

Inovace zabezpečovacího a přístupového systému na fotovoltaické elektrárně

Innovation of Security and Access System at Photovoltaic Energy
Plant

Bc. Pavel Dráb

Diplomová práce
2014

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel DRÁB**

Osobní číslo: **A10370**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Inovace zabezpečovacího a přístupového systému
na fotovoltaické elektrárně.**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši k tématu užití fotovoltaiky.
2. Analyzujte aspekty bezpečnosti provozování fotovoltaické elektrárny.
3. Analyzujte stávající zabezpečovací a přístupový systém.
4. Zpracujte projektový záměr nového systému.
5. Analyzujte aspekty realizace nového systému a jejich zhodnocení technické, funkční i ekonomické.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Sen Zekai: Solar Energy Fundamentals and modeling Techniques.London-Springer, 2008, ISBN -13:9781848001336
2. Rybář P. a kol. Denní osvětlení a oslunění budov. Brno-ERA group spol.s r.o., 2002. ISBN 80-86517-33-0
3. HRUŠKA,F. Projektování řídicích a informačních systémů. Učební texty. 1.vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, 2010, s.175. ISBN 978-80-7318-979-2
4. Křeček, S a kol.: Příručka zabezpečovací techniky / Stanislav Křeček a kolektiv. - Vyd. 2.. - S.l. : Cricetus, 2003. - 351 s. : il.; ISBN 80-902938-2-4
5. Krejčířík A.: SMS : střežení a ovládání objektů pomocí mobilu a SMS : GSM pagery a alarmy : princip, použití, návody, příklady / Alexandr Krejčířík. - 1. vyd.. - Praha : BEN - technická literatura, 2004. - 303 s. : il., ISBN 80-7300-082-2
6. Schneider Electric CZ, I/NET Seven zabezpečovací a přístupový systém . Praha : Schneider Electric CZ, 2005
7. Kindl, Jiří. Projektování bezpečnostních systémů : EPS, EZS. I.díl . Vyd.1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2004, 134 s. ISBN 80-7318-165-7
8. Neil Comming. Security: A Guide to Security System Design and Equipment Selection and Installation, Second Edition. ISBN-10: 0750696249

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. František Hruška, Ph.D.**

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce: **24. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce pojednává o provozování fotovoltaické elektrárny, jejích typech a věnuje se možným rizikům provozování FVE. Seznamuje s konkrétní elektrárnou a systémem jejího zabezpečení. Předkládá konkrétní nedostatky v současném řešení zabezpečení a navrhuje nové prostředky pro ochranu objektu.

Vlastníkovi objektu navrhuje modulární systém vylepšení systému, včetně ceny navržené inovace.

Klíčová slova:

Fotovoltaická elektrárna, zabezpečovací systém, kamerový systém, přístupový systém, bezpečnost, ochrana

ABSTRACT

The work deals with the operation of photovoltaic power plants, its types and focuses on the potential risks the operation of photovoltaic power. It introduces the specific plant and its security system. It presents specific deficiencies in current security solutions and propose new tools for building protection.

Object owner proposes modular system improvements, including prices proposed innovation.

Keywords:

Photovoltaic power, security system, CCTV system, access control system, security, protection

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce, panu docentu Hruškovi za pomoc, skvělou spolupráci, trpělivost a vedení při zpracování mé práce.

Děkuji také pracovníkům společnosti NWT a.s. za umožnění využití informací o konkrétním projektu jejich práce.

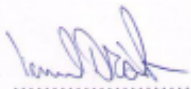
Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/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 diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/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 diplomovou/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 – diplomovou/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 diplomové/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 diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 19. 5. 2014


.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 TECHNOLOGIE FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN.....	11
1.1 VYUŽITÍ FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN	11
1.2 PRINCIP FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN	12
1.2.1 Fyzikální podstata světla	12
1.3 POUŽÍVANÉ TECHNOLOGIE A SYSTÉMY	13
1.3.1 Princip polovodičového fotovoltaického článku.....	13
1.3.2 Systémy připojené k elektrické rozvodné síti	14
1.3.3 Autonomní systémy	15
1.4 POUŽÍVANÉ MATERIÁLY	15
1.4.1 První generace	15
1.4.2 Druhá generace.....	16
1.4.3 Třetí generace.....	16
1.4.4 Čtvrtá generace.....	16
1.4.5 Nové trendy vývoje fotovoltaických článků	16
1.5 ZAŘÍZENÍ SOLÁRNÍCH ELEKTRÁREN	17
1.5.1 Akumulátory	17
1.5.2 Měníče proudu – invertory	18
1.5.3 Měření vyrobené energie.....	18
1.5.4 Záložní zdroj	19
1.6 VÝHODY A NEVÝHODY	19
2 BEZPEČNOST PROVOZOVÁNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY.....	21
2.1 MOŽNÁ RIZIKA PROVOZU FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY	21
2.2 TEORIE ZABEZPEČOVACÍCH SYSTÉMŮ	22
2.2.1 Operační hledisko.....	23
2.2.2 Technické hledisko.....	24
2.2.3 Základní druhy ochrany	25
2.3 PRINCIP ELEKTRONICKÉHO ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU	27
2.3.1 Dělení čidel elektrických zabezpečovacích systémů	28
2.3.2 Druhy technické obrany dle umístění čidel.....	29
2.4 PRINCIP PŘÍSTUPOVÝCH SYSTÉMŮ	30
2.5 PRINCIP KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
3 ANALÝZA ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU FVE HULÍN.....	35
3.1 ANALÝZA EZS	35
3.1.1 Rozdělení objektu.....	35
3.1.2 Funkce systému	36
3.1.3 Prvky systému	37
3.2 ANALÝZA ACS	41
3.2.1 Funkce systému	41
3.2.2 Prvky systému	41

3.3	ANALÝZA CCTV.....	44
3.3.1	Funkce systému	44
3.3.2	Prvky systému	44
3.4	SOUHRN FUNKCÍ CELKOVÉHO ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU – POPIS NEDOSTATKŮ.....	46
4	NÁVRH NOVÉHO ŘEŠENÍ.....	48
4.1	NÁVRH NOVÉHO SYSTÉMU EZS	48
4.2	NÁVRH NOVÝCH PRVKŮ PRO CCTV	50
4.3	NÁVRH UŽITÍ BIOMETRICKÝCH PRVKŮ PRO SYSTÉM ACS	51
4.4	ROZHLASOVÝ SYSTÉM.....	52
5	NÁVRH REALIZACE.....	53
5.1	MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU NOVÝCH PRVKŮ SYSTÉMU EZS	53
5.2	PROBLEMATIKA ÚBYTKU NAPÁJENÍ NA VEDENÍ.....	55
5.3	MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU NOVÝCH PRVKŮ CCTV	59
5.4	MONTÁŽ A UVEDENÍ DO PROVOZU BIOMETRICKÝCH PRVKŮ SYSTÉMU ACS.....	59
6	TECHNICKÉ A FUNKČNÍ ZHODNOCENÍ	61
7	CENOVÝ NÁVRH JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	63
7.1	SYSTÉM EZS	63
7.2	SYSTÉM ACS	65
7.3	SYSTÉM CCTV	66
	ZÁVĚR	69
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	70
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	71
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK.....	75

ÚVOD

Cílem mé diplomové práce bylo dle zadání majitele a provozovatele fotovoltaické elektrárny popsat a zanalyzovat současný stav kompletního zabezpečení provozovaného objektu. Dle zadání jsem také navrhl typové řešení pro jednotlivé části zabezpečení objektu.

Snahou bylo především podrobně popsat samotný princip FVE, druhy FVE, její výhody a nevýhody. V další části jsem se zaměřil na samotné zabezpečení objektu a možná rizika provozování zařízení jako je fotovoltaická elektrárna.

Praktická část mé diplomové práce je rozdělena na dvě části. V první části se věnují popisu jednotlivých navržených inovovaných částí systému. Inovace se týká systémů EZS, CCTV a ACS.

Druhá část praktické části se věnuje popisu jednotlivých vlastností nově navržených prvků, popisu jejich zapojení a částečně i uvedení do provozu. Součástí návrhu je také finanční analýza, která obsahuje cenu všech navržených komponent.

Má práce má provozovateli konkrétní fotovoltaické elektrárny nabídnout možnost inovovat systém zabezpečení jako celek nebo po jednotlivých částech. Inovace je navržena jako modulární.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE FOTOVOLTAICKÝCH ELEKTRÁREN

Energie je jednou z nejdůležitějších věcí na této planetě. Činnost, pohyb, vývoj, to vše je doprovázeno přeměnou energie z jedné formy do formy jiné. Na konci většiny takovýchto přeměn je takzvané nízkopotenciálové teplo, které se rozptýlí do okolního prostředí a není již dále využitelné. Energie se – na rozdíl třeba od vody nebo kovů – nikdy nedá zcela recyklovat. K tomu, aby systém fungoval, potřebujeme stálou dodávku energie. Stálou dodávku energie potřebuje biosféra, tj. živé organismy, i technosféra, tj. naše civilizace. Celá biosféra již po mnoho milionů let spolehlivě funguje na sluneční energii, kterou zachycují rostliny a ukládají ji ve formě organických sloučenin. Ty pak využívají jako svou potravu (zdroj energie) i živočichové, včetně člověka. Takto může biosféra fungovat v podstatě neomezenou dobu.

Horší je to ale s technosférou. Většinu energie bere totiž z fosilních paliv, tj. ze zásob, které tu rostliny po miliony let vytvářely a které my nyní čerpáme rychlostí o několik řádů vyšší. Snad již celý svět chápe, že využívání obnovitelných zdrojů energie je jediná možná cesta. Sluneční záření je nejdůležitější obnovitelný zdroj energie, který je zároveň naprosto čistý. Je tedy perspektivní v dlouhodobém časovém horizontu a proto se problematice využití solární energie věnuje velká pozornost.

1.1 Využití fotovoltaických elektráren

Na naši planetu trvale dopadá záření o výkonu zhruba $P = 1,8 \cdot 10^{17}$ W a to jen s mírnými výkyvy v závislosti na sluneční aktivitě a roční době. Tato hodnota je o tři řády vyšší než výkon, jaký vyrobí a spotřebuje celé lidstvo. Je však nutné si uvědomit, že z dopadající energie lze využít jen malá část. Solární elektrárny prozatím nejsou schopny konkurovat velkokapacitním elektrárnám na fosilní paliva, jaderným elektrárnám, ani velkým hydroelektrárnám. Účinně se však uplatňují jako lokální a doplňkový zdroj elektrické energie.

Zvlášť velký význam má sluneční energie v odlehlých místech Země, kde nezasahuje elektrifikační síť a její budování by bylo finančně náročné. Zdroj vodní energie zde nemusí být dostupný a využití motorových generátorů je rovněž finančně náročné.

Nízké stejnosměrné napětí 12-48 V je sice určitou překážkou, ale dnes již většina běžně využívaných spotřebičů existuje v provedení 12-24 V. Navíc lze takovéto napětí pomocí

měníče převést na střídavých 230 V. Překážkou nejsou ani další nevýhody jako využitelnost solárních elektráren maximálně 30 % v místech s ideálními slunečními podmínkami. Nevýhodu nečiní ani to, že sluneční svit není rovnoměrný a v noci, kdy je potřeba energie nejvyšší Slunce, nesvítí vůbec. Tyto nerovnoměrnosti mohou vyrovnat akumulátory buď klasické, nebo efektivnější způsob akumulace energie do vodíku vyráběného elektrolýzou vody. Takto vyrobený vodík lze pak využít jako palivo do spalovacích motorů na vodík s minimem exhalací nebo k výrobě elektrické energie řízenou elektrochemickou reakcí v tzv. palivových článcích. Pro přímé využití sluneční energie potřebujeme vhodné zařízení, které je schopno přeměnit sluneční energii na elektřinu. Dnes nejběžněji využívaným zařízením je fotovoltaický článek.

1.2 Princip fotovoltaických elektráren

Přeměna solární energie na jiné formy má již letitou tradici. Dnes nejrozšířenější a nejperspektivnější způsob přeměny solární energie na elektrickou je přímá přeměna v polovodičových fotovoltaických panelech. Vzniklý stejnosměrný proud lze použít pro napájení spotřebičů, dobíjení akumulátorů nebo k výrobě vodíku elektrolýzou vody a následné akumulaci energie v této formě. Pomocí měničů lze stejnosměrný proud elektronicky měnit na proud střídavý.

1.2.1 Fyzikální podstata světla

Světlo vnímáme jako samozřejmost a nad jeho fyzikální podstatou často ani nepřemýšlíme. Dnes víme, že světlo jsou příčné elektromagnetické vlny v poměrně úzké oblasti vlnových délek, a projevují se současně jako tok fotonů.

Elektromagnetické vlny mohou mít vlnové délky ve velmi širokém rozmezí od řádu 10^{13} m i kratší až po tisíce metrů nebo i delší. Z toho viditelné záření neboli světlo tvoří jen úzkou oblast v intervalu vlnových délek 380 nm až 760 nm a každá vlnová délka odpovídá různé barvě. Se vzrůstající vlnovou délkou v tomto intervalu přecházejí barvy postupně od fialové přes modrou, zelenou, žlutou až k červené.

Sluneční světlo vnímáme jako bílé, protože je složeno ze spojitého spektra všech barev. Jeho spektrum můžeme rozložit pomocí hranolu nebo optické mřížky.

Zajímavou vlastností elektromagnetických vln je jejich duální charakter. Chovají se zároveň jako vlny i jako částice. Vlnový charakter se projevuje u záření s delší vlnovou délkou a částicový neboli korpuskulární charakter u záření s kratší vlnovou délkou.

Jako příklad korpuskulárních projevů elektromagnetického záření můžeme uvést fotoelektrický jev, který je interakcí dopadajících fotonů s elektrony uvnitř materiálu.

[1]

1.3 Používané technologie a systémy

Jestliže chceme hovořit o výrobě elektřiny, pak máme na mysli generování elektrického proudu. Elektrický proud je tvořen proudem elektronů, které se pohybují od záporného pólu skrz spotřebič (zátěž) zpět do kladného pólu zdroje. Elektrický proud v kovových vodičích je pohyb elektronů.

1.3.1 Princip polovodičového fotovoltaického článku

Abychom přeměnili energii proudu fotonů na energii pohybujících se elektronů, jsou nutné dvě základní věci:

- volné elektrony,
- elektrický potenciál.

Volné elektrony jsou k dispozici v každém kovu, problémem je jak jim dodat potřebnou energii a jak je správně nasměrovat. Záření se za určitých podmínek chová jako proud částic takzvaných fotonů. Fotony slunečního záření jsou schopny předat svou energii elektronům v kovu nebo polovodiči. Pokud tedy ozařujeme povrch kovů dostatečným množstvím záření, dojde k vypuzení elektronu z povrchu kovu. Elektron po sobě zanechá v kovu kladný náboj, tzv. díru. Jedná se o fotoelektrický jev. Jestliže však elektron zůstane v kovu, dojde k jeho opětovnému přitažení k díře a energie se uvolní jako nevyužitelné teplo. Proto je nutné oddělit od sebe elektrony a díry a donutit elektrony dříve než zapadnou zpět, aby prošly elektrickým obvodem a vydaly získanou energii ze slunečního záření na spotřebiči. Pro takovéto oddělení se lepe než kovy osvědčily polovodiče.

Polovodič je látka, která má vlastnosti mezi kovy a izolanty. Nemají volné elektrony, ale jednoduše v nich mohou vznikat například teplem nebo právě dopadajícím zářením.

K oddělení elektronů a děr je zapotřebí vytvořit v polovodičích takzvaný p-n přechod. Nejjednodušeji lze vytvoření p-n přechodu vysvětlit na polovodiči křemíku. Tuhý křemík je tvořen atomovou mřížkou atomů křemíku, kterou jsou navzájem spojeny kovalentní vazbou – nevyskytují se zde žádné volné elektrony. K uvolnění elektronu však stačí dodat poměrně malé množství energie. Křemík při běžné teplotě vede v malé míře elektrický proud, se zvyšováním teploty se vodivost zvyšuje. Podobně se křemík chová i při osvětlení slunečním světlem.

Důležitým prvkem pro zvýšení vodivosti křemíku je obsah určitých příměsí. Většinou se přidává malé množství fosforu nebo boru – jedná se o tzv. dopování křemíku.

