

System monitorování a zabezpečení fotovoltaické elektrárny

Bc. Vladimír Čechmánek

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vladimír Čechmánek**
Osobní číslo: **A13359**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Systém monitorování a zabezpečení fotovoltaické elektrárny**
Téma anglicky: **A Draft System for the Monitoring and Security of a Photovoltaic Power-plant**

Zásady pro vypracování:

1. Vytvořte literární rešerši na téma zabezpečení fotovoltaických elektráren a monitorování jejich provozu.
2. Analyzujte současný stav a navrhnete vlastní řešení.
3. Realizujte sestavení a montáž systému zabezpečení fotovoltaické elektrárny a monitorování jeho provozu.
4. Zhodnoťte realizované řešení.
5. Odhadněte další vývoj těchto systémů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk. **Bezpečnostní technologie, systémy a management I.** Vyd. 1. Zlín: VeRBuM, 2011, 316 s. ISBN 978-808-7500-057.
2. KŘEČEK, Stanislav. **Příručka zabezpečovací techniky.** Vydání 3. aktualizované. Criterius, 2006. ISBN 80-902938-2-4.
3. VALOUCH, Jan. **Projektování bezpečnostních systémů.** První vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. ISBN 978-80-7454-230-5.
4. LUKÁŠ, Luděk. **Bezpečnostní technologie, systémy a management II.** 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012, 386 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
5. LAUCKÝ, Vladimír. **Technologie komerční bezpečnosti I.** Vydání třetí. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-7318-889-4.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Rudolf Drga, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

12. ledna 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2015

Ve Zlíně dne 6. února 2015



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- 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/bakalářské 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

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Práce se zabývá vytvořením systému zabezpečení a monitoringu malé fotovoltaické elektrárny. Cílem práce je navrhnout a sestrojít vhodné a jednoduché řešení zabezpečení a monitorování provozu elektrárny pro včasné odhalení poruchy nebo narušení výroby elektrárny. V praktické části jsou aplikovány poznatky z vyučovaných předmětů oboru bezpečnostních technologií do praxe navržením integrovaného monitorovacího a zabezpečovacího systému provozu fotovoltaické elektrárny vhodnou kombinací monitorovacích PLC prvků s poplachovými zabezpečovacími systémy s následným využitím informačních technologií pro vzdálenou kontrolu a ovládání tohoto systému. Součástí práce je také samotná realizace provedením montáže a uvedením systémů do provozu.

Klíčová slova: Zabezpečení, Monitorování, Fotovoltaická elektrárna, PZS, CCTV

ABSTRACT

In this thesis I tried to describe the process of creating a system of security and monitoring of a small photovoltaic power plant. The aim of this work is to come up with appropriate and simple draft of security and monitoring schedule. This schedule should serve for early detection of failures and disruptions in production of the power plant. In the practical part of my thesis are applied my experiences from the lessons of security technologies in practice. My suggestion for the security and monitoring system is composed by combination of PLC element together with the alarm security system and subsequent use of information technology for remote monitoring and control of the system. Thesis includes actual implementation of the security and monitoring system by performing the installation and putting the system itself into operation."

Keywords: Security, Monitoring, Photovoltaic Power plant, HAS, CCTV

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Rudolfu Drgovi, PhD., za odborné vedení, metodu, připomínky, rady a čas který mě věnoval. Dále taky své rodině za podporu a trpělivost, kterou se mnou v kritických okamžicích měla. V neposlední řadě chci poděkovat svému zaměstnavateli za vytvoření podmínek potřebných ke studiu.

