišná od okolního prostředí, PIR detektor zaznamená jeho pohyb a vyhodnotí ho jako poplach.



Obr. 17 PIR detektor[7]

2.2.5 Mikrovlnné bariéry

Mikrovlnné bariéry (*Obr. 18*) vytvářejí vysokofrekvenční elektromagnetické pole (anténním systémem je tvarováno do svazku) mezi vysílačem a přijímačem. Tento systém detekuje a vyhodnocuje změny energie zachycené jeho přijímací anténou. Množství energie je ovlivňováno jak velikostí předmětů nebo osob, vyskytujících se ve sledovaném prostoru, tak rovněž klimatickými podmínkami.[6]

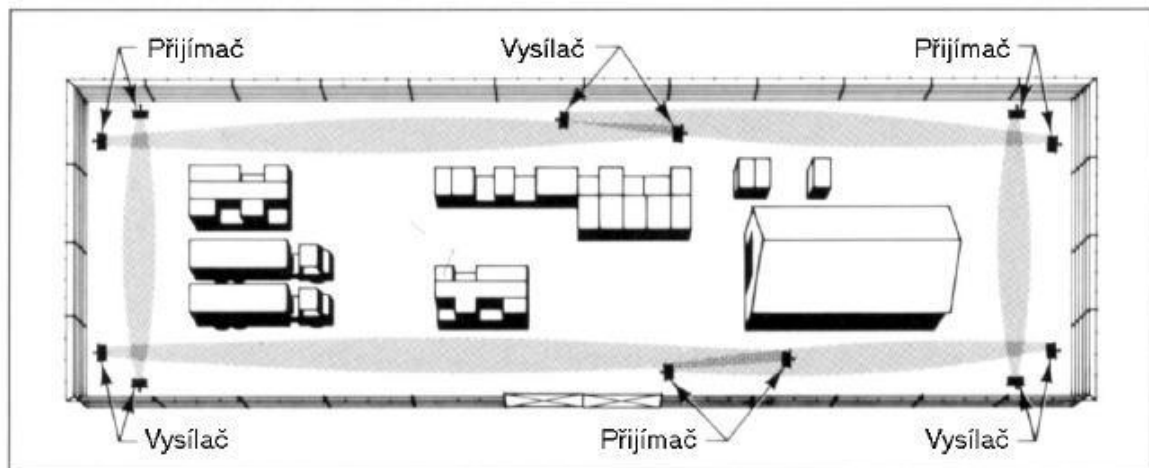
Typickým tvarem svazku mikrovlnného záření je rotační elipsoid s rotací kolem své osy. Když narušitel vstoupí do svazku mikrovlnného záření, tak elektronika jej vyhodnotí jako poplach. Detekce narušení je zaručena i při částečném zastínění svazku mikrovlnného záření, při vzrůstu úrovně intenzity signálu nebo rušení jinými vysílači. Široký rozsah funkce automatického řízení umožňuje přijímači kompenzovat proměnlivost počasí i rozdílné podmínky instalace. Vzhledem k tomu, že systém zpravidla umožňuje nastavení až 4 modulačních frekvencí ve vysílači tak v přijímači, lze v jednom pracovním prostoru umístit i více bariér (*Obr. 19*). Pro detekování větších či menších cílů je zpravidla možno u těchto detektorů nastavit i citlivost. Pracují na frekvenci 2,5- 24 GHz a rozlišujeme

několik typů s krátkým dosahem do 30 m, se středním dosahem kolem 150 m a s dlouhým dosahem až do 450 m. [6]

Výhodou mikrovlnných bariér je široké rozpětí dosahu při relativně největší imunitě vůči povětrnostním vlivům. Vzhledem k tomu, že střežená zóna je souvisle vyplněna elektromagnetickým vlněním, neexistuje pro narušitele ani teoretická možnost proniknout zabezpečenou zónou. Mikrovlnné bariéry jsou ideální pro střežení rozsáhlých ploch, jako jsou letiště, vojenské prostory, a také jsou velmi vhodné pro střežení FVE. [6]



Obr. 18 Mikrovlnné bariéry[19]



Obr. 19 Rozmístění mikrovlnných bariér[7]

2.2.6 Duální detektory PIR+MW

Jedná se o pasivní infračervený detektor, který je kombinovaný s mikrovlnným detektorem (Obr. 20). Mikrovlnná jednotka detekuje pohyb na základě odrazu mikrovlnné energie (Dopplerův efekt), zatímco pasivní infračervený detektor detekuje tepelné projevy pohybujícího se objektu. Pro vyhlášení poplachového stavu musí dojít k detekci v obou částech detektoru současně nebo ve velice krátkém časovém rozpětí. U objektu FVE se mohou používat jako doplněk perimetrické ochrany. Detekční pole těchto detektorů jsou nastavitelná v závislosti na citlivosti mikrovlnného čidla a použité PIR čočky.[6]



Obr. 20 Duální detektor PIR+MW[7]

2.2.7 Ústředna PZS

Ústředna PZS (*Obr. 21*) je hlavním bezpečnostním prvkem celého PZS. Jejím prvotním úkolem je přijímat a vyhodnocovat elektrické signály, které přicházejí od detektorů a dále v pravidelných intervalech signalizovat a vysílat informace o svém stavu na PPC a ovládat poplachové, signalizační a jiné doplňkové prostředky, které indikují narušení, nebo usnadňují činnost zásahové jednotky. PZS ústředna komunikuje s PPC pomocí telefonních linek, rádiových sítí nebo GSM sítí. Pro lepší spolehlivost celého systému se často doporučuje použít také záložní komunikaci s PPC.



Obr. 21 Ústředna PZS[14]

2.2.8 Bezpečnostní kamery

Bezpečnostní kamery, vhodné pro zabezpečení FVE, můžeme rozdělit na dva druhy a to standardní (*Obr 22*) a otočné PTZ kamery (*Obr. 23*). Kamery ve standardním provedení mají většinou tělo ve tvaru krabice. Kamery jsou obvykle osazené snímacím prvkem CCD a mají závit, na který se montuje objektiv s různými ohniskovými vzdálenostmi. Ten se volí na základě charakteristiky prostředí, do kterého bude kamera instalována a požadavků na parametry snímaného obrazu. Na zadní straně kamery bývají připojovací konektory pro přenos videosignálu, napájecí konektor, konfigurační spínače,

popřípadě alarmové vstupy a výstupy. Jelikož kamera je vystavována vnějším vlivům je nutné použít venkovní vyhřívaný kryt určený pro tyto účely. Otočné kamery neboli PTZ kamery jsou nejvíce univerzálními kamerami v sortimentu bezpečnostních kamerových systémů. Pomocí ovládací klávesnice či potřebného software můžeme kameru otáčet až o 360 stupňů a dle typu kamery použít také zoom, který může být například až 36-ti násobný. Tyto vlastnosti umožňují uživateli sledování potřebných míst pomocí minimálního počtu kamer. Do kamery lze uložit takzvané prepozice, což v praxi znamená, že se kamera bude natáčet a sledovat přednastavené zájmové oblasti automaticky.[12]