Pokud křemík dopujeme fosforem, vzniká polovodič typu **n**, který má nadbytečné elektrony a je více vodivý než čistý křemík. Pokud dopujeme borem, vzniká polovodič typu **p** s nadbytečnými dírami. Spojením obou polovodičů vzniká **p-n** přechod a tímto spojením dojde k tomu, že ve snaze vyrovnat koncentrace difundují elektrony do části p a díry do části n. Výsledkem tohoto procesu je výrazné snížení vodivosti v oblasti p-n přechodu a vytvoření elektrického potenciálu, na p-části přechodu je záporný náboj a na n-části je kladný. Této vlastnosti se využívá u usměrňovacích diod, pokud kladný pól zdroje napětí připojíme na p stranu, budeme elektrony takzvaně odsávat a na n stranu připojíme záporný pól zdroje a elektrony zde budou přitékat. Z toho vyplývá, že proud může procházet přes p-n přechod. Obrácením polarity dojde ke snížení počtu elektronů v n-části a proud neprochází.

Fotovoltaický článek je v podstatě velkoplošná dioda. V malé hloubce pod povrchem tenkého plátku křemíku je vytvořen p-n přechod, který je opatřen vhodnými kovovými kontakty. Pokud na něj dopadá sluneční záření, dochází ke generování volných elektronů a děr. Elektrické pole p-n přechodu je oddělí a pošle na opačné strany. Elektrony do vrstvy n, která se stává záporným pólem a díry do vrstvy p, která tvoří kladný pól.

Solární systémy se většinou dělí na dva typy.

1.3.2 Systémy připojené k elektrické rozvodné síti

Tento typ připojení je základním problémem fotovoltaických systémů, a to jak zajistit, aby veškerá vyrobená energie byla využita. Elektrická síť je většinou velmi rozlehlá, dokáže

přenášet velké výkony a obsahuje mechanismy, které zajistí v každém okamžiku rovnováhu mezi výrobou a spotřebou. Fotovoltaické články produkují stejnosměrný proud, a proto je nutné použít vhodný měnič, který převede například 12 V stejnosměrného napětí na 230V střídavého napětí o frekvenci 50 Hz. Měnič musí pracovat ve fázi s rozvodnou sítí a celý systém se musí od sítě odpojit v okamžiku, kdy je v síti vypnut proud.

1.3.3 Autonomní systémy

Systémy připojené do rozvodné sítě jsou ale nejdražším zdrojem elektrické energie. Vyplatí se stavět pouze v případě vysokých výkupních cen takto získané energie. Naopak autonomní systémy, které jsou vhodné do míst, kde rozvodná síť neexistuje a její realizace by byla velmi finančně náročná, splňují přesně opačné podmínky.

V takových instalacích se fotovoltaika využívá například pro čerpání vody z hlubinných vrtů, osvětlení domů v kombinaci s úspornými LED světelnými zdroji, zajištění napájení pro komunikační systémy v odlehlých částech planety, nebo například pro chlazení v tropických částech světa. V poslední době se také začínají uplatňovat jako malé nabíječky pro přenosné počítače, mobilní telefony apod.

[2]

1.4 Používané materiály

Základním materiálem pro výrobu fotovoltaických článků je křemík. Fotovoltaické články jsou na bázi křemíku – monokrystalické, polykrystalické a amorfní (tenké vrstvy). Křemík má mnoho výhod. Jde o druhý nejrozšířenější prvek v zemské atmosféře. Z tohoto důvodu je také levný, snadno dostupný, nejedovatý a také pravděpodobně nejvíce prozkoumaným polovodičem vůbec.

Během padesátiletého vývoje byla vyvinuta řada typů a konstrukcí fotovoltaických článků s využitím řady různých materiálů. Pro přehlednost se rozdělují na čtyři generace.

1.4.1 První generace

Jedná se o články vyráběné z destiček monokrystalického křemíku, tyto obsahují velkoplošný p-n přechod. Tento typ se vyznačuje dobrou účinností a dlouhodobou

stabilitou výkonu. Je však vyráběn z velmi čistého křemíku a proto je velmi drahý a náročný na výrobu.

1.4.2 Druhá generace

Snaha snížit náklady na výrobu dala vzniknout druhé generaci fotovoltaických článků. Druhá generace je již vyráběna z tenkovrstvého polykrystalického, mikrokrystalického nebo amorfního křemíku. Hlavní nevýhodou těchto materiálů je jejich nižší účinnost a menší stabilita výkonu. Tenkovrstvé články se v poslední době uplatňují v aplikacích, kde je požadována pružnost a ohebnost.

1.4.3 Třetí generace

Třetí generaci tvoří materiály, které využívají k separaci nábojů jiné metody než p-n přechod a také jiné materiály než polovodiče. Jedná se například o fotoelektrochemické články, polymerní články nebo například nanostruktury ve formě uhlíkových nanotrubiček nebo nanotyčinek. Výhodou takovýchto struktur je možnost cíleně ovlivňovat optické a elektrické vlastnosti. Tyto články se prozatím v praxi neuplatňují, protože mají malou účinnost a nízkou stabilitu výkonu. V poslední době se přiblížil ke komerční výrobě flexibilní článek vytvořený z organických polymerů.

1.4.4 Čtvrtá generace

Zde se začínají uplatňovat kompozitní materiály, tzn., že z jednotlivých vrstev složené fotovoltaický články, které jsou schopny efektivně využívat širokou část slunečního spektra. Tyto články pracují na principu vrstev, z nichž každá zpracovává záření o určité vlnové délce a ostatní propouští do hlubších vrstev, kde je využito.

1.4.5 Nové trendy vývoje fotovoltaických článků

Vzhledem k velkému růstu v oblasti fotovoltaického průmyslu dochází k nedostatku křemíku a proto je vyvíjena snaha nahradit křemík jinými materiály. Většina nových článků je tenkovrstvá a lze je vyrábět pomocí napařování, elektrodepozicí nebo dokonce tisknutím, což jsou metody s dobrou produktivitou a potenciálem pro snižování nákladů. Jedná se především o níže popsané typy.

- Galiuarsenid – tenkovrstvé články, které lze vyrábět s vlastnostmi přizpůsobenými potřebám aplikace. Mají vysokou absorpci záření, tj. jsou schopny zachytit téměř

všechno záření, které na ně dopadá. Nevýhodou je, že galium je vzácnějším prvkem než zlato a arsen je jedovatý kov.

- Diselenid mědi a india – vyznačují se vysokou schopností absorpce. Dosahují tak velké účinnosti a díky tenkovrstvé konstrukci jde o poměrně levné články.
- Telurid kadmia – vykazují rovněž velkou schopnost absorpce a nízké náklady na výrobu.
- Články využívající organické látky – jsou zaměřeny především na nízkou cenu, pružnost a ohebnost. Tento segment je však poměrně novým odvětvím a vývoj je zatím velmi nepřehledný, i když se jeví jako velmi slibným.

[3]

1.5 Zařízení solárních elektráren

Součástí technologie solárních elektráren není pouze samotný fotovoltaický článek, ale také mnoho dalších zařízení nutných k výrobě, přeměně či akumulaci vyrobené energie. Využití jednotlivých komponentů se liší v závislosti na účelu pro který je solární elektrárna stavěna.

1.5.1 Akumulátory

Využívají se především u autonomních systémů. Vzhledem k jejich využití ale tyto systémy výrazně prodražují. V některých případech aplikací může cena akumulátorů dosahovat 40 až 60 % ceny celého systému. Životnost běžně používaných akumulátorů je většinou poloviční než životnost samotných fotovoltaických panelů. Běžně jsou využívány následující typy akumulátorů:

- Olověné akumulátory – jsou optimalizovány pro hluboké vybíjení a mají nízké procento samovybíjení. V technologii výroby těchto akumulátorů již nelze předpokládat větší pokroky, protože je již dlouho dobu zvládnuta.
- Alkalické akumulátory – patří sem například nikl-kadmiové, nikl-metalhydridové nebo nikl-ocelové akumulátory. Jejich bezesporou výhodou je delší životnost než

u předešlých typů akumulátorů. Nevýhodou tvoří takzvaný paměťový efekt, což je pokles kapacity, pokud nedojde k občasnému úplnému vybití.

- Lithium-iontové akumulátory – tento typ je dnes již také běžně používán ve spotřební elektronice. Pro masové použití ve fotovoltaice jsou však zatím velmi drahé, i když se již začínají používat. Velkou výhodou je jejich nízká hmotnost, netrpí paměťovým efektem a mají zanedbatelné samovybití. Nevýhodou tvoří krátká životnost tohoto typu akumulátorů.

Dalšími způsoby akumulace vzniklé energie je například použití superkondenzátorů, ukládání ve formě mechanické energie rotujícího setrvačnicku, ukládání ve formě vodíku nebo tlakové energie stlačeného vzduchu.

1.5.2 Měníče proudu – invertory

Vznikající stejnosměrný proud z fotovoltaických článků nelze jednoduše transformovat, tj. měnit velikost napětí. Pokud tedy chceme stejnosměrný proud vyrobený fotovoltaickými články dodávat do rozvodné sítě, musíme jej přeměnit na dané napětí. Jedná se o přeměnu na 230 V, případně více pokud jde o fotovoltaické elektrárny velkých výkonů.

Použité měniče nejdříve pomocí spínacích obvodů přemění stejnosměrný proud na střídavý a ten je následně transformován na potřebné napětí.

Velký význam má kromě napětí, výkonu a frekvence také tvar, který měnič produkuje. Nejvýhodnější je sinusový tvar. Měníče vytvářející tento tvar jsou ale také nejdražší. Kvazisinusové měniče aproximují sinusový průběh stupňovitou křivkou a obdélníkové nebo lichoběžníkové průběhy jsou pro rozvodnou síť nepřijatelné.

Při dodávkách proudu do rozvodné sítě je používán synchronní měnič, který je správně přirázován k síti. Takto vyrobený proud je nutné také měřit a zajistit, aby v případě poruchy došlo k odpojení.

1.5.3 Měření vyrobené energie

Vyrobene množství energie je nutné měřit. Měření probíhá přesnými a cejchovanými elektroměry. U dnešních fotovoltaických systémů jde především o prodej vyrobené energie, a proto je nutné ji přesně měřit. V instalacích na rodinných domech jsou běžně používány dva elektroměry. Jeden měří vyrobenou elektřinu z fotovoltaických článků a druhý odebíranou z rozvodné sítě.

1.5.4 Záložní zdroj

Jestliže se jedná o fotovoltaický systém, který nedodává vyrobenou elektřinu do rozvodné sítě, je nutné mít instalován záložní zdroj energie pro období nedostatečného slunečního svitu. Jedná se nejčastěji o elektrocentrály s motory na benzín, nebo u větších výkonů se využívá dieselový agregát. Využívají se především pro dobíjení akumulátorů nebo pro pohon spotřebičů, které mají větší příkon, než je solární systém schopen dodat.

[4]

1.6 Výhody a nevýhody

Největší výhodou stavby fotovoltaických elektráren je bezesporu výnos za odprodej vyrobené elektrické energie. Pokud jde ovšem o systémy větších rozměrů. Ruku v ruce s těmito výnosy však jde také zvyšování ceny za spotřebovanou energii vyrobenou v elektrárnách na fosilní paliva. Tímto zvyšováním cen je nutné kompenzovat náklady na výkup takzvané zelené energie. Další velká výhoda je v ekologičnosti výroby elektrické energie. Křemík obsažený ve fotovoltaických článcích je druhým nejrozšířenějším prvkem na planetě, není jedovatý a výroba článků již není v dnešní době ekonomicky náročná. V rozporu s ekologií je však instalace solárních elektráren na rozlehlých zemědělských plochách, které se v dnešní době využívají pro stavby solárních systémů. Trendem však již dnes je přesunout velké instalace ze zemědělské půdy například na střechy velkých průmyslových objektů nebo znehodnocených pozemků, například skládek nebo pozemků navázejících po povrchové těžbě hnědého uhlí. Nejenom znehodnocení zemědělské půdy, ale také změna vzhledu krajiny a zamezení přirozené migrace živočichů, je velkým zásahem do přírodního prostředí. Nevýhodou výroby elektrické energie z tohoto obnovitelného zdroje je kontinuita dodávek vyrobené energie. Dodávky do rozvodné sítě kolísají v závislosti na střídání dne a noci. Během dne je schopna fotovoltaická elektrárna dodávat téměř maximum své projektované kapacity, v průběhu noci však energii nevyrábí a rozvodná síť nemusí být schopna vyrovnávat tyto rozdíly. Navíc během noci je odběr proudu daleko větší než během dne. V souvislosti s dodávkami proudu do rozvodných sítí z fotovoltaických elektráren vyvstává problém s přenosovou kapacitou rozvodné sítě. Instalovaný výkon všech fotovoltaických systémů na území České republiky již téměř dosahuje maxima, které dokáže naše rozvodná síť zvládnout.

Instalace solárních systémů na střechy rodinných domů je výhodná také ve výnosech pro soukromého investora, která je navíc bonifikována takzvaným zeleným bonusem. Návratnost je uvedena v tabulce.

[3]

Tabulka 1 Srovnání FVE dle výkonu [Zdroj: www.separaeko.cz]

Celkový výkon FV systému	2,3 kW	5,4 kW
Požadovaná plocha	17 m ²	41 m ²
Orientace střechy vůči jihu	0°	0°
Celková investice - dodávka, montáž	294 879,00 Kč	638 426,00 Kč
1 kWp	128 208,00 Kč	118 227,00 Kč
Výnos při předpokládané roční výrobě	2 157 kWh	5 133 kWh
Cena elektřiny ze sítě	4,76 Kč	4,76 Kč
Zelený bonus	11,91 Kč	11,91 Kč
Úspora EON	10 276,00 Kč	24 433,00 Kč
Fakturace zelený bonus	25 690,00 Kč	61 134,00 Kč
Celkový roční výnos	35 957,00 Kč	85 567,00 Kč
Návratnost	8,94 let	8,14 let
Výnos po 20letech	397 726,00 Kč	1 015 458,00 Kč

2 BEZPEČNOST PROVOZOVÁNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY

Provozování fotovoltaické elektrárny rovněž souvisí s bezpečností jejího provozu. Bezpečnost fotovoltaické elektrárny se projevuje schopností nezpůsobit škody na zdraví či majetku. Normy bezpečnostních požadavků se vztahují především na zajištění bezpečnosti osob, zvířat a majetku při ohrožení, ke kterým by mohlo při běžném použití elektrických instalací, rozvodů a zařízení u fotovoltaické elektrárny dojít.

Při vytváření návrhu jednotlivých částí použitých zařízení je nutné, aby byla zajištěna ochrana před:

- úrazem způsobeným zasažením elektrickým proudem,
- tepelnými účinky,
- nadproudy,
- přepětím a
- poruchovými proudy.

Újmu na zdraví či majetku může energie z fotovoltaické elektrárny způsobit buď přímým průchodem živým organismem, zážehem požáru či výbuchu nebo selháním elektrického zabezpečovacího systému. Případně je možnost, že dojde k nežádoucímu přestupu energie do citlivých obvodů, kdy tak dojde k selhání jejich funkce. Úkolem revizní technika je zejména prověřit bezpečnost fotovoltaické elektrárny, a to především z hlediska přímého působení elektrické energie.

Všechny nepřímé škody je schopen ovlivnit výlučně projektant, a to kvalitním technickým návrhem a posléze výběrem příhodného zařízení s přesně určenou spolehlivostí.

[5]

2.1 Možná rizika provozu fotovoltaické elektrárny

Stejně jako většina technologií, tak i fotovoltaická elektrárna skýtá řadu možných výhod i nevýhod svého provozu. Mezi základní možná rizika provozu fotovoltaických elektráren patří:

- samotná instalace fotovoltaických systémů – uvedení do chodu systémů založených na fotovoltaické přeměně energie jsou velmi drahé, proto státy, které chtějí tento způsob získávání energie podpořit, přenášejí zákonnými úpravami náklady na daňové poplatníky, případně na spotřebitele elektřiny; jde zejména o různá daňová zvýhodnění či garantovanou výkupní cenu;
- dalším možným rizikem je, že nainstalovaný fotovoltaický systém nelze přemístit v případě, kdy se majitel objektu odstěhuje; to bylo ve spojených státech vyřešeno patřičnou daňovou legislativou; případně tyto systémy nejsou instalovány za pomoci zemních vrtů, které je možné převrtat kamkoli;
- elektrická energie, která je generována fotovoltaickými systémy, je drahá ve srovnání s cenami energie získané z jiných zdrojů;
- rovněž velké riziko v přísunu energie představuje počasí; solární energie není k dispozici v noci a je velmi nespolehlivá za špatného počasí, v takových případech je navíc nutná instalace systémů, které chybějící energii nahradí;
- neméně podstatným je výkon fotovoltaických panelů, který se výrazně snižuje za nepříznivých podmínek, kdy jsou tyto panely pokryty vrstvou sněhu;
- fotovoltaické panely produkují stejnosměrný proud, který musí být za pomoci použití střídače převeden na střídavý proud; v konečném důsledku pak tento převod způsobuje další ztráty ve výši 4-12 % energie;
- v neposlední řadě je jedním z možných rizik fakt, že fotovoltaické články postupem času snižují svou účinnost a tedy i dodávaný výkon;
- za zmínku stojí i skutečnost, kdy v případě nutnosti odstranění fotovoltaické elektrárny je ekologická likvidace jejích fotovoltaických panelů značně nákladná.