OBSAH

ÚVOD	10
I. TEORETICKÁ ČÁST	11
1 FOTOVOLTAIKA	12
1.1 SLUNEČNÍ ENERGIE	12
1.2 HISTORIE FOTOVOLTAIKY	12
1.3 ZÁKLADNÍ POJMY	13
1.3.1 Fotovoltaická elektrárna.....	13
1.3.2 Fotovoltaický článek	13
1.3.3 Fotovoltaický panel.....	14
1.3.4 Střídač	14
1.3.5 String	14
1.3.6 String Box	14
1.3.7 Monitoring a dálková správa.....	14
1.4 SYSTÉMY PRO VÝROBU ELEKTRINY	15
1.4.1 Systémy připojené k elektrické rozvodné síti.	15
1.4.2 Autonomní (ostrovní) systémy.....	15
1.5 MONITOROVÁNÍ SOLÁRNÍCH ELEKTRÁREN.....	15
1.5.1 Funkce monitoringu	16
1.5.2 Místní monitoring.....	16
1.5.3 Vzdálený monitoring.....	17
1.5.4 Uložení dat	18
1.5.5 Monitorované veličiny	19
1.5.6 Parametry odvozené okamžitých a kumulovaných hodnot.....	20
2 ZABEZPEČENÍ FVE	21
2.1 OCHRANA OBJEKTU FVE	22
2.1.1 Fyzická ochrana objektu	22
2.1.2 Technická ochrana objektu	23
2.1.3 Režimová opatření	23
2.2 SYSTÉM FYZICKÉ OCHRANY OBJEKTU	24
2.2.1 Perimetrická ochrana.....	25
2.2.2 Plášťová ochrana	25
2.2.3 Prostorová ochrana.....	25
2.2.4 Předmětová ochrana	25
2.3 PRVKY TECHNICKÉ OCHRANY ZABEZPEČENÍ FVE	26
2.3.1 Infrazávory	26
2.3.2 Mikrovlnné bariéry.....	27
2.3.3 Duální detektory.....	27
2.3.4 Perimetrický plotový systém.....	27
2.3.5 Perimetrický zemní systém	28
2.3.6 Detekční kabely.....	28
2.3.7 Kamerový systém.....	29
2.3.8 Radarové sledování	29
II. PRAKTICKÁ ČÁST	30
3 BEZPEČNOSTNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	31

3.1	SPECIFIKACE AKTIV	33
3.2	POSOUZENÍ BEZPEČNOSTNÍCH RIZIK	33
3.3	SPECIFIKACE RIZIK	33
3.4	TRESTNÁ ČINNOST LOKÁLNÍHO CHARAKTERU	34
3.5	VANDALISMUS	34
3.6	KRÁDEŽ	34
3.7	NEDBALOSTNÍ JEDNÁNÍ ZAMĚSTNANCŮ	34
3.8	NEOPRÁVNĚNÉ VNIKnutí NEPOVOLANÝCH OSOB.....	35
3.9	NEFUNKČNOST SYSTÉMU OCHRANY OBJEKTU	36
3.10	ZÁVĚR POSOUZENÍ RIZIK	36
4	NÁRVH ZABEZPEČOVACÍHO A MONITOROVACÍHO SYSTÉMU FVE	37
4.1	MONITOROVACÍ SYSTÉM	38
4.2	ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM	39
5	INSTALACE MONITOROVACÍHO ZAŘÍZENÍ	40
5.1	PŘIPOJENÍ MONITOROVACÍ JEDNOTKY SOLARMONITOR	40
5.1.1	Funkce systému jednotky	41
5.1.2	Instalace senzorů pro monitoring fyzikálních podmínek na elektrárně	42
5.1.3	Konfigurace monitorovací jednotky	43
5.1.4	Konfigurace výstupů	43
5.2	PŘIPOJENÍ MONITOROVACÍHO A ŘÍDÍCÍHO PLC MODULU SDS MICRO.....	44
5.2.1	Funkce modulu	45
5.2.2	Měření AC napětí pomocí analogových vstupů AD	46
5.2.3	Připojení optických vstupů k elektroměru FVE.....	48
5.2.4	Výstupy modulu SDS micro	48
6	INSTALACE ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU	50
6.1	POŽADAVKY NA TECHNICKOU OCHRANU.....	50
6.2	POPIS ŘEŠENÍ PZS	50
6.3	PRVKY PZS	52
6.3.1	PZS ústředna	52
6.3.2	Internetový modul	53
6.3.3	GSM modul	53
6.3.4	LCD klávesnice	53
6.3.5	Venkovní duální PIR detektor.....	53
6.3.6	Odporová smyčka.....	54
6.3.7	Sběrníkový modul	54
6.3.8	PIR detektor	54
6.3.9	Magnetický kontakt.....	54
6.3.10	Sirána.....	55
6.4	INSTALACE PRVKŮ PZS A KABELÁŽE.	55
6.5	KONFIGURACE SYSTÉMU PZS	57
6.6	INSTALACE SYSTÉMU CCTV	58
7	REALIZACE INTERNETOVÉHO PŘIPOJENÍ A VZDÁLENÉHO PŘÍSTUPU	60