Obr. 22 Standardní kamera[7]



Obr. 23 PTZ kamera[7]

2.3 Fyzická ochrana

Zpravidla ji zajišťuje hlídací služba a bývá prováděna fyzickou ostrahou (*Obr. 24*), popřípadě může být doplněna o kynologickou složku. Osoba, která provádí ostrahu, musí být fyzicky a psychicky zdatná a musí absolvovat potřebný výcvik a školení. Tuto činnost provádí hlídací služba na základě smlouvy s vlastníkem nebo provozovatelem objektu. Hlavním úkolem hlídacích služeb je zajistit bezpečnost svěřeného objektu, majetku a technologií, které se nacházejí uvnitř objektu, a zabránit trestné či jiné, protiprávní činnosti.

Fyzická ochrana může být realizována jako statická ostraha z jednoho místa, na kterém se může nacházet i PPC, nebo může být realizována v kombinaci s pohyblivou ostrahou formou pravidelných nebo nepravidelných obchůzek, prováděných v předem stanovených intervalech.

Značnou výhodou tohoto druhu ochrany je možnost včasného zásahu hlídací služby na místě činu a tím možnost zabránit trestné činnosti nebo jinému protiprávnímu jednání, případně alespoň odvrátit hrozící útok a snížit také rizika vzniku podobných událostí. Fyzická ochrana bývá považována za nejjednodušší a nejefektivnější způsob ochrany, přestože reálné nebezpečí selhání lidského faktoru bývá považováno za bezpečnostní riziko.

Po dobu realizace FVE je hlídací služba na místě stavby nepřetržitě 24 hodin denně. Osoba zajišťující tuto ochranu je ve stálém spojení s centrem hlídací služby prostřednictvím GSM a rádiové sítě.



Obr. 24 Fyzická ostraha[13]

2.4 Režimová opatření

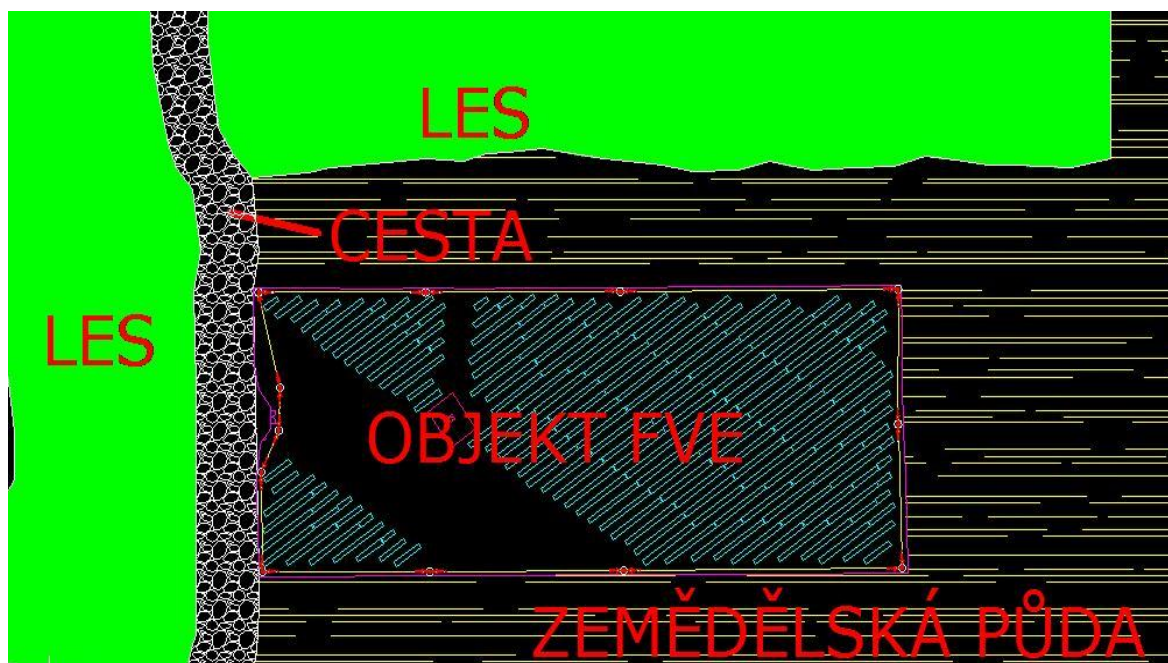
Jedná se o administrativně organizační opatření ve formě směrnic, nařízení či doporučení. Režimová opatření můžeme rozdělit na vnitřní (pravidla upravující pohyb osob a automobilů uvnitř objektu) a vnější (pravidla upravující pohyb osob a automobilů z nechráněného prostoru do chráněného). Jedná se v podstatě o souhrn pravidel, které stanovují zásady bezpečnosti a určují pravidla při ochraně majetku a osob v daném objektu a lze jimi stanovit například zásady pro vydávání propustek ke vstupu do objektu s časovým omezením, čipových karet s omezením přístupu do stanovených prostor apod.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ANALÝZA OBJEKTU FVE

Praktická část této bakalářské práce je zaměřena na zhodnocení opatření, vyhledání rizik a návrh zkvalitnění zabezpečení konkrétní FVE. Na základě podmínky stanovené provozovatelem této FVE a firmy, která objekt zabezpečuje, nemohu v této práci zveřejnit bližší polohopisné údaje hodnoceného objektu.

Výstavba FVE byla zahájena začátkem roku 2010 s předpokládaným termínem dokončení a předání investorovi v polovině roku 2011. Její celkový výkon bude dosahovat 1,8 MW. Objekt FVE se rozkládá na ploše o velikosti 5 ha. Nachází se v blízkosti vesnic, ze dvou stran je obklopen lesy a zemědělskou půdou. Po celé ploše jsou rozmístěny ocelové konstrukce, které jsou pevně ukotveny v zemi. Na těchto konstrukcích jsou připevněny solární kolektory, které absorbují sluneční energii a za pomoci invertoru ji přeměňují na energii elektrickou. Součástí FVE je trafostanice, která slouží k transformaci vyrobeného elektrického proudu na proud požadovaných parametrů a k napojení FVE na distribuční síť. (Obr. 25).