2.2 Teorie zabezpečovacích systémů

Hlavním úkolem zabezpečovacích systémů je především poskytování ochrany. Pod pojem ochrana zařazujeme zejména stabilní, relativně předvídatelné prostředí, v němž může jedinec či skupina sledovat a dosahovat své cíle bez rušení a ohrožení, bez obavy z vměšování nebo násilí. Základem pro poskytování ochrany je především vytvoření integrovaného bezpečnostního systému, který je složen z množství technických prvků, jež jsou vzájemně propojeny.

Strukturu integrovaného bezpečnostního systému tvoří:

A) mechanické zábranné systémy

Vytváří při napadení objektu pevnou zábranu proti průniku pachatele do oblasti chráněného zájmu.

B) signalizační zařízení a monitorovací prostředky

Mají za úkol registrovat a předávat informace pokud došlo k napadení chráněného objektu, případně blíže určují způsob, jakým byl objekt napaden a předávají tyto informace do řídicího centra.

C) organizační opatření a ostraha

Systém přijímá informace o napadení objektu. Vzniklý stav je následně tímto systémem vyhodnocen a je přijato odpovídající opatření k uvedení integrovaného bezpečnostního systému do vyváženého stavu před napadením objektu.

V nejzákladnější rovině představuje poskytování ochrany soubor organizačních a technicko-taktických opatření, jež mají zajistit požadovanou bezpečnost. Soubor takových opatření se nazývá zabezpečovací systém. U zabezpečovacích systémů je možno vydělit dvě hlediska, která představují dvě roviny pohledů na tyto systémy, které se vzájemně významně ovlivňují.

- Operační hledisko
- Technické hledisko

2.2.1 Operační hledisko

Cílovou funkci operačního hlediska představuje vše, co má zabezpečovací systém umět. Tento fakt souvisí s otázkou míry propustnosti zabezpečovacího systému a případným zmírňováním škod při překonání systému, rovněž i s ekonomickou, technickou a společenskou efektivností zabezpečovacího systému.

Pokud zabezpečovací systém chápeme jako soubor technických a organizačních opatření zajišťující ochranu před různými způsoby napadení, je obtížné přesně definovat požadavek na funkci integrovaného zabezpečovacího systému. Mimo kolektivního požadavku zamezit zcizení, zničení či poškození střežených hodnot je možno klást na zabezpečovací systém

další doplňující požadavky, jež mohou mít výrazný vliv na jeho efektivitu v boji proti trestné činnosti. Jde například o:

- posílení ochranné úlohy zabezpečovacího systému,
- vytvoření podmínek pro dopadení pachatele na místě činu případně v jeho nejbližším okolí,
- zajištění usvědčujících důkazů,
- schopnost znovunalezení odcizených objektů.

Ze zmiňovaných požadavků na funkčnost zabezpečovacích systémů je možné určit dva hlavní znaky, které charakterizují každý takovýto systém:

- existence ohrožených hodnot, které jsou vystaveny nebezpečí za předem známých podmínek,
- existence tzv. vnějších omezení.

Každý zabezpečovací systém má z hlediska organizačního a taktického specifickou strukturu. Operační prvky této struktury určují funkčnost zabezpečovacích systémů. Mezi základní operační prvky patří ochranný vliv na:

- potencionálního pachatele,
- detekci,
- diskriminovanou detekci,
- poplach,
- reakci zabezpečovacího systému,
- spolehlivost zabezpečovacího systému,
- efektivnost zabezpečovacího systému.

2.2.2 Technické hledisko

Technické hledisko zabezpečovacích systémů se zabývá rozбором jejich cílové funkce. Technické prostředky slouží zejména k získávání informací o stavu chráněného objektu. Typické rysy nebezpečí v okolí zájmu, který je pod ochranou, jsou pramenem informací, jež je nutné převést na elektrické signály. Tuto činnost vykonávají v zabezpečovacích systémech detektory.

Technické prostředky pracují s fyzikálními jevy a charakteristikami těchto jevů. Proto je nutné bezpečnostní pojmy převést a následně je technickými prostředky detekovat. Jde například o změny lokální teploty, pohyb hmoty v určitém prostoru či manipulaci s chráněným předmětem.

Operační prvky typické pro zabezpečovací systémy mají pro technický zabezpečovací subsystém nulový význam, pokud nejsou zastupovány fyzikálními signály. Nebezpečí vždy souvisí s jediným souborem takovýchto signálů, avšak fyzikální signály nejsou schopny jednoznačně určit skutečné hrozící nebezpečí.

Vztah mezi technickým a operačním přístupem je nutno chápat z hlediska technického řešení zabezpečovacího systému jako jeden z funkčních rysů operačního popisu.

2.2.3 Základní druhy ochrany

Zabezpečovací systém tvoří čtyři primární druhy ochrany. Mezi tyto typy ochrany patří:

- klasická ochrana,
- režimová ochrana,
- fyzická ochrana,
- technická ochrana.

Klasická ochrana je vývojově nejstarším typem ochrany, kdy se k zajištění příslušného objektu použijí mechanická zařízení, která jsou schopna objekt bez potíží ochránit. Jedná se především o vytvoření různých zábran, které znemožňují odcizení nebo zničení cenných objektů, případně které vytvářejí překážky, jež pachateli ztíží dosažení jeho cíle. Samostatně však prostředky klasické ochrany nejsou schopny chráněné objekty dokonale zabezpečit. Klasická ochrana je základem každého jednotlivého zabezpečovacího systému, který však pro zefektivnění poskytované ochrany musí být kombinován s ostatními druhy ochrany a musí se s nimi vzájemně podporovat a doplňovat.

Režimová ochrana je soubor organizačně administrativních opatření a postupů, které se zaměřují k zajištění požadovaných podmínek pro funkci systému zabezpečení a jeho sladění s provozem střeženého objektu. Tato ochrana jednak zajišťuje možnost obvyklé funkce ostatních druhů ochrany a stejně tak snižuje zranitelnost chráněných zájmů. V praxi se jedná například o směrnice pro vstup, odchod a pohyb osob po objektu, provoz

a využívání systémů zabezpečení, výkon služby ostrahy objektu a klíčové režimy. Režimová opatření lze rozdělit na vnější a vnitřní.

- Vnější režimová opatření se týkají zejména vstupních a výstupních podmínek u chráněného objektu. Tato opatření většinou stanoví kde, kdy, jak a čím smí či nesmí do chráněného objektu těmito cestami vstupovat a objekt opouštět.
- Vnitřní režimová opatření se týkají zejména dodržování bezpečnostních směrnic jako omezení pohybu osob a vozidel v objektu na určité oblasti, zvláštního režimu dodržovaného na vnitřní straně vnějšího hrzení, režimu pohybu materiálu či skladových režimů, které určují způsob příjmu a výdeje materiálu.

Fyzická ochrana je stejně jako ochrana klasická základem každého systému ochrany, tak je fyzická ochrana jeho završením. Fyzická ochrana je prováděna vrátnými, hlídači, strážnými či policisty. Na úrovni fyzické ochrany je závislá výsledná účinnost všech ostatních druhů ochrany. Tento způsob ochrany je nejdražší, neboť na rozdíl od ostatních typů ochrany vyžadují nízké počáteční investice, ale vysokou režii. Je tedy nutné rozvážně kombinovat další dostupné prostředky ochrany k dosažení co nejvyšší možné efektivity.

Technická ochrana představuje v současnosti relativně nový druh zabezpečení objektů, neboť jsou použité prostředky nejspolehlivější a nejhůře překonatelné. Velmi účinným způsobem tak doplňují dosavadní systém klasické ochrany. Hlavní funkcí technické ochrany je rychlá reakce na změny, které jsou vyvolané pachatelem. Na základě těchto změn uvádějí v činnost síly, které jsou schopné v další trestné činnosti pachateli zabránit a dopadnout jej, a to ještě před dokonáním protispolečenského jednání. Tento druh ochrany má směrem k pachateli odstrašující účinek. Jde o detekční systém, jenž zajišťuje a následně předává informace o situaci v chráněném objektu.

Technická ochrana má v souvislosti se zabezpečením objektů dva základní úkoly. Jednak má za úkol *podporovat klasickou ochranu*, tedy zajišťovat a předávat informace o jejím napadení. A rovněž má za úkol *zvyšovat efektivnost fyzické ochrany*. V současné době jsou prostředky technické ochrany jednoduše dosažitelné na různých úrovních. Prostředky technické ochrany jsou označovány jako elektrické zabezpečovací systémy.

2.3 Princip Elektronického zabezpečovacího systému

Elektronické zabezpečovací systémy jsou souborem prvků, které jsou schopny dálkově opticky či akusticky oznamovat na určitém místě vstup, přítomnost popřípadě pokus o vstup narušitele do chráněných objektů nebo prostor.

Všechny zabezpečovací systémy se skládají z několika primárních prvků, které plní své specifické funkce a v souhrnu vytváří tzv. řetězec zabezpečení. Mezi tyto prvky patří:

- čidlo,
- ústředna,
- přenosové prostředky,
- signalizační zařízení,
- doplňková zařízení.

Čidlo – neboli detektor je zařízení, které bezprostředně reaguje na fyzikální jevy související s narušením chráněného prostoru nebo na nežádoucí manipulaci s chráněným předmětem. Při charakterizování stavu narušení odpovídá detektor vysláním poplachového signálu či zprávy.

Ústředna – přijímá a následně zpracovává informace z detektorů dle stanoveného programu a požadovaným postupem je uskutečňuje. Rovněž umožňuje ovládání a charakterizaci systému zabezpečení, obstarává jeho napájení a inicializuje následný přenos informací.

Přenosové prostředky – zabezpečují přenos informací na výstupu z ústředny do místa signalizace, popřípadě povelů opačným směrem.

Signalizační zařízení – stará se o převod předaných informací na vhodný signál. Signalizační zařízení vyhlašuje poplach či výstrahu.

Doplňková zařízení – zjednodušují ovládání zabezpečovacího systému nebo umožňují realizaci některých specifických funkcí.

S takovýmito základními prvky se setkáváme v různých podobách, vzájemných kombinacích a v různých stupních složitosti. Veškerá spojení elektrického zabezpečovacího systému jsou průběžně či občasně kontrolována. Tímto způsobem je v podstatě znemožněno vyřazení systému zabezpečení z provozu, aniž by o tomto vyřazení

byla informována obsluha. Kontrola funkce elektronického zabezpečovacího systému je základním faktorem, který ovlivňuje zranitelnost celého systému ochrany.

2.3.1 Dělení čidel elektrických zabezpečovacích systémů

Čidla v elektrických zabezpečovacích systémech můžeme rozdělit dle toho, zda ke svému provozu potřebují napájení elektrickou energií na:

- čidla napájena a
- čidla nenapájená.

Čidla napájená – dělí se na aktivní a pasivní, a to podle toho, zdali do zabezpečeného prostoru vyzařují či nevyzařují využitelnou energii. Aktivní čidla si při zjišťování nebezpečí vytváří pracovní prostředí aktivním zásahem do okolního prostoru. Z tohoto důvodu je možné tato čidla poměrně snadno detekovat a určit jejich mrtvé zóny. Aktivní čidla mají schopnost porovnávat vstupní signály spolu s předem definovanými kritérii ještě před vysláním poplachového signálu. Pasivní čidla registrující pouze pasivně fyzikální změny jsou na rozdíl od aktivních čidel jen obtížně identifikovatelná běžnými technickými prostředky. Napájená čidla lze rozdělit i jinak, jak je popsáno níže.

Dle charakteru střežené oblasti na:

- prostorová – reagující na jevy, které mají souvislost s narušením střeženého prostoru,
- směrová – reagující pouze v definovaném směru,
- bariérová – která reagují na porušení bariéry,
- polohová – reagující na změny polohy chráněného objektu.

Dle dosahu pro vnitřní použití čidla na:

- čidla s krátkým dosahem do 15 m,
- čidla se středním dosahem do 50 m,
- čidla s dlouhým dosahem nad 50 m.

Dle dosahu pro vnější použití čidla na:

- čidla s krátkým dosahem do 50 m,
- čidla se středním dosahem do 150 m,

- čidla s dlouhým dosahem nad 150 m.

Dle tvaru vyzařovací či snímací charakteristiky na čidla:

- se standardním rozsahem,
- se širokouhlým rozsahem,
- s kruhovým rozsahem,
- se svislou bariérou,
- s vodorovnou bariérou,
- s dlouhým dosahem.

Čidla nenapájená dělíme vzhledem k úzkému sortimentu používanému v systémech zabezpečení pouze na destrukční a nedestrukční. Čidla destrukční jsou schopna pouze jednorázové funkce, neboť při vyhlášení poplachu dojde k jejich zničení. Patří sem fóliové polepy či tapety a skla. U čidel nedestrukčních naopak dochází při jejich aktivaci ke vratným změnám. Jedná se o vibrační a magnetický kontakt.

2.3.2 Druhy technické obrany dle umístění čidel

Čidla použitá v elektronických zabezpečovacích systémech se umísťují vždy tak, aby co nejlépe plnila svůj účel. Je třeba brát ohledy na rizikové faktory použití daného typu, jak z hlediska omezení funkčnosti, tak i možnosti vzniku planých poplachů. Umístění a směřování se provádí tak, aby bylo možno detekovat typické rysy nebezpečí v okamžiku, kdy pachatel překonává chráněný prostor. Dle toho, ve které části zabezpečení je detekováno nebezpečí, rozlišujeme střeženou zónu:

- obvodovou,
- plášťovou,
- prostorovou,
- předmětovou a
- klíčovou.

2.4 Princip přístupových systémů

Přístupový systém je způsob zabezpečení, který je určen pro objekty a prostory, ve kterých je potřeba zabránit vstupu neoprávněných osob, popřípadě určitým způsobem omezit vstup do některých částí objektu. Přístupový systém umožňuje nejenom správu pohybu osob či vozidel, ale rovněž umožňuje jejich monitorování ve skutečném čase se schopností grafického zobrazení mapy objektu. Elektronický přístupový systém funguje jako náhrada systémů jednotného klíče.

Přístupový systém je kladně hodnocen zejména pro své široké možnosti, které poskytuje. V rámci přístupového systému lze ke každému identifikačnímu médiu uvnitř systému nastavit libovolná časová oprávnění pro vstup do vybraných prostor. Rovněž jsou v přístupovém systému evidovány všechny pohyby osob včetně jakýchkoliv pokusů o neoprávněné vstupy. Pomocí grafické nadstavby lze on-line monitorovat a řídit prostory ve skutečném čase. Přístupový systém lze také aplikovat pro signalizaci stavu hlídaných vstupů a je možné i jeho napojení na zabezpečovací systémy jako EZS, EPS, MaR a CCTV.

Přístupový systém může v rámci své činnosti dále využívat i další aplikace. Především se jedná o ovládání výtahů s oprávněním pro jednotlivá patra, možnost přístupu na placená sportoviště či ovládání šatních skříněk. Díky přístupovému systému mohou být hotelové pokoje propojeny na recepční software, popřípadě může být díky tomuto systému umožněna úhrada jízdného v podnikových autobusech či bezdrátové ovládání zámků. Tento systém může být nasazen samostatně či jako součást docházkového systému umožňujícího vstup při evidenci příchodu nebo dle předepsané pracovní doby. Všechny funkce přístupového softwaru jsou pokaždé součástí docházkového softwaru.

Princip práce přístupového systému je založen na práci elektromechanického zařízení. Vstupní místa přístupového systému jsou opatřena čtečkami a elektromechanickým zařízením pro blokování vstupu. Jde zejména o elektrické zámky, závory a turnikety. Samotné řízení těchto jednotlivých prvků se děje pomocí výstupů, kterými jsou vybaveny všechny přístupové i docházkové jednotky systému. Následné odblokování vstupního místa proběhne na základě vyhodnocení oprávnění, které je nastaveno v obslužném softwaru. Tato místa pro vstup je možné ovládat jednostranně, případně i oboustranně podle potřeb provozu. Dvevní snímače umožňují monitorovat a upozorňovat na stav dveří. Informace o veškerých událostech, které proběhnou, se v systému převádějí do databáze

v počítači, v níž je monitoruje a dále zpracovává přístupový software. Výsledkem této činnosti jsou přehledy o tom, kdo vstoupil, kdy, kam a na jakou dobu. Pomocí přístupového systému lze také průběžně monitorovat historii průchodů každé osoby nebo frekvenci těchto průchodů přes jednotlivé vstupy. Přístupový systém rovněž eviduje a zobrazuje veškeré provozní informace o nepovolených průchodech a stavech jednotlivých dveří.