7.1	INSTALACE LAN	60
7.2	INSTALACE INTERNETOVÉHO PŘIPOJENÍ	61
7.3	VZDÁLENÝ PŘÍSTUP.....	62
8	CELKOVÉ SHRnutí REALIZACE SYSTÉMU.....	64
	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72

ÚVOD

Trendy současné doby stále více směřují k rozvoji obnovitelných zdrojů a s tím souvisí i výstavba solárních neboli fotovoltaických elektráren. Výstavba domácí fotovoltaické elektrárny sebou nese nemalé investice ve stovkách tisíc až milionech Kč, proto je nutné věnovat se jejímu monitorování a také samotnému zabezpečení. Zatím co v minulých letech byly technické prostředky pro zabezpečení nebo monitorování z důvodu vysokých cenových nákladů malým organizacím nebo domácnostem téměř nedostupné, postupem času se v důsledku velkého rozmachu těchto technologií stávají běžnou součástí elektroinstalace rodinných domů nebo malých společností.

Jak už již bylo popsáno investice do výstavby FVE jsou vysoké, a včasné neodhalení poruchy má za následek nemalou finanční ztrátu způsobenou nežádoucím přerušením výroby energie. Mít vše okamžitě pod kontrolou, sledovat provoz pomocí jakéhokoliv internetového prohlížeče v počítači, tabletu nebo smartphonu odkudkoliv kde se nacházíte, je obrovská výhoda.

Tato práce se bude zabývat návrhem systému pro zabezpečení a monitorování provozu elektrárny, v případě poruchy nebo narušení provozu a výroby musí systém tyto stavy včas identifikovat a vhodnými prostředky informovat majitele o narušení výroby energie. Systém využívá kombinaci poplachových zabezpečovacích systémů a programovatelných logických automatů s využitím prvků informačních a komunikačních technologií, které umožňují přenos informací a vzdálený přístup k datům a stavovým informacím.

Nedílnou součástí tohoto projektu je možnost získání společnosti, která je ochotna poskytnout prostředky ve formě financí a objektu, které jsou nezbytně nutné k samotné realizaci instalace systému. Samotná instalace bude realizována na základě poznatků z vyučovaných předmětů oboru bezpečnostních technologií a využití vlastních profesních zkušeností získaných při správě informačních a komunikačních technologií.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 FOTOVOLTAIKA

1.1 Sluneční energie

Využívání sluneční energie člověkem má stejně dlouhou historii jako je lidstvo samo. Sluneční energie je zdrojem veškerého života na povrchu zemském. Sluneční energie je v historii lidstva tradičním a po velmi dlouhou dobu jediným využívaným zdrojem energie.