Obr. 25 Situace objektu FVE

3.1 Vyhledání bezpečnostních rizik v objektu

Objekt FVE se nachází v blízkosti vesnické zástavby, avšak relativně na odlehlém místě. Ze dvou stran je obklopen lesy a zemědělskou půdou. Pro přístup automobilů a strojů těžké techniky do objektu slouží nezpevněná polní cesta, která se v období deště stává blátivou. Objekt je dále dostupný pro pěší přes okolní terén a to prakticky ze všech stran. V blízkosti objektu se nenachází žádný zdroj vody v podobě nádrží, potoků ani řek.

Vyhledání bezpečnostních rizik tohoto objektu je zaměřeno především na možnost napadení a narušení perimetrické ochrany a také předmětové ochrany, to je ochrany technologického zařízení před odcizením, nebo znehodnocením. Riziko vloupání a následné odcizení nebo znehodnocení zařízení je jedním z hlavních faktorů, se kterým je nutné uvažovat již ve fázi přípravy výstavby.

Kromě předmětové ochrany solárních kolektorů se klade důraz také na zabezpečení trafostanice. Jedná se o uzavřený objekt bez okenních otvorů, ve kterém jsou soustředěny veškeré důležité součásti pro úpravu získané elektrické energie, napojení FVE do rozvodné sítě a také důležité součásti systému zabezpečení, to je PZS, CCTV a jejich vyvedení na PPC. Je zde umístěn požární detektor, napojený na PZS, který v případě požáru spustí poplach a systém neprodleně zašle zprávu na PPC.

Dalším možným rizikovým faktorem jsou přírodní vlivy jako kroupy, déšť, vítr, sníh a v neposlední řadě také zvěř, jelikož se objekt nachází v blízkosti lesů. Proti silovým účinkům a sání větru jsou solární kolektory chráněny statickým ukotvením nosné konstrukce do terénu. Samotné kolektory jsou z důvodu mechanické odolnosti proti nárazům krup opatřeny tvrzeným sklem.

Objekt FVE je oplocen, avšak není však zastřešen. V důsledku toho jsou možným rizikem i projevy vandalismu, například házení pevných předmětů přes plot, které mohou způsobit poničení solárních kolektorů, či jiné technologie v objektu.

3.2 Bezpečnostní rizika a účinná opatření

3.2.1 Fyzická ostraha

Již ve fázi výstavby FVE byla na staveništi přítomna fyzická ostraha, která probíhala nepřetržitě 24 hodin denně. Pracovníci hlídací služby měli pro výkon své služby k dispozici mobilní buňku se sociálním zařízením. Pro rozlehlost a hlavně nepřehlednost terénu byla požadována i pravidelná obchůzka objektu FVE. Pracovník fyzické ostrahy byl pomocí rádiového signálu ve spojení s centrem hlídací služby a v pravidelných intervalech prováděl kontrolní hlášení. Po zapojení a spuštění PZS již není fyzická ostraha v objektu přítomna, objekt FVE byl vyveden na PPC a hlídací služba provádí pouze její dálkový monitoring.

3.2.2 Perimetrická ochrana

Celý areál je oplocen drátěným plotem o výšce 2 m, sloupy oplocení jsou pevně zabetonovány v zemi. Součástí oplocení jsou 2 brány. Hlavní brána je dvoukřídlová (*Obr. 26*) a slouží pro vjezd vozidel, menší vstupní branka (*Obr. 27*) slouží pro vstup osob do střeženého objektu. Každá z těchto bran je opatřena bezpečnostním zámkem, který bude doplněn bezpečnostním visacím zámkem.



Obr. 26 Vstupní dvoukřídlová brána



Obr. 27 Vstupní branka

Hned za vstupem se nahází klávesnice (*Obr. 28*), která je osazena v plastové krabici, umístěné na jednom ze sloupů oplocení, která chrání klávesnici před povětrnostními vlivy. Pomocí klávesnice lze prostory areálu odstřežit a zastřežit.



Obr. 28 Klávesnice

Součástí perimetrického systému jsou také infračervené závory (*Obr. 29*), které jsou umístěny na ocelových sloupech. Každá z infračervených závor je opatřena krytem, aby nedocházelo k orosení optiky, případně tvorbě vlhkosti, námrazy nebo sněhového nánosů. Pod infračervenými závorami jsou umístěny krabice, ve kterých je soustředěna kabeláž infračervených závor i bezpečnostních kamer, v některých z nich je umístěn také expandér. Krabice je vybavena zásuvkou pro napojení přenosných elektrických zařízení, zejména elektrického nářadí při opravách případných poruch.



Obr. 29 Infračervené závory

Další důležitou součástí perimetrické ochrany jsou bezpečnostní kamery (Obr. 30), které se nacházejí ve vrchní části sloupu. Kamery jsou velmi citlivé a reagují na pohyb. Jsou opatřeny infraprůsvitem, aby mohly lépe detekovat pachatele v noci nebo za snížené viditelnosti. Každá z kamer má dosah až do vzdálenosti dalšího sloupu. Pod kamerou je umístěna krabice, ve které je instalováno napájecí trafo kamery a také kabeláž videosignálu. Na vrcholu sloupu je umístěn kruhový ocelový nástřešek, chránící opět zařízení před povětrnostními vlivy.



Obr. 30 Bezpečnostní kamera

3.2.3 Předmětová ochrana

Předmětovou ochranu u objektu FVE tvoří zabezpečení solárních kolektorů propleteným vedením (*Obr. 31*). Napojení propleteného vedení je realizováno pomocí propojovací krabice, která je opatřena kontaktem, chránícím krabicí proti otevření. Kabeláž je dále vyvedena ochrannou plastovou trubkou až na ústřednu PZS. Hlavním úkolem je zabezpečení solárních kolektorů proti jejich demontáži z ocelových nosných konstrukcí, kterou nelze provést bez přerušení propleteného vedení a tím vyhlášení poplachu se zasláním zprávy na PPC. Solární kolektory jsou rozděleny na výstupu PZS celkem do 42 zón, jednu zónu tvoří 2-3 řady těchto kolektorů v závislosti na délce propletení, která je přibližně 50-60 m. Tím je zajištěna možnost bližšího určení místa vzniku poplachu.



Obr. 31 Propletené vedení

3.2.4 Prostorová ochrana

Prostorová ochrana je u objektu FVE využita k zabezpečení trafostanice (*Obr. 32*)
Stavební objekt trafostanice je zabezpečen proti vniknutí speciálními bezpečnostními dveřmi, odolnými proti vypáčení a vytržení. Vnitřní prostor objektu je zabezpečen PIR detektorem pohybu.