V rámci nadstavby lze docházkový a přístupový systém rozšířit o modul umožňující graficky znázornit a monitorovat stav otevření dveří, bran, závor a vyhlášovat alarmy. Pomocí tohoto přehledného grafického zobrazení má ostraha objektu možnost sledovat stav jednotlivých přístupových míst a dle použitého hardwaru může také monitorování probíhat v on-line režimu, případně je možné okamžitě detekovat neoprávněné otevření dveří či dálkově ovládat otevření dveří.

[5]



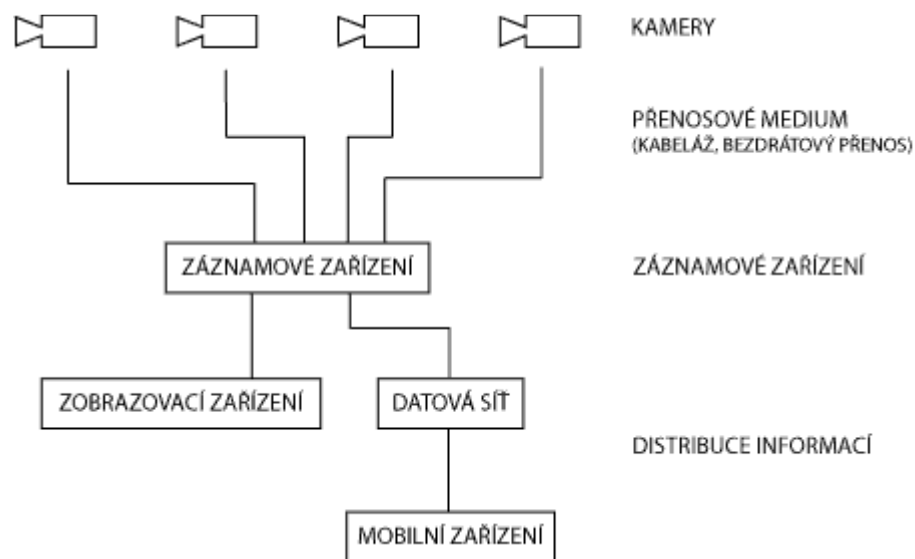
Obrázek 1 Schéma principu ACS [Zdroj: www.acsline.cz]

2.5 Princip kamerových systémů

Kamerové systémy jsou jednou z forem ochrany majetku a osob. Umožňují kontrolu a monitorování oblasti střeženého prostoru a také zajišťují přenos těchto informací do stanoviště obsluhy, kde je pořízený záznam dále zpracováván. Kamerové systémy můžeme rozdělit do těchto základních skupin:

- CCTV (analogové),
- IP,
- HD SDI.

Princip fungování kamerového systému je u analogových a IP systémů podobný. Změny jsou jen v použitých technologiích a přenosových médiích. Princip je zobrazen na obrázku níže.



Obrázek 2 Schéma typického zapojení CCTV [Zdroj: www.ladinn.cz]

Na schématu je systém rozdělen do čtyř úrovní. V první jsou samostatné kamery, druhá zobrazuje přenosové médium mezi kamerou a záznamovým zařízením; u analogových systémů jde o koaxiální kabel, u IP systémů je signál přenášen přes síť LAN. Dalším přenosovým médiem může být radiový přenos. Záznamové zařízení signál zpracovává a výstupem může být obraz na připojeném zobrazovacím zařízení (monitor, TV) nebo je signál poslán do sítě LAN, kde se k náhledům dostaneme z jednotlivých počítačů v síti. Přenos ze sítě LAN může být dále poslán na podporované mobilní zařízení.

Analogové kamerové systémy

Analogové systémy CCTV jsou zatím nejvíce používaným typem kamerových systémů. Označení CCTV (Close Circuit TeleVision) v překladu znamená "uzavřené televizní

okruhy", jedná se o označení analogových kamerových systémů. Hlavním důvodem je samozřejmě cena a také dostačující kvalita obrazu pro některé základní aplikace. Další velkou výhodou je velmi nízká poruchovost a jednoduchost celého systému.

Analogový systém se skládá z kamery, která je spojena se záznamovým zařízením pomocí koaxiálního kabelu. Záznamové zařízení se označuje zkratkou DVR (Digital Video Recorder). Toto zařízení jde většinou připojit do sítě LAN a pomocí programu či webového prohlížeče k němu vzdáleně přistupovat.

IP kamerové systémy

Jedná se o novější a modernější variantu kamerového systému. Systém využívá jako přenosové médium mezi kamerami a záznamovým zařízením počítačovou IP síť. Každé zařízení má své IP rozhraní, pomocí kterého komunikuje s ostatními prvky sítě. Velkou výhodou je možnost použití stávající počítačové sítě, na které mohou fungovat i jiné služby (přenos dat, webový server, poštovní server). Nicméně se toto řešení nedoporučuje (hlavně u systémů s více kamerami). Důvodem je velký objem dat, jež každá kamera vysílá. Celý systém může být díky tomuto řešení velmi pomalý. Mnohem elegantnější řešení je mít kamery zapojené ve vlastní kamerové IP síti a jen výstup ze záznamového zařízení mít připojený do počítačové IP sítě.

HD SDI systémy

HD SDI (High-Definition Serial Digital Interface) je relativně nová technologie, která kombinuje výhody analogového a IP systému. Jedná se o systém pracující s velmi vysokým rozlišením Full HD (1920 x 1080) při použití technologií analogových systémů - přenos přes koaxiální kabel. Tyto speciální kamery vyžadují také zařízení DVR, které tyto funkce podporuje.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ANALÝZA ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU FVE HULÍN

Dotčená FVE je vybavena komplexním zabezpečovacím systémem, který plní svou funkci. Navzdory nainstalovaným prvkům dochází k narušení oplocení, vniknutí do objektu a mnohdy i poničení instalovaných technologií. Systém je v mnoha ohledech nedokonalý. Obsahuje prvky s nízkou citlivostí, nekvalitními a poruchovými prvky. Systém také nefunguje jako celek, ale pouze jako oddělené formy celkového zabezpečení. Majitel objektu není schopen sledovat aktuální stav jednotlivých prvků on-line.

3.1 Analýza EZS

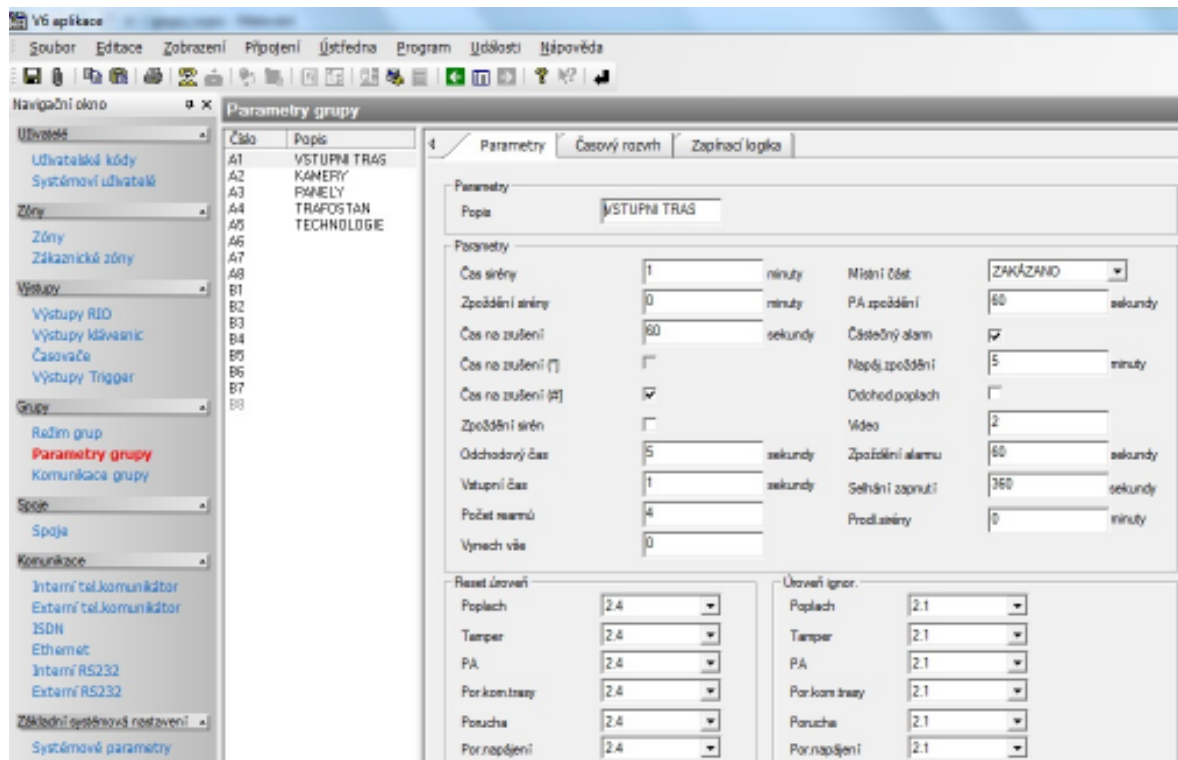
Systém EZS na FVE je vybudován v tzv. hvězdicové topologii. Obsahuje centrální prvek – ústřednu, k níž jsou jednotlivé prvky připojeny. I když se jedná o standardní systém zapojení, je možné očekávat výpadek jak jednotlivých prvků, tak i celé ústředny a tudíž může dojít ke kolapsu celého systému EZS.

3.1.1 Rozdělení objektu

Objekt FVE je rozdělen do tzv. GRUP. Grupa je součástí celého systému EZS, která obsahuje pouze vybrané prvky. Vzniklou grupu lze takto samostatně zastřežit. Toho lze využít například při údržbě objektu, kdy pracovník údržby není oprávněn k vstupu do některé ze zabezpečených prostor. V případě vstupu do zastřežené části objektu vyhlásí poplach, i když svým přístupovým kódem odblokoval část systému EZS. Samotné rozdělení popisované FVE je popsáno níže.

- Grupa A1 – Vstupní trasy – označuje soustavu prvků v místě vstupu do objektu
- Grupa A2 – Kamery – zabezpečení rozvodných skříní každé z kamer, která obsahuje zdroj napájení, převodníky.
- Grupa A3 – Panely – sekce jednotlivých fotovoltaických panelů jsou prosmyčkovány dvojžilovým kabelem. Při jeho přerušení odstraněním některého z panelů dojde k vyhlášení poplachu.
- Grupa A4 – Trafostanice – soubor prvků instalovaných na trafostanici – PIR, magnety, atd.

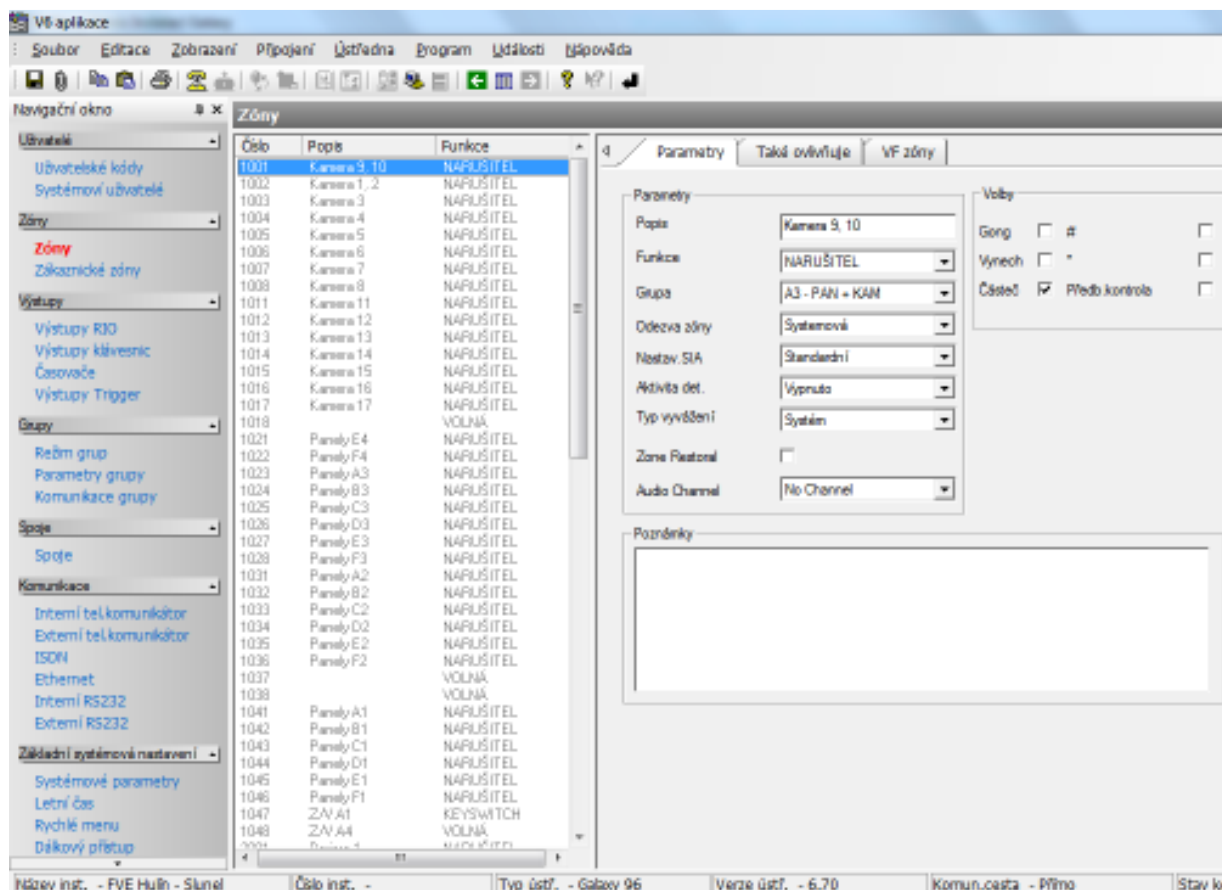
- Grupa A5 – Technologie – zabezpečení části trafostanice, ve které je umístěna technologie EZS, CCTV, ACS



Obrázek 3 Výpis GRUP z programu Dálkový Správce Instalaci GALAXY [Zdroj: Software DSI]

3.1.2 Funkce systému

Následující obrázek obsahuje popis jednotlivých zón systému a jejich funkce v případě narušení objektu.