Celosvětová spotřeba energie lidstvem na zemi byla v roce 2013 odhadnuta na 12730 milionů tun ropného ekvivalentu [5], což odpovídá 145 PWh nebo 512 miliardám GJ. Zhruba 90% spotřebované energie pochází spalováním fosilních paliv. Na zemskou atmosféru ročně dopadne 1,5 milionu PWh sluneční energie, na zemský povrch se dostane zhruba jedna polovina. Na plochu, kterou zabírá běžný rodinný dům, dopadne za rok ze slunce přibližně 100 MWh energie, na průměrnou zahradu pak přibližně 1 GWh [9]. Přitom obvyklá roční spotřeba elektřiny v takovém domě je jen kolem 4 MWh a spotřeba na topení asi 20 až 30 MWh. Z toho vyplývá, že slunce nás ročně zásobuje energií, která je plně dostačující pro naše energetické spotřeby. Sluneční energie je čistá, z pohledu lidstva vděčná a sama o sobě zdarma. Nejvýznamnější formou energie pro dnešní civilizaci je nepochybně elektřina, lze ji snadno rozvádět i snadno využívat, dá se bez problémů přeměnit na ostatní formy energie. Naše technická civilizace je na ní závislá, jako jsou živé organismy závislé na potravě nebo rostliny na slunečním záření. Několika hodinový výpadek elektrické sítě způsobí naprosté zastavení většiny činností.

1.2 Historie fotovoltaiky

Vzhledem k rostoucí poptávce po obnovitelných zdrojích energie zaznamenala výroba solárních článků a fotovoltaických polí značný posun v před a to zejména v posledních letech. Poprvé byl fotovoltaický jev objeven v roce 1839 Edmundem Bequerelom, který si všiml, že působením slunečního záření je při určitých elektrochemických konfiguracích možné vyrábět elektrickou energii. Fotovoltaický jev se však začal využívat pro přímou přeměnu energie slunečního záření na elektrickou energii až v roce 1954. Historie praktického použití fotovoltaických článků se začíná v USA pro potřeby kosmického výzkumu. Využití sluneční energie byl jediný dostupný systém, jakým bylo možné ve vesmírných podmínkách vyrábět elektrickou energii (kromě štěpení jádra). Prvního použití v kosmu se fotovoltaický panel dočkal v roce 1958.

Od roku 2010 se vyrábí elektřina pomocí fotovoltaiky ve více než 100 zemích světa, a přestože zatím tvoří jen malý zlomek, 4,8 celkové globální tvorby elektrické energie ze všech zdrojů, je nejrychleji rostoucí technologií výroby elektrické energie na světě. Tato zařízení mohou být montována na volném prostranství nebo na střechy, či stěny budov.

1.3 Základní pojmy

1.3.1 Fotovoltaická elektrárna (FVE)

Soubor většího počtu solárních panelů, střídačů a ostatních konstrukčních a podpůrných prvků se nazývá v závislosti na velikosti a podmínkách realizace sluneční elektrárna nebo fotovoltaická elektrárna. Fotovoltaické elektrárny se liší především svým výkonem. Princip výroby elektrické energie je u většiny zařízení stejný - sluneční paprsky dopadají na povrch fotovoltaického panelu a na svorkách se objeví napětí. Po zapojení do elektrického okruhu teče v okruhu stejnosměrný proud. Ve střídači se stejnosměrný proud a napětí mění na střídavé veličiny a v této formě je energie předána do domácí nebo rozvodné elektrické sítě.

1.3.2 Fotovoltaický článek

Fotovoltaický článek je základním prvkem, umožňující přímou proměnu světelné energie na elektrickou. Jedná se o velkoplošnou diodu, která je tvořena tak, že v tenkém plátku křemíku je v malé hloubce pod povrchem vytvořen p-n přechod opatřený z obou stran vhodnými kovovými kontakty. Pokud na něj dopadá sluneční záření, generují se volné elektrony a díry. Elektrické pole p-n přechodu je oddělí a pošle na opačné strany; elektrony do vrstvy typu n, která se tak stane záporným pólům fotovoltaického článku a díry do vrstvy typu p, která tvoří kladný pól.

Fotovoltaické články se dle technologie výroby dělí na několik druhů:

- Monokrystalické: základním prvkem článků křemíková podložka. Krystaly jsou větší než 10 cm a vyrábí se tažením roztaveného křemíku ve formě tyčí o průměru až 300 mm. Účinnost těchto článků se pohybuje v rozmezí 13 až 17 %,
- Polykrystalické: jde o nejběžnější typ článku, základem je také křemíková podložka. Vyrábějí se odléváním čistého křemíku do vhodných forem a řezáním vzniklých ingotů na tenké plátky. Jejich účinnost je v rozmezí 10 až 14 %.