Obr. 32 Trafostanice

3.2.5 Ústředna PZS

Ústředna PZS (*Obr. 33*) je hlavní páteří celého systému a rozděluje objekt FVE na 1 subsystém a 62 zón. Jednotlivé smyčky zón jsou ve třech provedení a to 24 hodinové, okamžité a zpožděné. Ústředna je napájena z elektrické sítě a disponuje dvěma záložními zdroji - interním, který lze pořídit jako doplňkové rozšíření ústředny a externím v podobě UPS záložního zdroje. V případě výpadku napájecího proudu zašle ústředna ihned zprávu na PPC. K ústředně je připojena klávesnice a siréna. Přenos signálu na PPC je realizován radiovým spojením, přenosový kód je generován automaticky a nese v sobě informaci o objektech a zónách, u kterých nastal poplach, a také o jaký typ poplachu se jedná.



Obr. 33 Ústředna PZS[15]

3.2.6 Režimová opatření

Jedná se o administrativně organizační opatření, která zvyšují bezpečnost celého objektu, stanovují zásady vstupu a výstupu dovnitř a vně objektu a také zásady pohybu oprávněných osob v areálu.

Režimová opatření byla zavedena již ve fázi výstavby FVE, v tomto období se týkala především realizační stavební firmy, subjektu pověřeného výkonem stavebního dozoru, ale také investora a bezpečnostní služby.

Každá z oprávněných osob má své dočasné identifikační údaje pro vstup do objektu FVE a před vstupem musí podat telefonickou zprávu na PPC. Pokud tak neučiní, následuje telefonický dotaz pověřené osobě a příprava výjezdu zásahové jednotky pro případ potřeby provést rychlý zásah proti narušiteli.

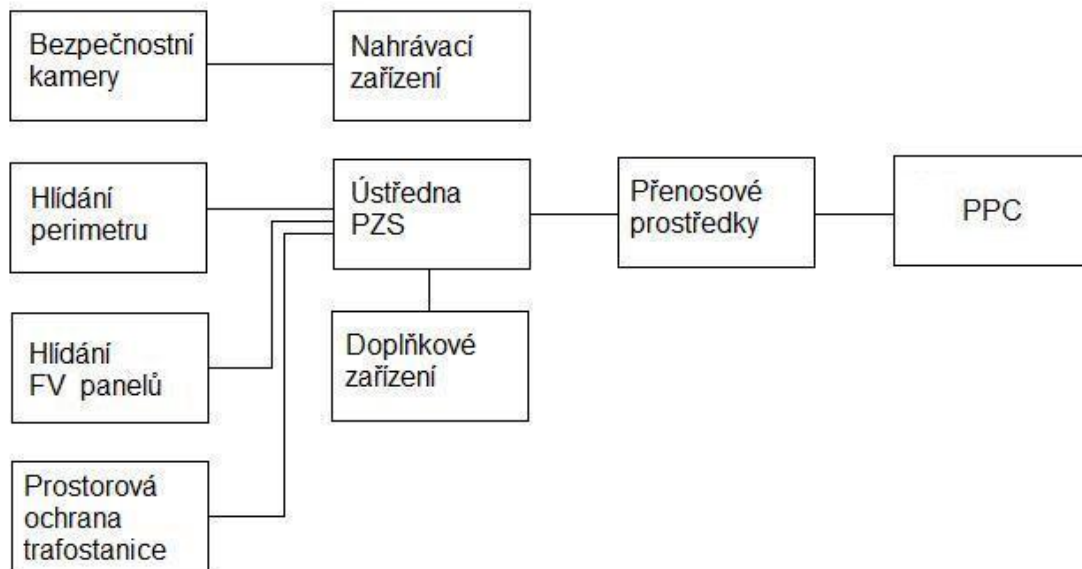
3.3 Zhodnocení zabezpečení FVE a návrh vylepšení

U FVE je kladen důraz na zabezpečení perimetrické ochrany. Nabízí se zde využití různých typů detektorů pro perimetrickou ochranu, které lze vhodně doplnit o prvky předmětové ochrany, prostorové ochrany, případně jejich kombinacemi, za účelem dosažení maximální bezpečnosti objektu. Vzhledem k tomu, že prakticky nelze dosáhnout stoprocentního zabezpečení objektu tohoto typu, není úkolem použitých bezpečnostních systémů a prvků zcela zamezit možnému přístupu a nežádoucí činnosti v objektu, nýbrž několikanásobně zvýšit časovou náročnost úkonů narušitele, či pachatele, vedoucích k překonání tohoto zabezpečení.

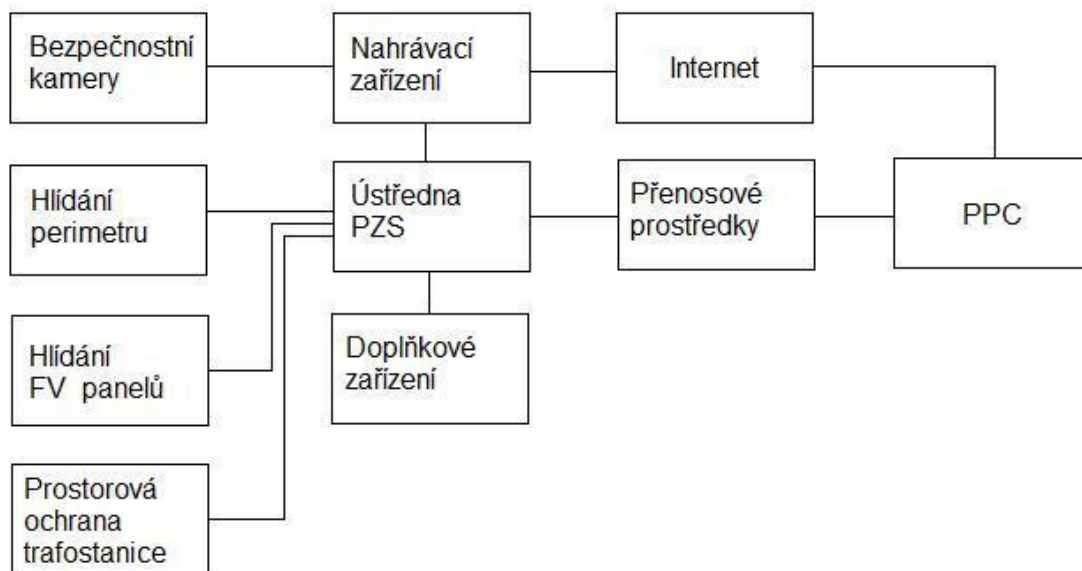
Za účelem zvýšení stávající úrovně zabezpečení posuzované FVE navrhuji instalaci mikrovlnných bariér místo použitých infračervených závor. Mikrovlnná bariéra je vhodnějším prvkem z hlediska tvaru detekční zóny (rotační elipsoid), kterou lze jen stěží překročit nebo podlézt, jde tedy o důmyslnější bezpečnostní prvek perimetrické ochrany, než stávající infračervené závory.