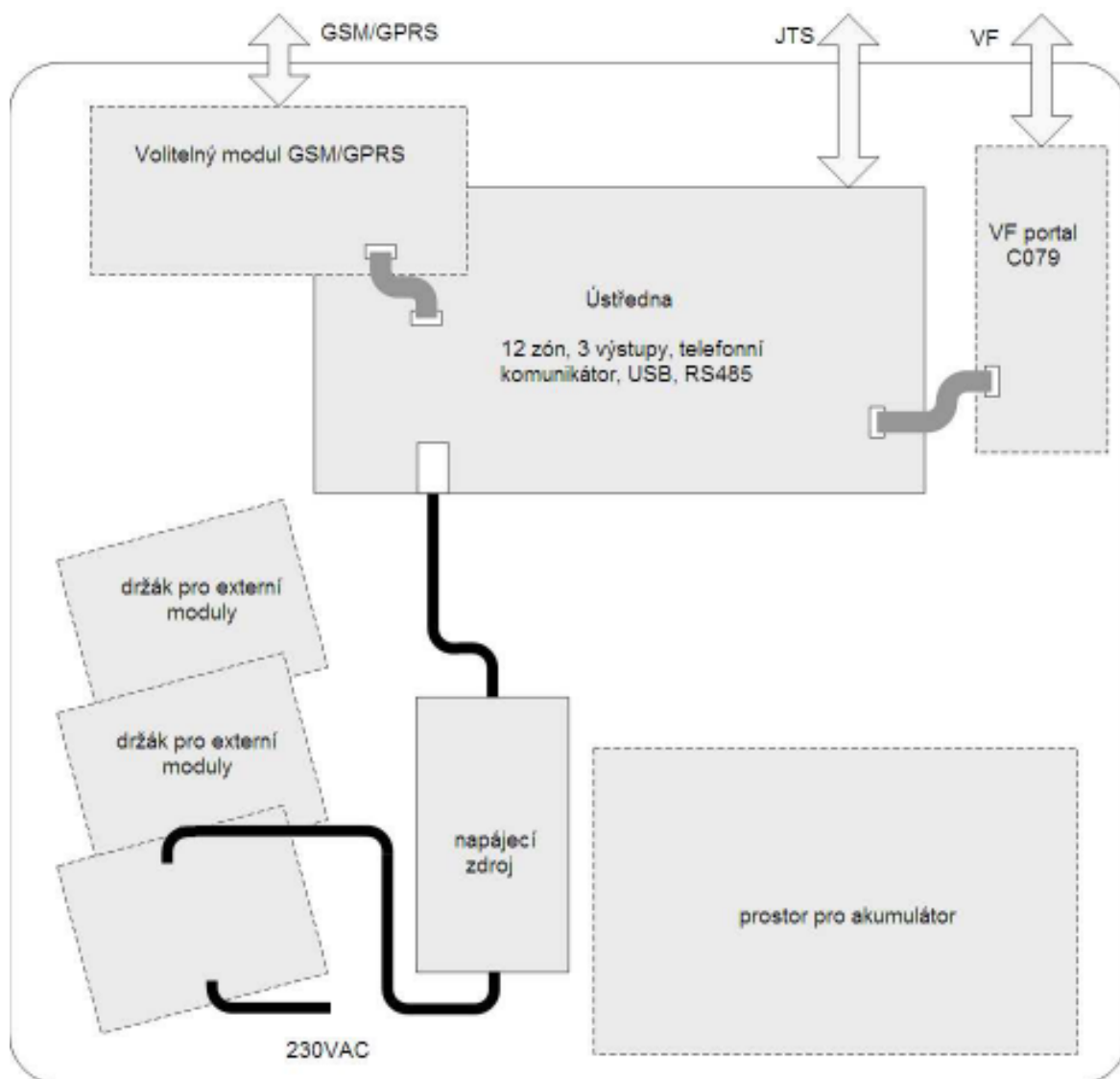
Obrázek 4 Výpis zón z programování EZS [Zdroj: Software DSI]

Například zóny 1001 až 1017 jsou typu NARUŠITEL, jedná se o mikrospínače rozvodných skříní kamer. V případě otevření nebo násilného vniknutí do skříně kamery dojde k okamžité aktivaci poplachu. V místě vstupu do objektu Trafostanice je instalován magnetický kontakt a pohybové čidlo. Magnetický kontakt je první část systému, který zareaguje při otevření dveří. V případě, že by byl nastaven na typ zóny NARUŠITEL, došlo by k aktivaci poplachu, i když by se nejednalo o napadení. Proto je tato zóna nastavena jako KONCOVÁ, kdy je systém EZS naprogramován tak, že po otevření začíná odpočítávat nastavený čas pro zadání kódu na klávesnici. Pokud není zadán správný kód, je po uplynutí času vyhlášen poplach.

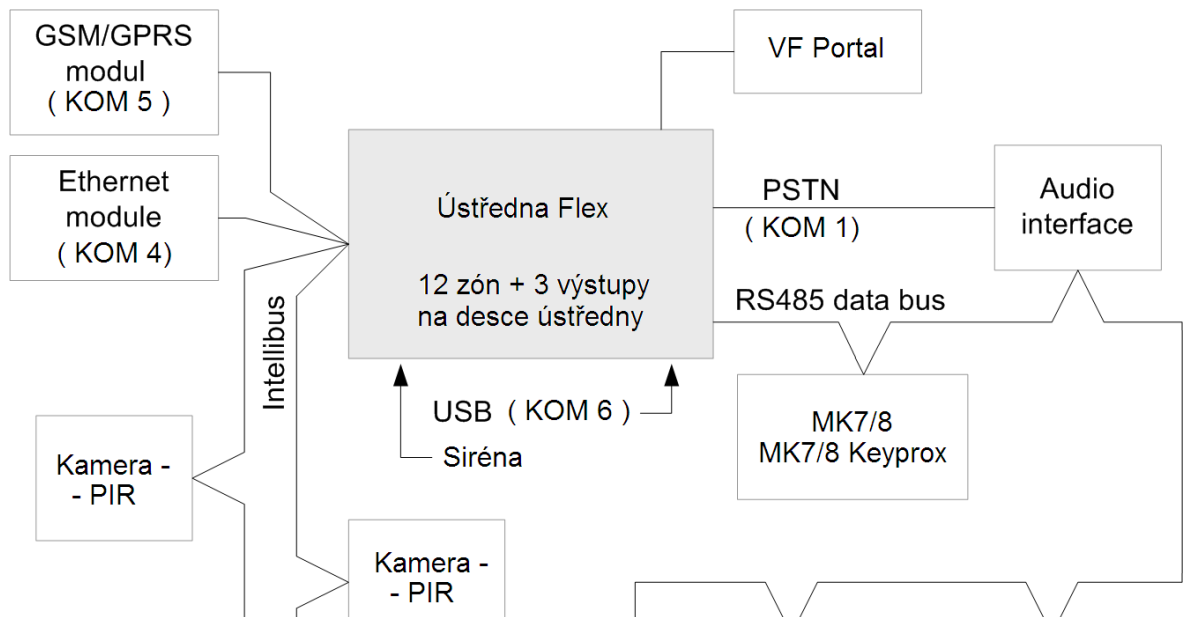
3.1.3 Prvky systému

Ústředna EZS - Zabezpečovací ústředna Galaxy Flex, záložní baterie a napájecí zdroj jsou umístěny ve skříně z ABS plastu s výklopným víkem dolů. Skříň je určena pro montáž na stěnu a lze do ní umístit následující volitelné moduly:

- GSM / GPRS modul,
- VF portál pro použití s VF detektory a zařízení,
- Ethernet modul.



Obrázek 5 Schéma standardního rozložení v krytu EZS ústředny [Zdroj: www.adiglobal.cz]

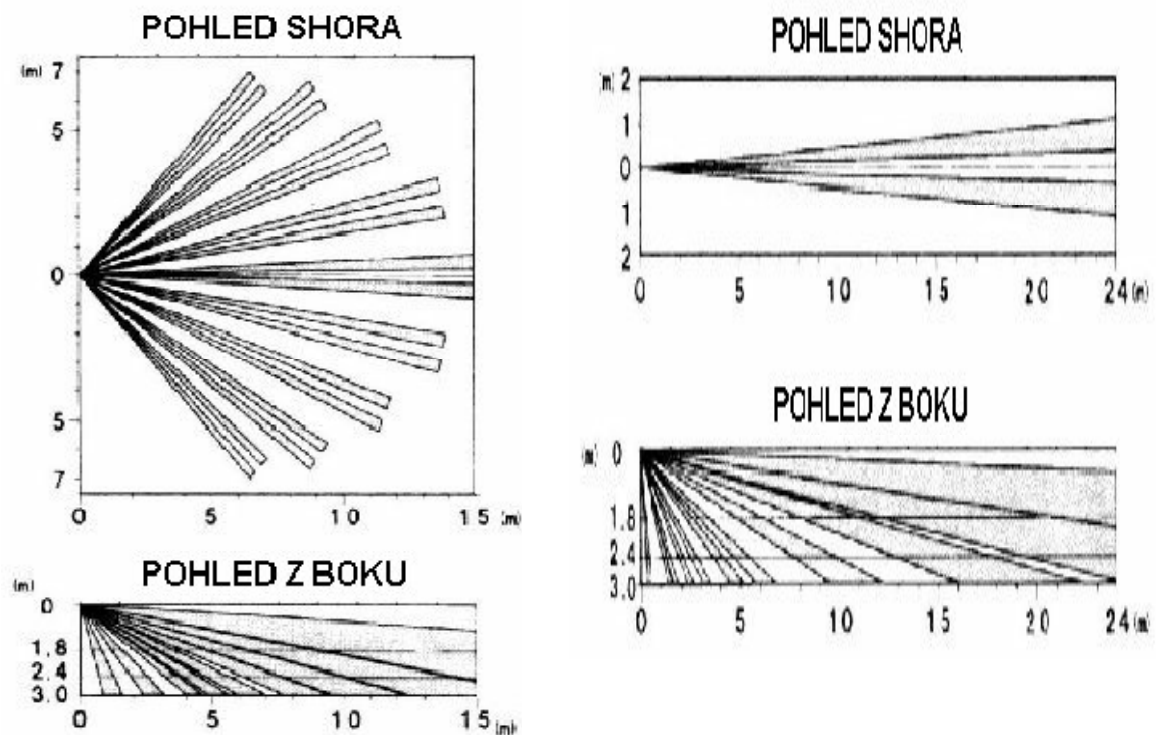


Obrázek 6 Architektura systému Galaxy Flex [Zdroj: www.adiglobal.cz]

Detektory - pasivní infračervený detektor s antimaskingem a samokontrolou CX-502 je velmi odolný proti falešným poplachům, vybaven neslyšitelným relé, možnost použití i s čočkou pro dlouhý dosah až 20 m. Nevýhodou je montáž pouze ve vnitřním prostředí a žádná antivandal ochrana.

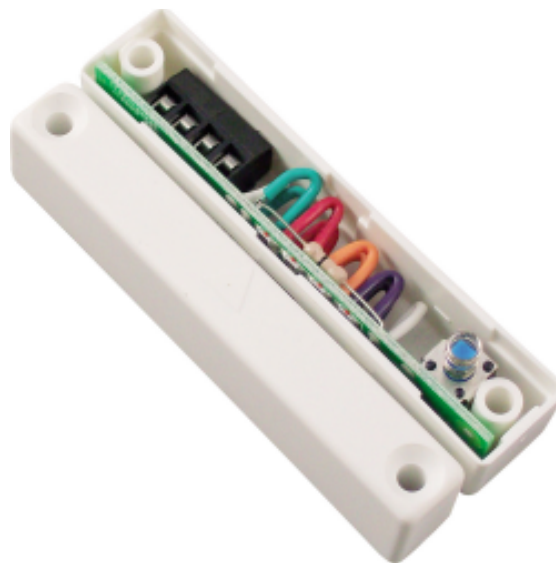


Obrázek 7 Pohybový detektor [Zdroj: www.adiglobal.cz]



Obrázek 8 Detekční charakteristika VĚJŘ, DLOUHÝ DOSAH [Zdroj: *Manuál k detektoru CX-502*]

Magnetické kontakty - plastový MG kontakt pro povrchovou montáž se svorkovnicí a vestavěnými EOL rezistory představuje úsporu rozvodné krabice a instalace vyvažovacích rezistorů.



Obrázek 9 Magnetický kontakt [Zdroj: www.adiglobal.cz]

3.2 Analýza ACS

Vzhledem k tomu, že popisovaná FVE má pouze jeden vstup do objektu je, zde instalován pouze jeden „terminál“ přístupového systému ACS. Konkrétně se jedná o čtečku čipových karet nebo tzv. klíčenek s instalovaným čipem. Systém je pouze jako nadstavba pro systém EZS. Nejedná se o samostatnou část zabezpečení objektu. Provázanost je ovšem nutností, protože při vstupu do objektu přiložením čipové karty nebo klíčenky dojde k odblokování objektu nebo jeho části, lze je však efektivněji propojit pomocí oddělení jednotlivých systémů EZS a ACS. Při oddělení obou systémů lze opět předejít poruchám a výpadkům.

3.2.1 Funkce systému

Jedinou funkcí systému ACS na této konkrétní FVE je pouze umožnění přístupu do objektu. V omezené míře je možné sledovat časy a uživatele, kteří do objektu vstoupili, ale bez jakékoliv zpětné vazby. Ze systému lze pouze vyčíst čas a uživatele, který do objektu vstoupil a kterou část odblokoval. Není však zaznamenám jeho pohyb po objektu, například pokud by šlo o údržbu objektu, je pouze vidět příchod a odchod pracovníka údržby, není však patrné, ve kterých částech pracoval, jakou činnost vykonával apod.

3.2.2 Prvky systému

Čtečka EDK2-KPA

Čtečky EDK2-KPA slouží pro čtení bezkontaktních karet a přívěšků. Používá se pro instalace se zvýšeným rizikem poškození a nepříznivými povětrnostními vlivy. Slouží jako externí čtečka k docházkovým nebo přístupovým terminálům, nebo jako čtečka pro všeobecné použití, např.: k ústřednám EZS nebo přístupovým systémům jiných výrobců.

Čtečka je konstruována jako kompaktní celek pro jednoduchou montáž. Připojení k nadřazenému systému je realizováno přes svorkovnici 5 nebo 6 vodiči (podle typu komunikace). Zařízení neobsahuje žádnou vlastní inteligenci, po připojení na napájecí napětí svítí červeně indikační dioda - čeká se na přiložení karty. Po správném přečtení média zhasne červená dioda a pomocí datových vodičů se odešle přečtený kód do nadřazené jednotky, kde proběhne zpracování. Na základě vyhodnocení přečtené karty je zpětně ovládáno rozsvícení zelené indikační led a zvuková signalizace. Výstup dat může

probíhat ve dvou základních formátech, a to RS232 (používá se v systému ACS-line) nebo Wiegand 26 (tento signál dovoluže načítat většina zabezpečovacích ústředn).



Obrázek 10 Čtečka EDK2-KPA [Zdroj: www.ajtrade.cz]

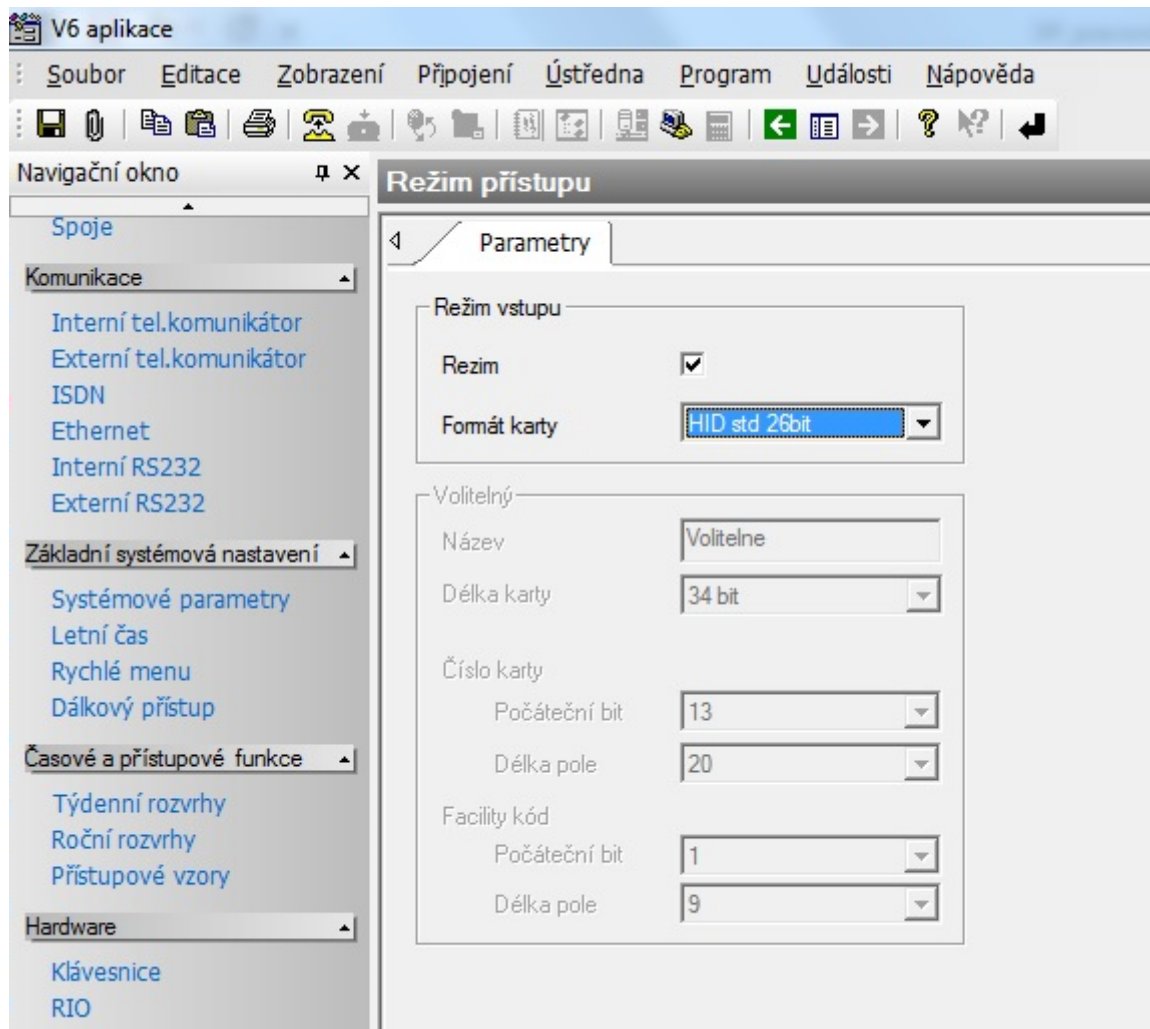
Média

Bezkontaktní přívěsek EM4102 - 125 KHz - Identifikační přívěšek je bezkontaktní identifikační médium. Přiblížením přívěšku do prostoru nad snímací plochou dojde k přečtení kódu, a tím k jednoznačné identifikaci konkrétní osoby. Jeden čip může být použit pro více činností např. docházku, otevírání dveří, objednávku stravy apod. Každý čip obsahuje jedinečný 32bitový kód, což zaručuje nezaměnitelnost identifikace.