- Amorfni: články z amorfního křemíku mají oproti výše popsaným typům výhodu v tom, že potřebují podstatně méně materiálu a při sériové velkovýrobě jsou znatelně levnější. Jejich účinnost se pohybuje v rozmezí 4 až 8%

1.3.3 Fotovoltaický panel

Fotovoltaické panely (moduly) vznikají spojením několika solárních článků, čímž vytvoří základní prvek pro solární elektrárny. Tam, kde je třeba získat více energie, se panely spojují dohromady do tzv. stringů. V současnosti výrobci uvádějí garance na technologickou záruku 5 až 10 let a výkonovou záruku na 25 let a více. Vzhledem k dlouhodobému používání, je potřeba se orientovat na stabilní a osvědčené výrobce. Hodně také napoví technické parametry jako je dovolené zatížení větrem a sněhem.

1.3.4 Střídač

Fotovoltaické panely vyrábějí stejnosměrný proud. Přeměna stejnosměrného proudu na střídavý je zajištěna přístrojem, který se nazývá střídač (inverter). Kvalita střídače je dána jeho technickými parametry. Z pohledu spotřebitele jsou nejdůležitější účinnost a životnost. Bez takového střídače by solární elektrárny nebylo možné využít pro běžný provoz v domácnosti.

1.3.5 String

Označení pro řetězec sériového propojení fotovoltaických panelů. Sériovým propojením se dosáhne požadovaného napětí pro provoz střídače.

1.3.6 String Box

Zařízení, které umožňuje vyvést výkon z více stringů fotovoltaických panelů do střídače. Zpravidla bývá vybaven jednosměrnou přepěťovou ochranou a komfortnější verze umožňují monitoring výkonu na úrovni jednotlivých stringů.

1.3.7 Monitoring a dálková správa

Zařízení, které umožňuje sledovat zdravotní stav fotovoltaického zařízení, zpravidla přes webový prohlížeč, případně přes externí display. U některých výrobců je možné konfigurovat některé parametry i na dálku, přes internet. Toto zařízení zaručí, že sluneční elektrárna, popřípadě několik solárních elektráren budete mít neustále pod kontrolou, což se zase odrazí na delší životnosti.

1.4 Systémy pro výrobu elektřiny

Zpravidla se solární fotovoltaické systémy rozdělují do dvou hlavních skupin.

- a) Systémy připojené k elektrické rozvodní síti, obvykle se pro ně používá v češtině výraz „sítový systém“, v angličtině „On-grid“.
- b) Systémy bez připojení k elektrické rozvodné síti, tj. „autonomní systém“, v angličtině „Off-grid“

V některých případech se používá kombinace obou systémů, takzvaný „hybridní“ systém, který může podle potřeby dodávat elektřinu do sítě nebo pracovat naprosto nezávisle.

1.4.1 Systémy připojené k elektrické rozvodné síti.

V podmínkách České republiky, kde elektrická rozvodná síť poskytuje kvalitní a nepřerušované dodávky elektrické energie není hlavním motivem připojení fotovoltaického systému nedostatek elektrické energie, ale ekologický přínos, úspora a hlavně zisk z odprodeje elektrické energie.

1.4.2 Autonomní (ostrovní) systémy.

Na odlehlých místech bez přípojky elektrické energie představuje ostrovní systém často jedinou možnou variantu bezobslužné výroby elektřiny. Dle povahy elektrických spotřebičů, resp. nároků uživatele mohou ostrovní systémy obsahovat baterie, pro akumulaci energie, čímž je zajištěna dodávka elektřiny i v nočních, resp. večerních hodinách.