Nedostatkem systému je nevyvedení bezpečnostních kamer na PPC a také absence propojení s ústřednou PZS (*Obr. 34*), přestože měl být původně signál z bezpečnostních kamer přenášen na PPC. V důsledku toho pak každý z uvedených systému pracuje

a vyhodnocuje své stavy o narušení sám. Propojením těchto dvou systémů (Obr. 35) by došlo nepochybně k dalšímu zvýšení požadované bezpečnosti objektu FVE.



Obr. 34 Blokové schéma stávajícího bezpečnostního systému



Obr. 35 Blokové schéma navrhovaného propojení obou bezpečnostních systémů

3.3.1 Mikrovlnné bariéry

U mikrovlnných bariér Hesa (*Obr. 36*) s dosahem do 40m (HE340), 70 m (HE370) a 200 m (HE400) lze nastavit vyzařovací charakteristiku v terénu. Díky výběru až ze čtyř pásem FM signálu je možné nasadit více bariér ve stejné lokalitě dle potřeby. Důležitá je však správná instalace těchto bariér. Nedoporučuje se instalovat je tam, kde se mohou rychle měnit okolní podmínky prostředí nebo tam, kde je kopcovitý nebo nestabilní terén.

Při dodržení podmínek jejich správné instalace je použití mikrovlnných bariér daleko účinnějším řešením, než stávající infračervené závory. Jejich volba však závisí především na investitorovi, jelikož mikrovlnné bariéry jsou několika násobně dražší.



Obr. 36 Mikrovlnné Bariéry Hesa HE340, HE370, HE400[12]

3.3.2 Kamerový systém

Kamerový systém, instalovaný v objektu FVE, se jeví jako velmi vhodný doplněk perimetrické ochrany. Hlavní výhodou kamerového systému, v porovnání s jinými bezpečnostními systémy, je, že umožňuje vidět situaci současnou, ale také situace, které v objektu vznikly dříve. Propojením kamerového systému a PZS, jejich vyvedením na PPC a rozšířením možnosti kontroly objektu přes internet vznikne velmi důmyslný bezpečnostní systém. Objekt, tak lze kontrolovat prakticky odkudkoliv.

3.3.3 Předmětová ochrana

Předmětová ochrana je u posuzované FVE řešena velmi dobře. Solární kolektory jsou na výstupu PZS rozděleny do 42 zón a na každou zónu připadají 2-3 řady solárních kolektorů. Tímto způsobem je využit téměř maximálně potenciál ústředny a je zajištěna možnost relativně přesné lokalizace místa vzniku poplachu.

Ochranu solárních kolektorů je možné vylepšit instalací PTZ kamer. Využitím schopnosti tohoto typu kamer natáčet se v závislosti na místě narušení propleteného vedení lze zaznamenat pohyb případného pachatele.

3.3.4 Cenová kalkulace a návrh alternativního systému

Následující cenová kalkulace porovnává finanční hodnotu stávajícího systému zabezpečení (*Tab. 1*) a navrženého systému zabezpečení (*Tab. 2*), to je s použitím mikrovláknové bariéry (místo dosavadních infračervených závor) a natáčecích PTZ kamer. Díky lepším vlastnostem PTZ kamer klesl jejich počet potřebný k celkovému pokrytí požadované oblasti FVE, čímž se částečně kompenzuje cenový dopad z důvodu jejich vyšší ceny.

KOMPONENTY	kusů/m	cena	celkem
DVR PDR-S2004, 8 - kanálů	2	18 000	36 000
HDD 1TB	2	2 480	4 960
Kamera LG LSR300PB	14	5 890	82 460
Sloup na kameru velký (s povrchovou úpravou)	14	2 730	38 220
UPS na zálohu DVR	1	2 300	2 300
Zdroj na napájení kamer 12V/2A	14	680	9 520
Krabice OBO na ochranu konektorů kamer	14	85	1 190
Krabice Gewiss na ochranu zdrojů	14	660	9 240
DSC power 1864	1	5 860	5 860
Trafo na napájení ústředny	1	860	860
Přídavný zálohovací zdroj s baterií 12Ah dobíjením	4	3 860	15 440
UPS jako druhá záloha PZS	1	2 300	2 300
Expandér	8	620	4 960
GSM komunikátor	1	5 990	5 990
IR závory SELCO JAPAN SBM - 50	1	5 100	5 100
IR závory SELCO JAPAN SBM - 100	8	5 500	44 000
IR závory SELCO JAPAN SBM - 150	4	6 900	27 600
LCD klávesnice na ovládání zařízení + 3x bezdrátová klíčenka	1	4 250	4 250
PIR Digigard 75 - pohybový detektor do trafostanice	1	750	750
Požární detektor SD-190	1	860	860
Malá vnitřní siréna	1	280	280
Kabel na propojení panelů a střídačů s mech. Odolností	6 000	12	72 000
Kabeláž, kryty na kabeláž, konektory a jiný materiál			229 586
CENA CELKEM BEZ PRÁCE			603 726

Tab. 1 Stávající systém zabezpečení

KOMPONENTY	kusů/m	cena	celkem
DVR PINETRON PDR-S2004, 8 - kanálů	1	18 000	18 000
HDD 1TB	1	2 480	2 480
PTZ kamera HIKIVISION DS-2AF1-514	8	27 880	223 040
UPS na zálohu DVR	1	2 300	2 300
Zdroj na napájení kamer 12V/2A	8	680	5 440
Krabice OBO na ochranu konektorů kamer	8	85	680
Krabice Gewiss na ochranu zdrojů	8	660	5 280
DSC power 1864	1	5 860	5 860
Trafo na napájení ústředny	1	860	860
Přídavný zálohovací zdroj s baterií 12Ah dobíjením	4	3 860	15 440
UPS jako druhá záloha PZS	1	2 300	2 300
Expandér	8	620	4 960
GSM komunikátor	1	5 990	5 990
Mikrovlnná bariéra HESA HE340	1	15 840	15 840
Mikrovlnná bariéra HESA HE370	4	20 590	82 360
Mikrovlnná bariéra HESA HE400	8	27 560	220 480
LCD klávesnice na ovládání zařízení + 3x bezdrátová klíčenka	1	4 250	4 250
PIR Digigard 75 - pohybový detektor do trafostanice	1	750	750
Požární detektor SD-190	1	860	860
Malá vnitřní siréna	1	280	280
Kabel na propojení panelů a střídačů s mech. Odolností	6 000	12	72 000
Kabeláž, kryty na kabeláž, konektory a jiný drobný materiál			229 586
CENA CELKEM BEZ PRÁCE			919 036