Obrázek 11 Klíčenka ACS [Zdroj: www.acsline.cz]

Následující obrázek ukazuje jak je nastavena ústředna EZS tak, aby byla schopná přečíst informace z čipu.



Obrázek 12 Nastavení ústředny EZS pro ACS [Zdroj: Software DSI]

Programování systému pak obsahuje sekci s uživatelskými kódy, zde se vytvoří uživatel, připojí se informace o jménu a funkci uživatele. Každému uživateli se udělí přístup a práva a přidělí grupy, s nimiž může pracovat. Také je zde programováno přiřazení čipu k uživateli.

3.3 Analýza CCTV

Rozsah kamerového systému na této FVE je poměrně rozsáhlý a dostačující. Největší slabinou je jeho kvalita. Systém obsahuje z dnešního hlediska již zastaralé prvky s nízkým rozlišením, nízkou schopností funkce ve snížených světelných podmínkách, záznamové zařízení o nízké kapacitě apod. Největším nedostatkem je však skutečnost, že se jedná o statický systém. Kamery pořizují záznam pouze na jedno a totéž místo a nejsou schopny vyvolat poplach do systému EZS při detekci pohybu.

3.3.1 Funkce systému

Systém CCTV je navržen jako statický záznam místa v zorném poli jednotlivých kamer. Je zajištěn nepřetržitý provoz v režimu den/noc. Noční vidění je zajištěno pomocí infračervených přisvicujících diod. Záznam z každé kamery je zaznamenáván na záznamové zařízení DVR.

3.3.2 Prvky systému

Digitální video rekordér PINETRON PDR-X6K

Vlastnosti:

- komprese H.264,
- zrcadlení disků,
- 16 vstupů a výstupů,
- 1x HDMI, 1x VGA, 1x kompozitní vstup monitoru,
- až 4 HDD.

Kamery

Venkovní bullet Ademco den/noc (mech.) kamera s IR LED přisvitěním do 40 m je vybavena varifokálním objektivem. Tato kamera je vhodným řešením do jednoduchých a nenáročných vnitřních nebo venkovních aplikací s neosvětlenými prostory.



Obrázek 13 Kamera ADEMCO [Zdroj: www.adiglobal.cz]

Tabulka 2 Základní parametry kamery ADEMCO [Zdroj: vlastní zpracování]

Základní parametry	
Provedení kamery	venkovní kamera v krytu s IR
Snímací prvek	1/3" CMOS
Rozlišení	600 TV řádků
Minimální osvětlení	0,1 lux
Objektiv	2,8 - 12 mm
Den/noc	ano, mechanický IRC filtr
IR přísvit	25 m
OSD menu	ne
Kompenzace protisvětla	ne
Redukce šumu	ne
Stabilizace obrazu	ne
Detekce pohybu	ne
Privátní zóny	ne
Poplachový vstup / výstup	0 / 0
Krytí	IP 66
Pracovní teplota	-10 - 50 °C
Napájení	12V DC

IR Přísvit

IRI-144-30 Infračervený reflektor 30° - Dosah přisvícení 60 metrů. Automatické spínání při setmění, napájení 12V 900mA. Dobře poslouží všude tam, kde není standardní přísvit na kameře dostatečný, nebo kde jsou použity kamery bez IR přísvitu.



Obrázek 14 IR přísvit [Zdroj: www.cctv.inshop.cz]

3.4 Souhrn funkcí celkového zabezpečovacího systému – popis nedostatků

Zabezpečovací systém jako celek je funkční a relativně dostačující. Provozem je však zjištěno, že vykazuje vysokou chybovost.

Jsou instalovány nevhodné prvky, jako například PIR detektor do vnitřních prostor je instalován na obvodovém plotu u vstupu do objektu.

Při použití IR přísvitu kamerového systému není obraz zřetelný, i když výrobce uvádí dosah až 60 m, přičemž jednotlivé kamery jsou od sebe vzdáleny 50 m.

Záznamové zařízení nedokáže zaznamenávat ve vysokém rozlišení a vykazuje vysokou poruchovost.

Zabezpečení celého objektu neobsahuje ochranu obvodového oplocení, funkce ACS je pouze pro jednodušší vstup do objektu, neviduje příchody.

Následující obrázek zobrazuje blokové schéma zapojení jednotlivých prvků a integraci všech systémů zabezpečení objektu FVE.

4 NÁVRH NOVÉHO ŘEŠENÍ

Součástí nového návrhu řešení komplexního zabezpečení fotovoltaické elektrárny bude oddělení jednotlivých systému EZS, ACS, CCTV, přidání místního rozhlasu do objektu. Návrh vizualizace celého systému zabezpečení pro okamžitý dohled.

Systém EZS bude navržen jako sběrníkový, přístupový systém bude doplněn o další body kontroly přístupu. Pro zvýšení efektivity a odstranění chyb lidského faktoru bude navrženo využití biometrických prvků kontroly vstupu.

Kamerový systém zůstane zachován ve stávající verzi pouze s návrhem na výměnu jednotlivých prvků za výkonnější, stabilnější a se širšími možnostmi využití.

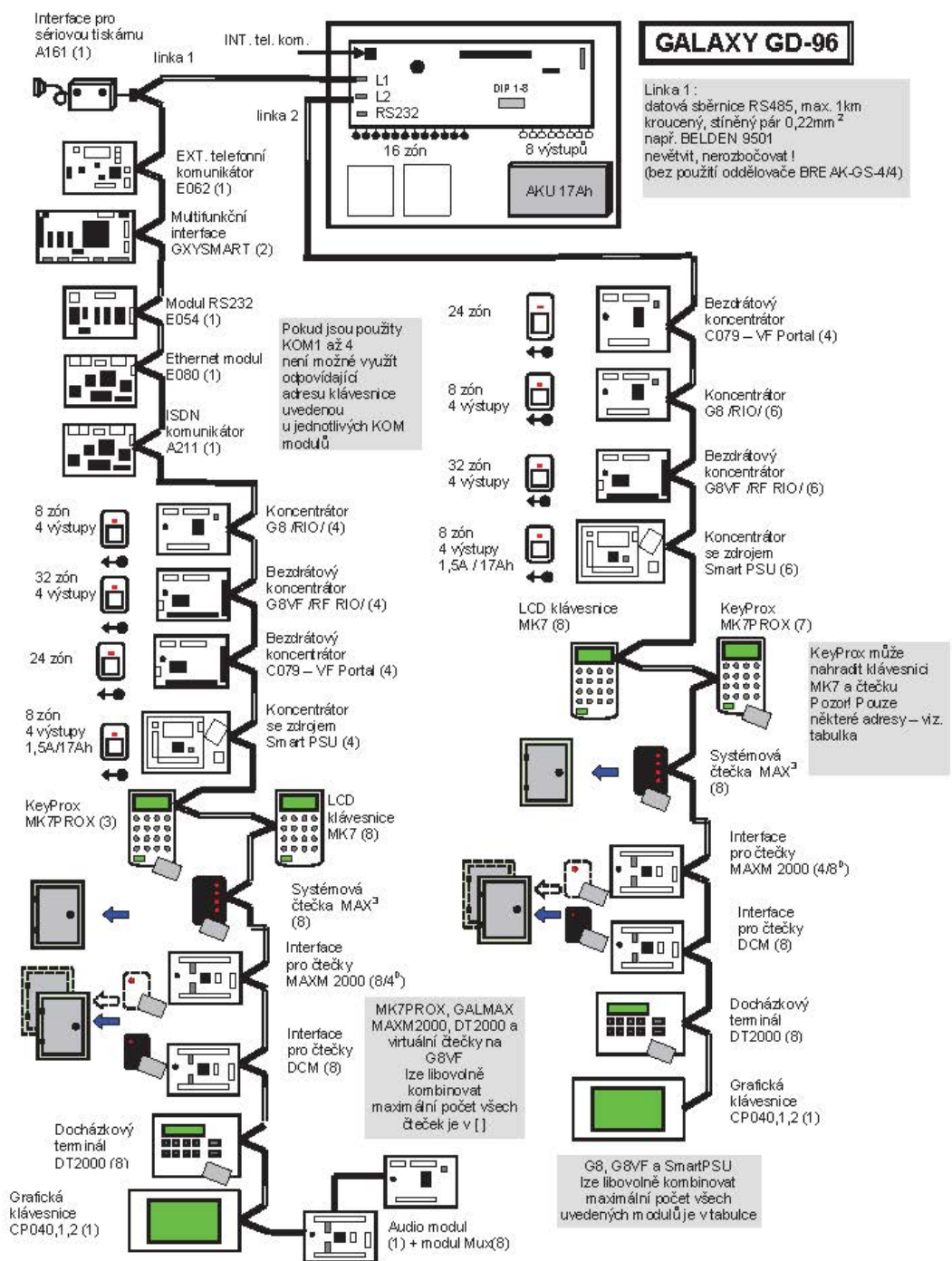
Pro dohled nad celým systémem zabezpečení bude navržena vizualizace a on-line přenosem.

Dále bude pro celý objekt navržen systém místního rozhlasu a zhodnoceno napojení na bezpečnostní složky.

4.1 Návrh nového systému EZS

Instalovaná ústředna Galaxy Flex je velmi kvalitní zařízení, je však určena především pro malé instalace jako například zastřežení rodinných domů, malých podniků nebo prodejen. Pro zabezpečení rozlehlého objektu jako je fotovoltaická elektrárna, je nevhodná.

Nově navržené řešení je použití ústředny Galaxy Dimension G3 – 96, která má oproti původně použité Galaxy Flex širší možnosti využití, viz následující obrázek s kompletní architekturou systému.



Obrázek 16 Architektura systému Galaxy GD-96 [Zdroj: Manuál ústředny]

V EZS budou vyměněny nevhodné pohybové detektory a nahrazeny prvky pro venkovní použití. Jako další prvek zvýšení ochrany celého objektu je použití perimetrických bariér kombinujících technologii infračerveného paprsku a mikrovlnného záření. Bariéra je párové zařízení, vždy musí být instalován vysílač a přijímač.

Vzhledem k odblokovávání objektu pouze čipem na čtečce u hlavního vstupu bude nově instalována také grafická klávesnice v prostorách trafostanice, aby bylo možné obsluhovat celý systém EZS, ale také aby nedocházelo k odblokování částí objektu, které není žádoucí.

4.2 Návrh nových prvků pro CCTV

Pro zvýšení rozsahu dohledu v objektu a zlepšení rozlišení obrazu budou instalovány kamery vybavené systémem PTZ, což zjednodušeně znamená možnost vzdáleného ovládání jednotlivých kamer, nastavení části snímaného prostoru jako aktivní části, v níž je detekován pohyb a tím vyhlášen poplach do systému EZS. Kamerový systém bude doplněn o výkonnější IR přísvity umožňující vyšší rozlišení i v nočním čase.

Navrženými kamerami jsou:

NK-PTZW5 – jedná se o miniaturní otočnou hi-speed kameru s desetinásobným optickým a digitálním zoomem. Kamera je vybavena rychlými servomotory umožňujícími otočení kolem své osy během dvou vteřin, což umožňuje velmi rychlou detekci pohybu. Vysoká citlivost objektivu zaručuje čistý obraz při běžném denním světle. Při horších světelných podmínkách používá vlastní mechanický IR filtr. Pro kvalitní zobrazení v nočních hodinách je kamera doplněna vhodným IR přísvitem.

Kamery budou doplněny na vzdáleném pracovišti o 3D ovládací panel a záznamové zařízení. Propojení kamer s ovládacím panelem a záznamovým zařízením je realizováno pomocí RS485 výstupů. Video signál je potom přenášen pomocí sítě LAN, díky tomu je možné zobrazení objektu odkudkoliv v běžném internetovém prohlížeči.



Obrázek 17 Kamera PTZ PATRONUM [Zdroj: www.nejkam.cz]

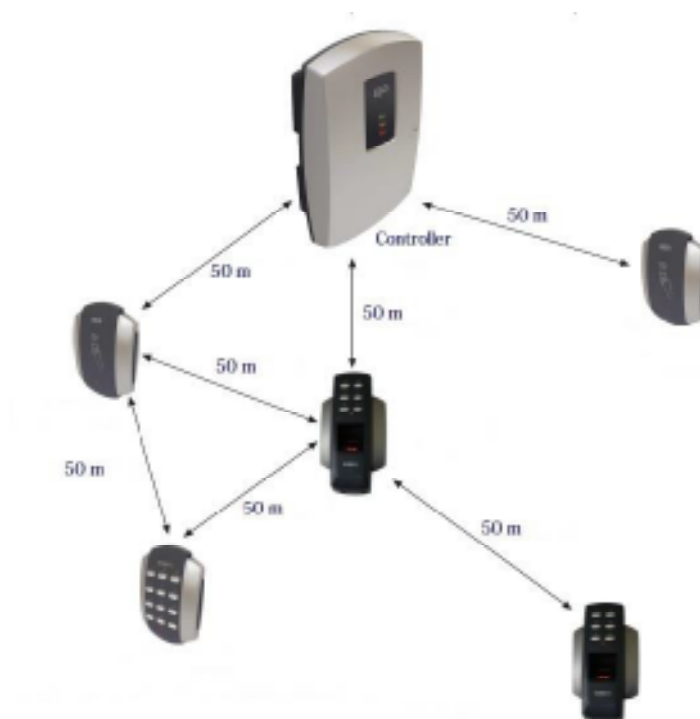
4.3 Návrh užití biometrických prvků pro systém ACS

Pro zvýšení komfortu, jednodušší identifikace a nepřenositelnosti přístupových informací v podobě karty nebo čipu je pro objekt FVE navržen systém s využitím biometrických prvků.

Biometrická autentizace je založena na automatizovaném zjišťování a porovnávání jedinečných biologických charakteristik uživatelů. Tyto charakteristiky jsou měřitelné fyziologické vlastnosti, kterou mohou být využity pro identifikaci jedince. Jedná se nejčastěji o otisky prstů, tvar dlaně, obličej, obraz duhovky, sítnice apod.

Biometriky lze využít pro nejvyšší stupeň zabezpečení, prvky nelze ztratit ani jednoduše přenášet, představují tak jedinečný způsob identifikace.

Vhodným typem pro inovaci systému ACS na objektu FVE byl vybrán systém GDS společnosti Variant Plus. Systém je bezdrátový, umožňující kontrolu pohybu osob po objektu, je vybaven centrálním řízením. Jedná se o ideální řešení pro objekty, v nichž není snadné provést kabelové rozvody. Systém je programován v centrální vysílací jednotce a informace o nastavení jsou následně přeneseny do instalovaných prvků. Systém bude dále doplněn u vstupu do objektu a do trafostanice o čtečky s otisky prstů.



Obrázek 18 Typické použití ACS firmy GDS [Zdroj: www.variant.cz]

4.4 Rozhlasový systém

Doplňujícím prvkem pro zabezpečení objektu může být také systém rozhlasu. V případě napadení objektu může dojít k aktivaci pomocí jednoho z programovatelných výstupů systému EZS, který aktivuje jednoduchou rozhlasovou ústřednu a pomocí reproduktorů dojde ke spuštění přednastaveného hlášení. Toto hlášení upozorní jednak okolí objektu o vniknutí na pozemek, případně upozorní oprávněného uživatele o neodblokování systému EZS.

5 NÁVRH REALIZACE

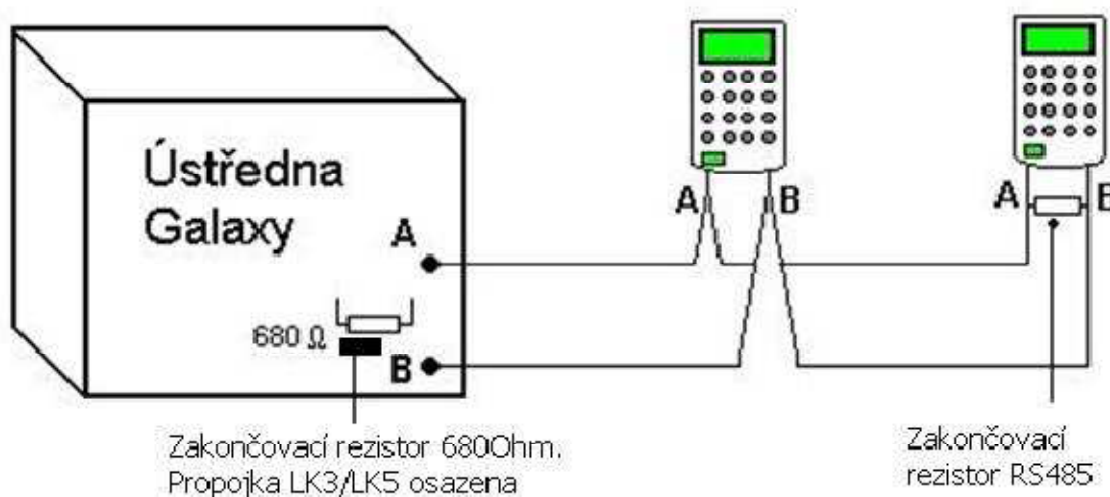
Následující kapitola popisuje konkrétní zapojení jednotlivých prvků, systém přenosu informací, způsob zabezpečení.