1.5 Monitorování solárních elektráren

FVE byly často mylně považovány za autonomní a bezúdržbové. Jelikož se jedná o rozsáhlý systém s možností poruch, je potřeba tyto závady včas detekovat a odstranit tak, aby účinnost elektrárny byla co nejvyšší a nedocházelo k nepatřičným ztrátám při výrobě. Monitorování FVE je tedy nezbytné pro spolehlivé fungování s maximálním výnosem jakéhokoliv systému monitorování a řízení fotovoltaických systémů. Systém monitorování je určen nejenom koncovým uživatelům, ale také servisním organizacím zajišťující údržbu servis FVE.

Na základě monitoringu lze vyhodnocovat i předpokládaný pokles účinnosti během doby životnosti zařízení a tato data srovnat s technickými údaji, které zaručuje dodavatel panelů.

Modularita systému usnadňuje postupné budování dispečinků od nejjednodušší vizualizace naměřených hodnot po distribuované integrované systémy, určené pro provozování rozsáhlých energetických sítí a jejich zdrojů. Zvláštní zřetel je kladen na vysokou spolehlivost, rychlé vytváření aplikací a snadné nastavování i pro méně pokročilé uživatele. Díky inovativnímu řešení je možné detekovat a hlásit všechny technické i fyzické poruchy na elektrárně.[5]

1.5.1 Funkce monitoringu

Funkce monitorovacího systému lze rozdělit na následující podskupiny:

- monitoring výroby elektrické energie
- monitoring střídače
- monitoring fyzikálních podmínek na elektrárně
- monitoring vstupů (krádež, bleskojistka, apod.)
- Informování uživatele

1.5.2 Místní monitoring

Nejjednodušší monitorování je sledování hodnot na LCD displeji, který je součástí téměř každého střídače. Displej umístěný na přední straně střídače poskytuje základní úroveň kontroly, která poskytuje okamžitý výkon, denní produkci energie, celkovou a aktuální výrobu energie. V závislosti na druhu střídače, může obsahovat informace o napětí rozvodné sítě a fotovoltaických polí, některé střídače mohou zobrazovat výrobu fotovoltaického systému (kilowatthodinách) na kg oxidu uhličitého (CO₂). Dálkové ovládání a sledování může být prováděno různými typy připojení jako analogový modem, ADSL, GSM atd., nejběžnější připojení pro místní ovládání je USB popřípadě i RS232.

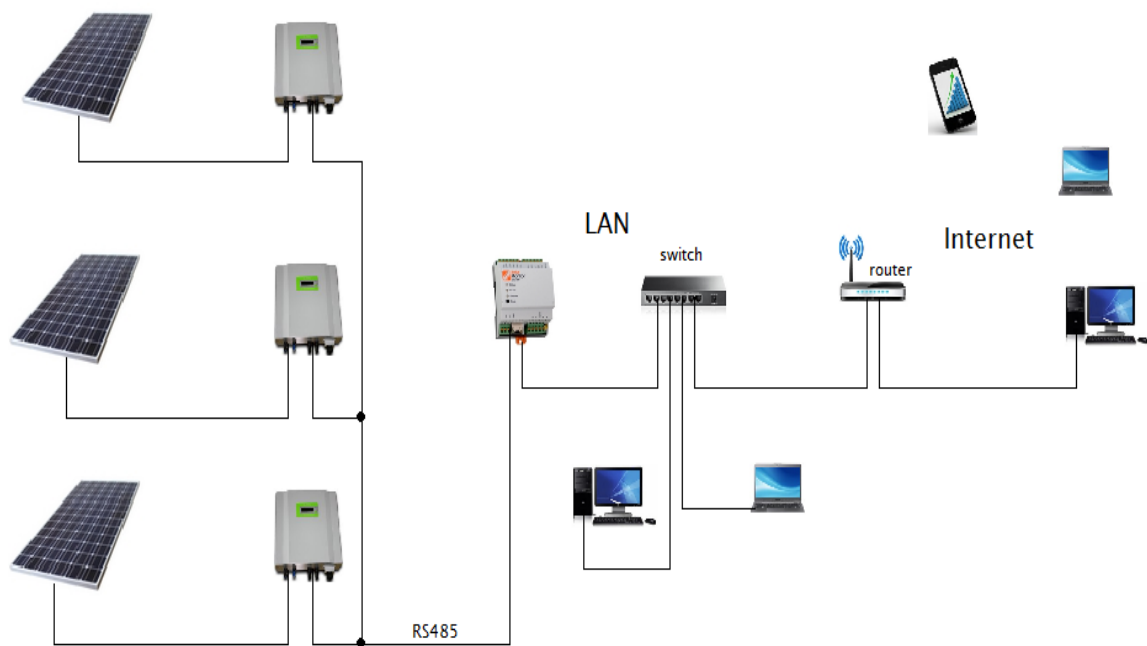
K lokálnímu monitorování je lze využít PC připojené ke střídači přes rozhraní RS232. Další možností je sledování dálkového displeje, který může být umístěn v monitorovací místnosti mimo FVE. Propojení mezi tímto displejem a střídačem bývá zpravidla zajištěno bezdrátovým přenosem.