Tab. 2 Navržený systém zabezpečení

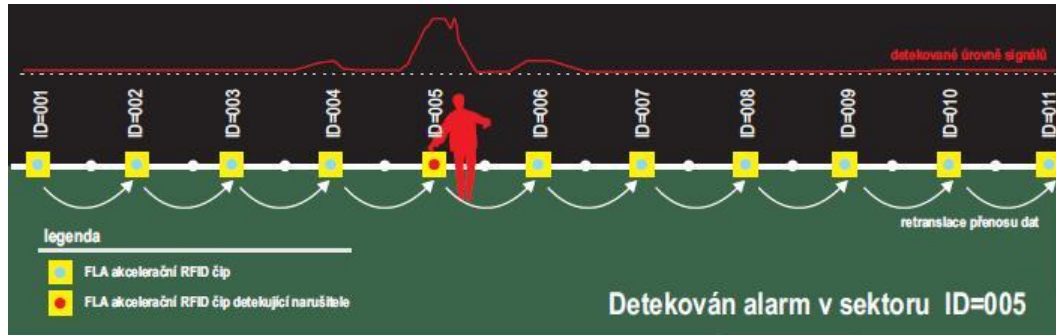
3.4 Odhad nových trendů

Vývoj v oblasti bezpečnostních systémů za posledních pár let udělal značný krok dopředu. Lidé se obávají o vlastní bezpečí, bezpečí svých blízkých i o svůj majetek a proto si stále častěji nechávají instalovat různá bezpečnostní zařízení.

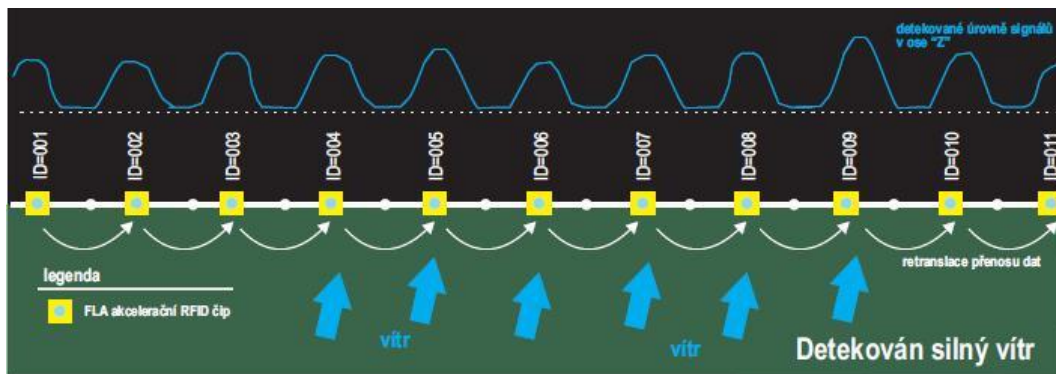
Co se týká FVE, kterých bylo ke dni 1. 12. 2010 v České republice 12109, se nejedná o žádnou výjimku. Každá z těchto elektráren má alespoň minimální stupeň zabezpečení. U FVE klademe hlavně velký důraz na zabezpečení perimetrické a předmětové ochrany. V oblasti perimetrické ochrany přicházejí nové laserové detekční systémy a systémy založené na akceleračních RFID čipech, které se montují přímo na plot, nebo se také mohou použít jako prvky předmětové ochrany. Poslední zmiňovaný systém uvádí na náš trh například firma 7 Marsyas Development a.s. pod označením Perimetr Locator.

Tento systém pracuje na principu střežení perimetru pomocí akceleračních RFID čipů. RFID čip snímá časové a dynamické změny v poloze pletiva, které jsou typické pro přelezení plotu narušitelem (*Obr. 37*). Vzhledem k tomu, že se signály vyhodnocují ze všech RFID čipů paralelně, umí perimetrický systém eliminovat falešné poplachy vzniklé působením větru (*Obr. 38*), deště, krupobití, blízké dopravy na pletivo, protože takto vyvolané změny působí v jednom okamžiku na více než jeden RFID čip současně. Tyto detektory mají v sobě také sofistikovaný algoritmus analýzy pohybu, díky kterému se neustále automaticky kalibrují a přizpůsobují se měnící mechanické kvalitě jednotlivých dílců plotu. Tento algoritmus také snímá pohyb ve 3 osách, díky kterému umí detekovat jakoukoliv snahu o odcizení detektoru nebo jeho sabotáže a to i v režimu odstřežení celého systému. Systém také obsahuje monitorovací jednotku zvanou FLM, která komunikuje s RFID čipem, který má nejnižší identifikační adresu. Jednotka FLM je propojena s centrální jednotkou zvanou FLU, prostřednictvím které se systém konfiguruje a také vyhodnocuje příchozí zprávy. Perimetr Locator může být také napojen na běžnou ústřednu PZS a může fungovat jako jeden celek. Systém také může být propojen s dalším systémem Site Locator, který funguje na stejném principu jako Perimetr Locator, používá se však pro předmětovou ochranu a lze ho tak využít pro střežení solárních kolektorů. V případě doplnění systému o pohyblivé PTZ kamery, které by se natáčely za příslušnými čipy (*Obr. 39*) dle přidělených identifikačních adres, vzniká velmi důmyslný zabezpečovací systém.[16]

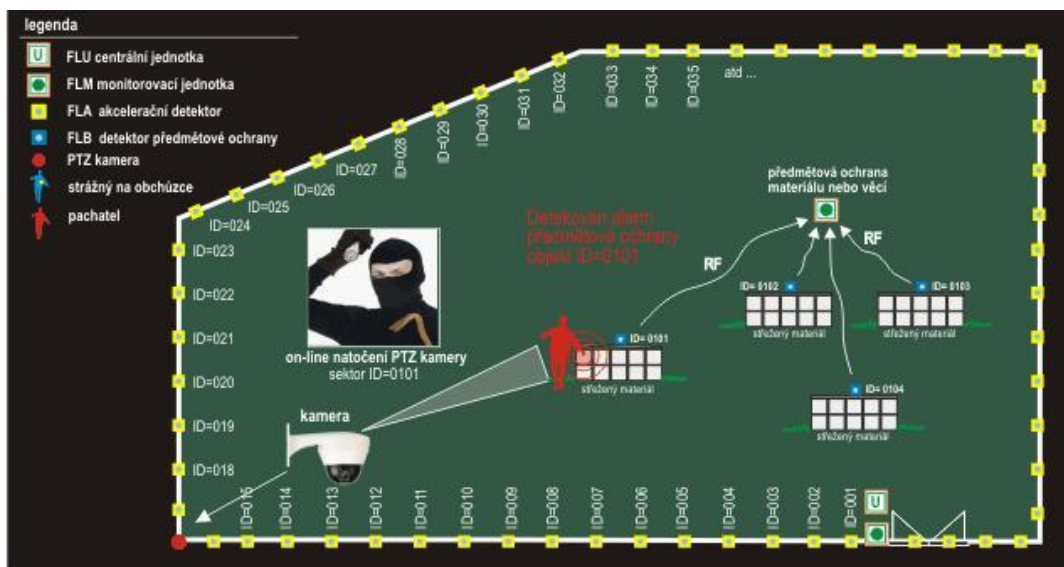
V České republice je prozatím zabezpečeno systémem Perimetr Locator asi pouze 20 FVE z celkového počtu více jak 12000. Větší využití těchto zařízení v praxi znemožňuje jejich vysoká pořizovací cena.