5.1 Montáž a uvedení do provozu nových prvků systému EZS

Systém EZS je navržen jako sběrnice. Hlavním prvkem je ústředna Galaxy Dimension GD-96. Ústředna obsahuje 16 vstupů pro jednotlivé poplachové zóny. Na sběrnici jsou připojeny rozšiřující moduly, tzv. koncentrátory a klávesnice. Všechny tyto prvky komunikují pomocí sběrnice RS485. Ostatní prvky jsou již jen připojeny k těmto řídicím prvkům. Ústředna, koncentrátory i klávesnice obsahují releové výstupy, kterými lze ovládat například spuštění sirény, aktivaci konkrétní kamery při přerušení chráněného prostoru apod.

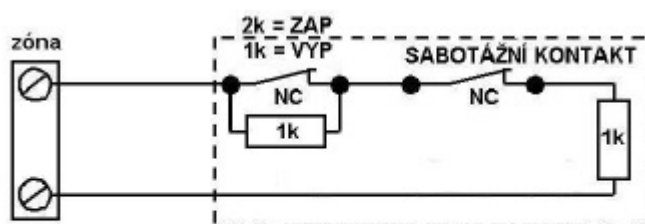
Kabeláž sběrnice RS485

Kabeláž systému musí být provedena tak, aby byly všechny moduly připojeny ke sběrnici paralelně. To znamená, že svorka A předchozího modulu musí být přivedena na svorku A modulu následujícího. Totéž platí o svorce B. Pro sběrnici platí, že oba její konce musí být zakončeny rezistory 680 W. Typické provedení sběrnice systému je schematicky zobrazeno níže. Jeden ze zakončovacích odporů linky je z výroby osazen přímo na desce ústředny. Druhý je nutno osadit do posledního modulu na sběrnici.



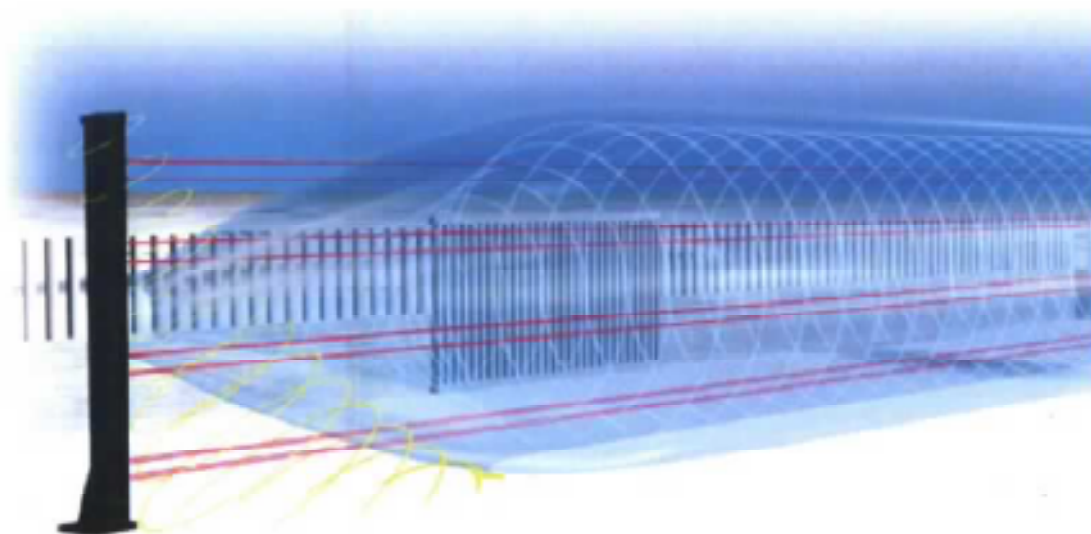
Obrázek 19 Zapojení linek sběrnice EZS [Zdroj: Manuál k ústředně]

Zapojení PIR detektorů, mikro spínačů, magnetických kontaktů a také připojení perimetrických bariér je schematicky znázorněno na následujícím obrázku. EZS vyhodnocuje stav každého prvku pomocí hodnoty odporu. Montováno je až 8 hodnot odporu. Klidový stav je vyhodnocen v rozmezí 900 – 1200 Ω . Je vyhodnocován i vysoký odpor jako falešný poplach, v rozmezí 1200 -1300 Ω . Vyšší hodnoty od 1300 – 12000 Ω jako poplach, vyšší hodnota od 12000 - ∞ jako sabotáž. Záleží ovšem na přesném nastavení při programování ústředny.



Obrázek 20 Princip vyvážení hlídání zón [Zdroj: Manuál k ústředně]

Pro obvodovou ochranu je navržena bariera Absolute Plus, která používá duální technologii kombinující mikrovlnné a infračervené záření. Použitím obou záření se zlepšila detekční schopnost a snížil se počet falešných poplachů. Oba snímací prvky jsou propojeny pomocí funkce AND. Řídící prvek vysílače tedy vyhodnocuje obě složky bariéry a poplach vyvolá až při aktivaci obou částí.



Obrázek 21 Zobrazení vyzařování bariéry Absolute Plus [Zdroj: *Manuál IR barrier Absolute Plus*]

5.2 Problematika úbytku napájení na vedení

Při samotném návrhu a následné montáži prvků EZS, případně i jiných slaboproudých systémů, je potřeba počítat s úbytkem napájení na vedení. Každý z instalovaných prvků je nutno napájet v rozsahu napětí předepsaném výrobcem, běžně v rozsahu od 11,8 – 13 V. Bohužel díky odporu způsobeném průřezem, délkou a materiálem vodiče dochází ke ztrátám napětí. Úbytek napětí na vedení vzniká na odporu vodiče průchodem proudu. Celková délka vodiče je dvojnásobná oproti vzdálenosti zdroje od spotřebiče, protože proud teče vodičem tam a zpátky. Z toho lze odvodit následující vztah.

$$R_V = \frac{\rho \cdot 2 \cdot l}{S}$$

R_V – odpor vodiče,

ρ – materiál vodiče (hustota),

l – délka,

S – průřez vodiče.

Rovnice 1: Výpočet odporu vodiče

Pro úbytek napětí na vedení ΔU podle Ohmova zákona platí:

$$\Delta U = R_V \cdot I$$

ΔU – úbytek napětí,

R_V – odpor vodiče,

I – proud.

Rovnice 2: Výpočet úbytku napětí

Úbytek napětí je přímo úměrný procházejícímu proudu. Úbytek napětí na vedení ΔU je také dán rozdílem napětí zdroje U_1 a napětí na spotřebiči, U_2 . je tedy dán rozdílem napětím na začátku a konci vedení.

Z předchozí rovnice můžeme určit napětí na spotřebiči U_2 (na konci vedení):

$$U_2 = U_1 - \Delta U$$

U_2 – napětí na spotřebiči (konci vedení),

U_1 – napětí na zdroji (začátku vedení),

ΔU – úbytek napětí,

A napětí zdroje U_1 (na začátku vedení).

Rovnice 3: Výpočet napětí na spotřebiči

$$U_1 = U_2 + \Delta U$$

U_2 – napětí na spotřebiči (konci vedení),

U_1 – napětí na zdroji (začátku vedení),

ΔU – úbytek napětí.

Rovnice 4: Výpočet napětí na zdroji

Proud I můžeme určit více způsoby podle toho, jaké napětí nebo odpor známe. Platí následující vztah:

$$I = \frac{\Delta U}{R_V} = \frac{U_2}{R_S} = \frac{U_1}{R_V + R_S}$$

I – proud,

ΔU – úbytek napětí,

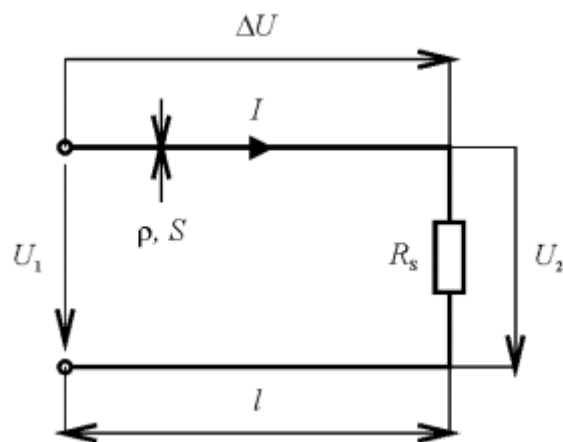
R_V – odpor vodiče,

R_S – odpor vodiče,

U_2 – napětí na spotřebiči (konci vedení),

U_1 – napětí na zdroji (začátku vedení).

Rovnice 5: Výpočet proudu



Obrázek 22 Schéma vedení [Zdroj: www.web.telecom.cz]

U_1 – napětí zdroje (napětí na začátku vedení)

U_2 – napětí na spotřebiči (napětí na konci vedení)

ΔU – úbytek napětí na vedení

R_V – odpor vodiče (vedení)

R_S – odpor spotřebiče

l – vzdálenost zdroje od spotřebiče (není totožná s délkou vodiče)

Díky těmto vztahům lze navrhnout počet a rozmístění posilovacích zdrojů potřebných pro napájení jednotlivých prvků, aby bylo dosaženo předepsaných hodnot.

Úbytky napětí na jednotlivých prvcích navrhovaného systému vyjadřuje následující tabulka. Tabulka uvádí prvek, jeho vzdálenost a výsledný úbytek na vedení.

[10]

Tabulka 3 Porovnání úbytku napětí v závislosti na průměru vodiče [Zdroj: Vlastní zpracování]

Průměr vodiče 0,5 mm					
Číslo zóny	Název	Vzdálenost	Úbytek na vedení [V]	Odpor vedení[Ω]	Napětí na Zóně [V]
2001	Bariera 1	150	3,038	25,974	10,762
2004	Bariera 2	180	3,492	31,169	10,308
2011	Bariera 3	150	3,038	25,974	10,762
2014	Bariera 4	180	3,492	31,169	10,308
2021	Bariera 5	150	3,038	25,974	10,762
2024	Bariera 6	160	3,194	27,706	10,606
2031	Bariera 7	60	1,400	10,390	12,400
2035	Trafo NN	6	0,154	1,039	13,646
2036	Požár Trafo	4	0,103	0,693	13,697
2038	Trafo VN	12	0,305	2,078	13,495
Průměr vodiče 1 mm					
Číslo zóny	Název	Vzdálenost	Úbytek na vedení [V]	Odpor vedení[Ω]	Napětí na Zóně [V]
2001	Bariera 1	150	0,910	6,494	12,890
2004	Bariera 2	180	1,078	7,792	12,722
2011	Bariera 3	150	0,910	6,494	12,890
2014	Bariera 4	180	1,078	7,792	12,722
2021	Bariera 5	150	0,910	6,494	12,890
2024	Bariera 6	160	0,966	6,926	12,834
2031	Bariera 7	60	0,379	2,597	13,421
2035	Trafo NN	6	0,039	0,260	13,761
2036	Požár Trafo	4	0,026	0,173	13,774
2038	Trafo VN	12	0,077	0,519	13,723

Z výše uvedené tabulky je patrné, že je nutné použít posilovací zdroj nebo použít pro napájení vodiče o větším průměru. Vzhledem k typu objektu je nutné použít vodičů s vyšším průřezem.

5.3 Montáž a uvedení do provozu nových prvků CCTV

Současný kamerový systém je instalován na stožárech a instalována kabeláž typu KOAX. Pro inovaci bude nutná výměna kabeláže. Instalovaný kabel je schopen přenášet pouze video signál. Nedovoluje vzdálené ovládání pohybu ani nastavení parametrů kamer. Připojení ovládací části bude provedeno vícežilovým kabelem se stíněním proti vnějším elektrickým vlivům. Veškeré nastavení jak kvality obrazu, typu zabezpečení, tak ovládání bude realizováno pomocí záznamového zařízení.

5.4 Montáž a uvedení do provozu biometrických prvků systému ACS

Veškerá montáž bezdrátových prvků spočívá pouze v osazení nových jednotek k určeným vstupům/prostorům. Kabeláž zůstává stávající, díky tomu, že k původním čtečkám bylo přivedeno napájení a data, bude tato kabeláž využita pouze k napájení. Při instalaci čteček využívajících biometriky dojde ke stejnému využití kabeláže. Čtečky otisků prstů budou pomocí převodníků implementovány do řídicí jednotky bezdrátových čteček a dojde tak k ucelení celého systému ACS. Komunikace čteček s řídicí jednotkou probíhá pomocí protokolu Wiegand 26. následující část popisuje princip tohoto protokolu.

Wiegand 26

Tento protokol je používán většinou pro komunikaci mezi čtečkami RFID karet a vlastními terminály. Pro svoji jednoduchost a možnost použití dlouhých vedení je (byl) využíván převážně v průmyslu. Přenos protokolu je řešen po dvou datových vodičích a GND. Datové vodiče se většinou nazývají Data 0 a Data 1 nebo také Data L a Data H. Datové vodiče jsou v klidu drženy na úrovni log. H. V případě komunikace je odpovídající vodič stažen do úrovně log. L. Napěťové úrovně jsou 5V. Vlastní komunikace je sekvenční, bity se přenáší postupně. Protokol jako takový má jednoduchou časovou synchronizaci a přenos probíhá tak, že pokud se má přenést bit s hodnotou 1, je na definovanou dobu signál Data 1 (H) stažen do log. L (je tedy na tento vodič vyslán impuls). Analogicky potom, pokud je třeba odeslat bit s hodnotou log. L, je vyslán impuls na vodič DATA 0 (L). Datový puls trvá typicky (tedy pokud je dodržen protokol) 50 mikrosekund, pauza mezi pulsy bývá typicky 2 milisekundy. Protokol je u klasických čteček 26 bitový (odtud Wiegand 26), kde se skládá z 8 bitů tzv. Facility code, 16 bitů dat z karty a dvou bitů paritních.

Programování systému probíhá přes software od výrobce. Prvním krokem je načtení podružných čteček, každá vysílá specifický kód, který ji identifikuje v systému. Dalším krokem je načtení přístupových karet a uvedení jejich kódů do systému. Po načtení číselných identifikátorů karet dojde k přiřazení karet jednotlivým uživatelům a nastavením jejich práv. V tuto chvíli je již systém připraven k provozu.

[11]

6 TECHNICKÉ A FUNKČNÍ ZHODNOCENÍ

Navržené řešení inovace zabezpečovacího systému na FVE je postaveno na celkovém zlepšení stavu celého objektu. Řešení je možné realizovat postupně po jednotlivých částech nebo jako celek. Doporučované prvky patří k nejmodernějším v současnosti nabízeným na trhu. Splňují nejvyšší požadavky na kvalitu a bezporuchovost a spolehlivost.

Navrhované technologie nevyžadují složitou instalaci ani nutnost použití nové kabeláže, z tohoto důvodu není nutno zasahovat do rozložení pozemku nebo do provozu objektu. Nedojde tak ke zbytečným ztrátám majiteli FVE.

Výhodou inovovaných prvků je možnost implementace do online vizualizace, která je schopna monitorovat stav zabezpečení, monitorovat přístupy na pozemek.

Celkově dojde ke zvýšení zabezpečení objektu proti neoprávněnému vniknutí a případnému poškození. Díky zvýšení rozlišovacích schopností a bezporuchovosti jednotlivých komponent bude možné lépe identifikovat případné viníky poškození FVE. Další z výhod navrženého vybavení je obnovení a zvýšení životnosti celého systému. Nové prvky jsou vybaveny vysoce odolnou technikou, která zaručuje dlouholetý provoz.

7 CENOVÝ NÁVRH JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ

Součástí návrhu inovace celkového systému zabezpečení FVE je také výpočet nákladů na realizaci. Rozpočet je záměrně rozdělen na jednotlivé systémy z důvodu přehlednosti a zároveň volby možnosti instalovat je jednotlivě, nezávisle na sobě, nebo také postupně.

7.1 Systém EZS

Systém EZS byl naceněn na cenu uvedenou v následující tabulce.