Obr. 37 Přeletení plotu narušitelem[12]

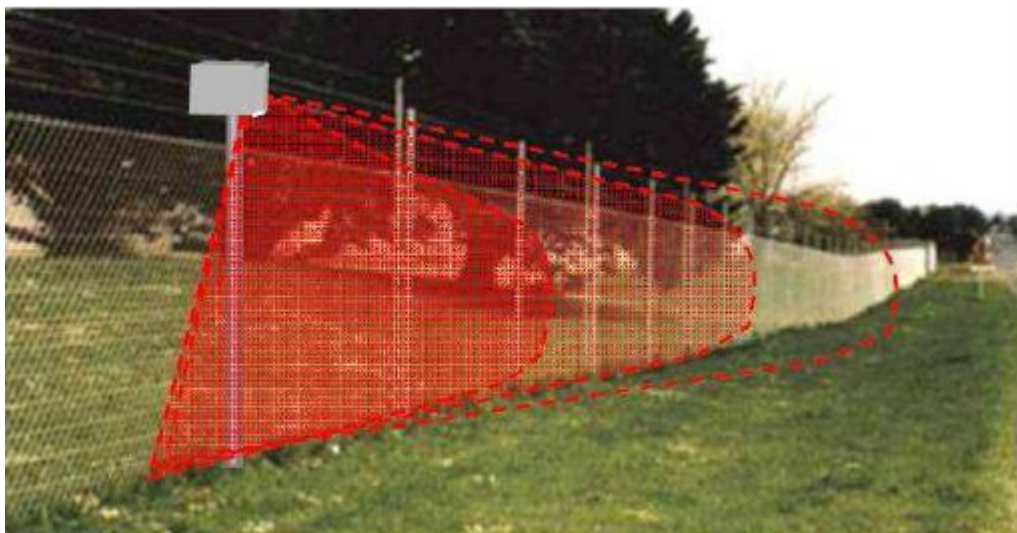


Obr. 38 Detekování silného větru[12]



Obr. 39 Natáčení PTZ kamer za příslušným čipem[16]

Systemy s nově vyvíjenými laserovými detektory (*Obr. 40*) se většinou nasazují tam, kde klasické systémy selhávají, nebo to zabezpečení daného objektu vyžaduje. Pokud tento systém doplníme o natáčecí PTZ kamery, vytvoříme velmi důmyslný systém zabezpečení. Cena těchto systémů je však zatím v řadech statisíců korun.



Obr. 40 Detekční charakteristika laserového detektoru[7]

Domnívám se, že vývoj zabezpečovacích systémů bude zaměřen na dosažení přesnější detekce, která umožní od sebe důsledně rozlišovat osoby a zvířata a zamezí tak vzniku zbytečným planým poplachům.

Dalším možným směrem je dosažení přesné lokalizace místa narušení. Do budoucna lze předpokládat možnosti kvalitnějšího a podrobnějšího nastavování PZS ústředem ze vzdáleného počítače, nebo přímo z telefonu.

Nelze opomenout také předpokládané zdokonalení přenosových zpráv na PPC, s cílem přenášet obraz prostřednictvím internetu v reálném čase za účelem přímého sledování narušitele objektu a možnosti účinné a přesné navigace zásahové jednotky k dopadení narušitele.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout základní možnosti a specifika zabezpečení fotovoltaické elektrárny.

Hlavní důraz je u objektu tohoto typu kladen na zabezpečení perimetrické ochrany, v rámci které lze použít širokou škálu detektorů, a dále na zabezpečení předmětové ochrany, zaměřené v tomto případě na solární kolektory.

Perimetrická ochrana fotovoltaické elektrárny, posuzované v praktické části této práce, byla řešena pomocí infračervených závor a standardních bezpečnostních kamer. Důmyslnějším a účinnějším řešením se jeví použití mikrovlnných bariér, doplněných bezpečnostními, otočnými PTZ kamerami. Kombinací těchto dvou systémů a jejich provázáním lze dosáhnout vysoce spolehlivé ochrany perimetru.

Předmětová ochrana je u posuzovaného objektu zabezpečena velmi dobře, proto nebyly navrženy žádné změny jejího řešení.

Každý bezpečnostní systém je prolomitelný. Úkolem bezpečnostních systémů je tedy minimalizovat případná rizika napadení zabezpečeného objektu, to znamená několikanásobně prodloužit potřebný časový interval na překonání použitých bezpečnostních prvků a systémů ze strany narušitele, případně narušitele od jeho úmyslu odradit. Při návrhu konkrétního bezpečnostního řešení je potřeba vždy zvážit výhody i nevýhody jednotlivých systémů, s přihlédnutím k finančním možnostem investora.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of this Bachelor's thesis is to summarize the basic security options and specifications of the photovoltaic power plant.

A wide range of detectors can be used in a perimeter protection, which is the most important type of protection in this type of buildings, following the security of subjects, in this case focused on the solar collectors.

The perimeter protection of the photovoltaic power plant, mentioned in the practical part of this work, was projected by using standard infrared barriers and security cameras. More sophisticated and effective solution appears to be the microwave barriers, supported by the security rotational PTZ cameras. The combination and linking of these two systems can achieve highly reliable perimeter protection.

No changes of the subject protection were proposed, because subjects of the building are secured very well.

Every security system is breakable. The role of security systems is to minimize any exposure to security threats of the securable object, that means to extend the interval needed to break the security components and systems from the intruder, eventually to discourage the intruder from his intention. Advantages and disadvantages of various systems have to be considered carefully, including financial possibilities of the investor.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČANDÍK, Marek. *Technické prostředky bezpečnostního průmyslu*. Zlín : UTB ve Zlíně, 2005. 117 s. ISBN 8073183285.
- [2] IVANKA, Ján. *Mechanické zábranné systémy*. Zlín : UTB ve Zlíně, 2010. 151 s. ISBN 978-80-7318-910-5.
- [3] IVANKA, Ján. *Systemizace bezpečnostního průmyslu*. Zlín : UTB ve Zlíně, 2009. 123 s. ISBN 978-80-7318-850-4.
- [4] KINDL, Jiří. *Projektování bezpečnostních systémů I*. Zlín : UTB ve Zlíně, 2007. 134 s. ISBN 978-80-7318-554-1.
- [5] KŘEČEK, Stanislav a kol. *Průručka zabezpečovací techniky*. Blatná : Cricetus, 2006. 351 s.
- [6] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů : II. díl - Elektrické zabezpečovací systémy*. Praha : PA ČR, 2005. 227 s. ISBN 80-7251-189-0.
- [7] *ADI GlobalDistribution* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. ADI Global. Dostupné z WWW: <<http://www.adiglobal.cz/iiWWW/cz/produkty110.nsf/wp/domu>>.
- [8] *Apleg ploty* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Apleg ploty. Dostupné z WWW: <<http://www.apleg-ploty.cz/>>.
- [9] *ASSA ABLOY Czech & Slovakia* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. ASSA ABLOY Czech & Slovakia. Dostupné z WWW: <<http://www.fab.cz/>>.
- [10] *DELNET* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Elektroinstalace a slaboproudé systémy. Dostupné z WWW: <<http://delnet.cz/>>.
- [11] *Elerktrika* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Zabezpečení fotovoltaických elektráren. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/zabezpeceni-fotovoltaickych-elektraren>>.
- [12] *EUROALARM* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. EUROALARM. Dostupné z WWW: <<http://www.euroalarm.cz/>>.
- [13] *HENIG - security servis* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Fyzická ostraha objektů. Dostupné z WWW: <<http://www.henig.cz/bezpecnostni-sluzby/fyzicka-ostraha-objektu>>.

- [14] *Instalace elektro* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Elektrické zabezpečovací systémy. Dostupné z WWW: <<http://www.instalaceelektro.cz/slaboproud/EZS/>>.
- [15] *JVPROJECT* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Seznam FVE v České republice. Dostupné z WWW: <<http://www.jvproject.cz/index.htm>>.
- [16] *7 Marsyas Development a.s.* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Perimetr Locator. Dostupné z WWW: <<http://www.7md.cz/reseni/perimetr-locator/predmetova-ochrana/>>.
- [17] *Nazeleno* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Zabezpečení fotovoltaické elektrárny: Jak na to?. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika-1/zabezpeceni-fotovoltaicke-elektrarny-jak-na-to.aspx>>.
- [18] *SEGURO* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. SEGURO. Dostupné z WWW: <<http://www.seguro.cz/index.php>>.
- [19] *Sup Digital Security Servis* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Mikrovlnné bariéry. Dostupné z WWW: <http://web.supdigitalsecurity.sk/?page_id=29>.
- [20] *SYSTEMALARM* [online]. 2011 [cit. 2011-05-1]. Střežení plotu pomocí senzorického kabelu. Dostupné z WWW: <<http://www.systemalarm.cz/systemalarm/16-PERIMETR/32-Strezeni-pomoci-senzor-kabelu>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FVE	Fotovoltaická elektrárna
PZS	Poplachový zabezpečovací systém
PPC	Poplachové přijímací centrum
MSZ	Mechanické zábranné systémy
EPS	Elektrická požární signalizace
FM	Frekvenční modulace
PIR	Passive InfraRed senzor
GSM	Global System for Mobile Communications
PTZ	Pan Tilt Zoom
RFID	Radio Frequency Identification
CCD	Charge – Coupled Device
UPS	Uninterruptible Power Supply
CCTV	Closed – Curcuit Television
MW	Microwave

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Oplocení areálu[8]</i>	15
<i>Obr. 2 Vrcholová zábrana[8]</i>	16
<i>Obr. 3 Vstupní brána[8]</i>	17
<i>Obr. 4 Pyramida bezpečnosti[9]</i>	18
<i>Obr. 5 Bezpečnostní cylindrická vložka[9]</i>	18
<i>Obr. 6 Bezpečnostní visací zámek[9]</i>	19
<i>Obr. 7 Blokové schéma poplachového zabezpečovacího systému[6]</i>	20
<i>Obr. 8 Senzorický kabel[20]</i>	21
<i>Obr. 9 Mikrofonní kabel[7]</i>	21
<i>Obr. 10 Kabel na bázi optických vláken[7]</i>	22
<i>Obr. 11 Kapacitní kabel[7]</i>	22
<i>Obr. 12 Akcelerační RFID čip[7]</i>	23
<i>Obr. 13 Štěrbinový kabel[7]</i>	24
<i>Obr. 14 Princip detekce pohybu feromagnetických materiálů[7]</i>	24
<i>Obr. 15 Infrazávory[18]</i>	25
<i>Obr. 16 Infrabariéry[7]</i>	26
<i>Obr. 17 PIR detektor[7]</i>	27
<i>Obr. 18 Mikrovlnné bariéry[19]</i>	28
<i>Obr. 19 Rozmístění mikrovlnných bariér[7]</i>	29
<i>Obr. 20 Duální detektor PIR+MW[7]</i>	29
<i>Obr. 21 Ústředna PZS[14]</i>	30
<i>Obr. 22 Standardní kamera[7]</i>	31
<i>Obr. 23 PTZ kamera[7]</i>	31
<i>Obr. 24 Fyzická ostraha[13]</i>	33
<i>Obr. 25 Situace objektu FVE</i>	35
<i>Obr. 26 Vstupní dvoukřídlová brána</i>	38
<i>Obr. 27 Vstupní branka</i>	38
<i>Obr. 28 Klávesnice</i>	39
<i>Obr. 29 Infračervené závory</i>	40
<i>Obr. 30 Bezpečnostní kamera</i>	41
<i>Obr. 31 Propletené vedení</i>	42

<i>Obr. 32 Trafostanice</i>	43
<i>Obr. 33 Ústředna PZS[15]</i>	44
<i>Obr. 34 Blokové schéma stávajícího bezpečnostního systému</i>	46
<i>Obr. 35 Blokové schéma navrhovaného propojení obou bezpečnostních systémů</i>	46
<i>Obr. 36 Mikrovlnné Bariéry Hesa HE340, HE370, HE400[12]</i>	47
<i>Obr. 37 Přejezení plotu narušitelem[12]</i>	51
<i>Obr. 38 Detekování silného větru[12]</i>	51
<i>Obr. 39 Natáčení PTZ kamer za příslušným čipem[16]</i>	51
<i>Obr. 40 Detekční charakteristika laserového detektoru[7]</i>	52

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Stávající systém zabezpečení</i>	49
<i>Tab. 2 Navržený systém zabezpečení</i>	49