Tabulka 4 Cenová nabídka EZS [Zdroj: Vlastní zpracování]

Dodávka	ks/m/hod.	Dodávka vč. montáže	
		jedn.	celk.
Napájecí zdroj	16	1 850	29 600
Smart-UPS RT 2000VA RM 230V	1	2 500	2 500
Galaxy DIMENSION GALAXYGD-96 (C096-C). Ústředna je v kovovém krytu	1	15 000	15 000
E080 Modul je určen pro monitoring, správu uživatelů a konfiguraci ústředen	1	3 500	3 500
Koncentrátor 8 zón v kovovém krytu, 4 PGM výstupy.	3	2 500	7 500
Výstupní modul pro ústředny GALAXYG3 i pro ústředny GALAXY18	1	2 000	2 000
Kapacita 1,3 Ah, nominální napětí 12 Vss, hmotnost 0,77 kg,	1	450	450
Kapacita 17 Ah, nominální napětí 12 Vss, hmotnost 6,1 kg	1	500	500
Napájení zdroj 12V/1,2A zálohovaný	1	1 850	1 850
Kapacita 17 Ah, nominální napětí 12 Vss, hmotnost 6,1 kg	1	550	550
RMM Miniaturní univerzální releový modul se svorkovnicí a NC/NO kontaktem	16	35	560
Čtyř drátový plastový magnetický kontakt se sabotážní smyčkou	7	250	1 750
Čtyř drátový vratový hliníkový magnetický kontakt	2	650	1 300
Plastová nízká propojovací krabice pro povrchovou montáž	9	32	288
CX502 PIR detektor s Quad Zone Logic, půlkulová čočka, dosah vějíř 15m / dlouhý	2	1 420	2 840
Přep. ochrana 230V	1	90	90
Podružný materiál	1	100	100
Revize zařízení (SV)	1	5 000	5 000
Výkresová dokumentace (SV)	1	10 000	10 000
Zaškolení obsluhy (SV)	1	3 500	3 500
Oživení, odzkoušení, nastavení zařízení EZS	1	5 000	5 000
Koordinace s ostatními profesemi, s dodavatelem	1	5 000	5 000
Cena celkem bez DPH v Kč			98 878

V novém návrhu je také do systému EZS implementován perimetrický systém infra bariér, který byl naceněn zvlášť.

Tabulka 5 Cenová nabídka bariéry [Zdroj: Vlastní zpracování]

Dodávka	ks/m/hod.	Dodávka vč. montáže	
		jedn.	celk.
IMN200/2 Duální bariéra Absolute Plus, 2x obousměrné 6 paprskové infrazávory + d	7	38 000	266 000
Doplňkové vyhřívání 230V do sloupu IMN200 (pro odtávání sněhu u patky)	14	2 400	33 600
Napájecí zdroj pro bariéry Absolute Plus, 12Vss, 24Vst, indikace výpadku napájení	14	1 500	21 000
Akumulátor bezúdržbový 12V, 7Ah (151x65x94 mm)	14	550	7 700
Patice pro sloup bariéry IMN200, rozměr podstavce 40x40cm (1ks), 4 otvory pro šr	14	850	11 900
Mezikus pro uchycení BEA1224ALI do IMN050, IMN080, IMN200	14	650	9 100
Držák pro uchycení akumulátoru do IMN050, IMN080, IMN250	14	460	6 440
Upevnění bariér	14	1 800	25 200
DA-275 DFI 1 přepět'ová ochrana	7	90	630
Podružný materiál	1	100	100
Revize zařízení (SV)	1	18 000	18 000
Výkresová dokumentace (SV)	1	10 000	10 000
Zaškolení obsluhy (SV)	1	3 500	3 500
Oživení, odzkoušení, nastavení zařízení EZS	1	6 000	6 000
Koordinace s ostatními profesemi, s dodavatelem	1	4 000	4 000
Cena celkem bez DPH v Kč			423 170

7.2 Systém ACS

Cenová nabídka byla zpracována také pro systém ACS, viz následující tabulka.

Tabulka 6 Cenová nabídka ACS [Zdroj: Vlastní zpracování]

Dodávka	ks/m/hod.	Dodávka vč. montáže	
		jedn.	celk.
Wi-Plus Controller - Master jednotka ACS	1	16 580	16 580
Ext. Vysílač - posílení komunikace	1	2 600	2 600
Bezdrátová čtečka karet Wi-prox	3	6 999	20 997
SF101 (1010-015) - čtečka otisků prstů s čtečkou karet	1	3 600	3 600
LAN komunikátor - online sledování	1	5 200	5 200
Přepěťová ochrana pro CCTV LPV-2KB-RM	1	90	90
Podružný materiál	1	100	100
Revize zařízení (SV)	1	3 500	3 500
Výkresová dokumentace (SV)	1	10 000	10 000
Zaškolení obsluhy (SV)	1	2 500	2 500
Oživení, odzkoušení, nastavení zařízení ACS	1	6 500	6 500
Koordinace s ostatními profesemi, s dodavatelem	1	5 000	5 000
Cena celkem bez DPH			76 667

7.3 Systém CCTV

Systém CCTV představuje nejvyšší část investovaných finančních prostředků, výše potřebné částky je v následující tabulce.

Tabulka 7 Cenová nabídka CCTV [Zdroj: Vlastní zpracování]

Dodávka	ks/m/hod.	Dodávka vč. montáže	
		jedn.	celk.
Kamera exteriérová barevná Day/Night s mechanickým IR filtrem, IR LED dosvit 80	18	56 000	1 008 000
Instalační konzole	18	1 200	21 600
NEW BREAK-MT-BOX/12-24 aktivní minivysílač do kamerového krytu, přepět'ová ochrana	18	2 500	45 000
NEW BREAK-2GRX-RACK dvoukanálový přijímač do 19" vany	9	3 000	27 000
Montážní vana RACK 19" CRC-S-RM	1	3 600	3 600
Přepjet'ová ochrana pro CCTV LPV-2KB-RM	18	90	1 620
Video rekordér síťový digitální triplexní 16 vstupů	1	115 000	115 000
Video rekordér síťový digitální triplexní 8 vstupů	1	65 000	65 000
Připojení internetu	1	3 500	3 500
BNC konektor	12	56	672
Přepjet'ová ochrana	4	90	360
Podružný materiál	1	100	100
Revize zařízení (SV)	1	3 500	3 500
Výkresová dokumentace (SV)	1	10 000	10 000
Zaškolení obsluhy (SV)	1	2 500	2 500
Oživení, odzkoušení, nastavení zařízení CCTV	1	6 500	6 500
Koordinace s ostatními profesemi, s dodavatelem	1	5 000	5 000
Cena celkem bez DPH			1 318 952

Celková investice potřebná pro inovaci kompletního systému zabezpečení FVE je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 8 Rekapitulace cenových nabídek [*Zdroj: Vlastní zpracování*]

Elektroinstalace	Cena v Kč
EZS	98 878
PERIMETR (IR+MW bariéry Absolute Sicurit, 7párů)	423 170
CCTV (18ks kamer se záznamem)	1 318 952
ACS	76 667
Elektroinstalace celkem	1 917 667

ZÁVĚR

Práce celkově zhodnocuje stav zabezpečení fotovoltaické elektrárny. Navržené řešení poskytne provozovateli větší zabezpečení, bezporuchový provoz, a především komfort v kontrole systému díky možnosti online sledování celého stavu systému.

Práce obsahuje také cenovou kalkulaci na jednotlivé systémy. Z tohoto pohledu je možné provést inovaci jako celek nebo po jednotlivých částech. Celková výše investice sice dosahuje téměř dvou milionů korun, ale vzhledem k celkové investici za pořízení FVE není tak výrazná. Výše investice však přinese celkové vylepšení zabezpečení FVE a úplně odstraní náklady spojené s neustálými výpadky a poruchami jednotlivých prvků stárnoucího systému zabezpečení.

Inovace obsahuje nejmodernější prvky pro zabezpečení a sledování objektů, které vykazují vynikající vlastnosti. Navržené systémy vykazují vysokou spolehlivost, a tudíž není předpokládána další investice do zabezpečení po dobu životnosti fotovoltaické elektrárny.

Návrh vylepšení poskytuje reálný návrh na možné provedení zamýšleného projektu. Celá práce byla zpracována na požadavek provozovatele objektu jako příprava na možnou projektovou dokumentaci.

Součástí je také reálná cenová nabídka, ze které je možno vycházet. Věřím, že zadavatel pro mou práci nakonec projekt návrhu zrealizuje.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The work evaluates the overall security status of photovoltaic power plants. The proposed solution will provide operators greater security, trouble-free operation, and above all comfort control system thanks to the online monitoring of the entire system status.

The work also contains a quote for individual systems. From this perspective, it is possible to upgrade as a whole or in separate parts. The total amount of investment, although at nearly two million crowns, but due to the total investment for the purchase of solar power is not so pronounced. The amount of the investment, however, will improve the overall security of photovoltaic power and completely eliminate the costs associated with the constant interruptions and failures of individual elements of the aging security system.

Innovations include the most advanced features for security and tracking objects that exhibit superior properties. The proposed schemes are highly reliable and therefore not anticipate further investments in security over the life of the photovoltaic plant.

The proposal provides a real improvement proposal for the possible implementation of the proposed project. The whole work was made on the request of the facility in preparation for possible project documentation.

Also included is a fair price menu from which you can build. I believe that the sponsor for my work finally realizes the project proposal.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] POULEK, Vladislav a Martin LIBRA. Solar energy: photovoltaics - promising trend for today and close future. 1st ed. Prague: CUA, 2006, 153 s. ISBN 80-213-1489-3.
- [2] LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie. 1. vyd. Praha: ILSA, 2009, 160 s. ISBN 978-80-904311-0-2.
- [3] RYBÁŘ, Peter et al. Denní osvětlení a oslunění budov. 1. vyd. Brno: ERA, 2002, vi, 271 s. ISBN 80-865-1733-0.
- [4] MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. Fotovoltaika, elektřina ze slunce: photovoltaics - promising trend for today and close future. 2. vyd. Brno: ERA, 2008, vii, 81 s. ISBN 978-80-7366-133-5.
- [5] KREJČIŘÍK, Alexandr. SMS: střežení a ovládání objektů pomocí mobilu a SMS : GSM pagery a alarmy: princip použití, návody, příklady. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 303 s. ISBN 80-730-0082-2.
- [6] UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
- [7] KINDL, Jiří a Martin LIBRA. Projektování bezpečnostních systémů I: photovoltaics - promising trend for today and close future. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7318-554-1.
- [8] Kamerový systém. Ladiin [online]. 2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: http://www.ladinn.cz/ostatni/technika/kamerovy_system.html.
- [9] Biometrika. Www.nula.wz.cz [online]. 2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.nula.wz.cz/biometrika/>.
- [10] Úbytek napětí na vedení. Www.telecom.cz. Telecom [online]. 2008 [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: http://web.telecom.cz/tyrbach/ubytek_1r.pdf.
- [11] Protokol Wiegand. DHServis [online]. 2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: http://www.dhservis.cz/dalsi_1/wiegand.htm.

Ostatní zdroje:

- [12] Galaxy Flex. ADIGLOBAL.CZ [online]. 2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: https://www.adiglobal.cz/iiWWW/cz/produkty110.nsf/web_category_panel2_cenik_asc/B2B291C5AE8543CEC1257B1600596C76.
- [13] Galaxy Flex manual. ADIGLOBAL.CZ [online]. 2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: [https://www.adiglobal.cz/iiWWW/docs.nsf/all/DE0B6A2B353E9663C1257BB80044B114/\\$FILE/IM_Galaxy_%20Flex_3.pdf](https://www.adiglobal.cz/iiWWW/docs.nsf/all/DE0B6A2B353E9663C1257BB80044B114/$FILE/IM_Galaxy_%20Flex_3.pdf).
- [14] Venkovní bullet kamera ADEMCO. Www.adiglobal.cz [online]. 2014 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: https://www.adiglobal.cz/iiWWW/cz/produkty141.nsf/web_category_panel2_cenik_asc/1F5A3C735163C436C1257C0000446734.
- [15] Výhody fotovoltaické elektrárny. Www.separaeko.cz [online]. 2011 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.separaeko.cz/solarni-energie/vyhody-fotovoltaicke-elektrarny/>.
- [16] Základy CCTV. České vysoké učení technické [online]. 2013 [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34EZS/prednasky/Zaklady%20CCTV.pdf>.
- [17] Instalační manuál k ústřednám Galaxy Dimension. 2010.
- [18] Projektová dokumentace stavby FVE. 2011.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FVE	Fotovoltaická elektrárna
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
CCTV	Closed Circuit Television, uzavřený televizní okruh
ACS	ACCESS – systém kontroly vstupu
LED	Light Emitted Diode
Tzv	Takzvaný
Apod	Apodobně
IP	Internet Protocol
HD SDI	High-Definition Serial Digital Interface
LAN	Local Area Network
DVR	Digital Video Recorder
GSM	Global System of Mobile
GPRS	General Packet Radio Service
HDMI	High-Definition Multi-media Interface
VGA	Video Graphics Array
HDD	Hard Disk Drive
IR	Infra RED
RFID	Radio Frequency Identification

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma principu ACS [Zdroj: <i>www.acsline.cz</i>].....	31
Obrázek 2 Schéma typického zapojení CCTV [Zdroj: <i>www.ladinn.cz</i>].....	32
Obrázek 3 Výpis GRUP z programu Dálkový Správce Instalaci GALAXY [Zdroj: <i>Software DSI</i>].....	36
Obrázek 4 Výpis zón z programování EZS [Zdroj: <i>Software DSI</i>].....	37
Obrázek 5 Schéma standardního rozložení v krytu EZS ústředny [Zdroj: <i>www.adiglobal.cz</i>].....	38
Obrázek 6 Architektura systému Galaxy Flex [Zdroj: <i>www.adiglobal.cz</i>].....	39
Obrázek 7 Pohybový detektor [Zdroj: <i>www.adiglobal.cz</i>].....	39
Obrázek 8 Detekční charakteristika VĚJÍŘ, DLOUHÝ DOSAH [Zdroj: <i>Manuál k detektoru CX-502</i>].....	40
Obrázek 9 Magnetický kontakt [Zdroj: <i>www.adiglobal.cz</i>].....	40
Obrázek 10 Čtečka EDK2-KPA [Zdroj: <i>www.ajtrade.cz</i>].....	42
Obrázek 11 Klíčenka ACS [Zdroj: <i>www.acsline.cz</i>].....	42
Obrázek 12 Nastavení ústředny EZS pro ACS [Zdroj: <i>Software DSI</i>].....	43
Obrázek 13 Kamera ADEMCO [Zdroj: <i>www.adiglobal.cz</i>].....	45
Obrázek 14 IR přísvit [Zdroj: <i>www.cctv.inshop.cz</i>].....	46
Obrázek 15 Blokové schéma stávajícího řešení [Zdroj: <i>Projektová dokumentace</i>].....	47
Obrázek 16 Architektura systému Galaxy GD-96 [Zdroj: <i>Manuál ústředny</i>].....	49
Obrázek 17 Kamera PTZ PATRONUM [Zdroj: <i>www.nejkam.cz</i>].....	51
Obrázek 18 Typické použití ACS firmy GDS [Zdroj: <i>www.variant.cz</i>].....	52
Obrázek 19 Zapojení linek sběrnice EZS [Zdroj: <i>Manuál k ústředně</i>].....	54
Obrázek 20 Princip vyvážení hlídání zón [Zdroj: <i>Manuál k ústředně</i>].....	54
Obrázek 21 Zobrazení vyzařování bariery Absolute Plus [Zdroj: <i>Manuál IR barier Absolute Plus</i>].....	55
Obrázek 22 Schéma vedení [Zdroj: <i>www.web.telecom.cz</i>].....	57
Obrázek 23 Blokové schéma navrženého řešení [Zdroj: <i>Projektová dokumentace</i>].....	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání FVE dle výkonu [<i>Zdroj: www.separaeko.cz</i>]	20
Tabulka 2 Základní parametry kamery ADEMCO [<i>Zdroj: vlastní zpracování</i>]	45
Tabulka 3 Porovnání úbytku napětí v závislosti na průměru vodiče [<i>Zdroj: Vlastní zpracování</i>].....	58
Tabulka 4 Cenová nabídka EZS [<i>Zdroj: Vlastní zpracování</i>].....	64
Tabulka 5 Cenová nabídka bariery [<i>Zdroj: Vlastní zpracování</i>]	65
Tabulka 6 Cenová nabídka ACS [<i>Zdroj: Vlastní zpracování</i>]	66
Tabulka 7 Cenová nabídka CCTV [<i>Zdroj: Vlastní zpracování</i>].....	67
Tabulka 8 Rekapitulace cenových nabídek [<i>Zdroj: Vlastní zpracování</i>].....	68