Obr.1 - Místní monitoring

1.5.3 Vzdálený monitoring

Vzdálené monitorování je využíváno převážně u středních a velkých FVE. Data z jednotlivých střídačů jsou pomocí systémové sběrnice (většinou RS485) sdružována do centrálního monitorovacího zařízení. Monitorovacím zařízením pro sběr dat ze střídačů jsou převážně kompaktní nebo modulární programovatelné logické automaty (PLC), které jsou osazeny potřebným komunikačním rozhraním (ethernet, GSM, Wi-fi, dial-up). Data se přenášejí pravidelně z příslušných datalogerů do sítě internet a následně lze kontrolovat chod elektrárny z téměř jakéhokoliv místa na světě. Kdykoliv je možno jednoduše se přihlásit a ověřit si úroveň výkonu elektrárny. K dispozici jsou denní úrovně, souhrny za uplynulé týdny a dokonce i měsíční trendy. Všechny informace o systému se zobrazují na obrazovce pomocí vhodné grafiky. Data se mohou zobrazovat v tabulkách, sloupcových diagramech nebo grafech. Systém zasílá denní zprávy o vyprodukované energii, stavu elektrárny a upozornění na události v jednotlivých měničích. V případě poruchy systému je lze nastavit tak, aby zasílaly zprávy a upozornění na server nebo prostřednictvím SMS a e-mailových zprav přímo uživateli.



Obr. 2 - Vzdálený monitoring

1.5.4 Uložení dat

Data mohou být uloženy v paměti střídače nebo v externích zařízeních (datalogery). Na trhu jsou nabízená různá řešení pro vzdálený monitoring. Nejrozšířenější je služba webového portálu, která umožňuje nastavit vlastní stránky a zobrazovat data z vlastního systému. Webové portály pak tyto data archivují, to znamená, že je možné si zobrazit pomocí prohlížeče aktuální i historické údaje kdekoliv na světě. Dále nabízí širokou škálu funkcí pro monitoring a vizualizaci, široký rozsah možností zobrazení dat a podrobné analýzy fotovoltaického systému. Pomocí datalogeru lze připojit a zobrazovat i systémy pracující s měniči od různých výrobců.

Díky vhodnému uložení dat umožňují systémy uživateli jednoduchým způsobem přenášet data o provozu FVE:

- údaje o vyrobené energii (celkové, měsíční, denní, atd.)
- aktuální výkon elektrárny
- finanční zisk
- počet provozních hodin
- minimální a maximální hodnoty
- chybová a stavová hlášení.

1.5.5 Monitorované veličiny

Měřením veličin se zabývá norma ČSN EN 61724- Kontrola výkonnosti fotovoltaického systému - Směrnice pro měření, výměnu dat a analýzu. Snaží se vysvětlit význam měřených a odvozených veličin a srovnává požadavky normy se současnou provozní praxí. ČSN EN 61724 je mezi uživateli navzdory svému stáří poměrně málo známá, ačkoliv obsahuje řadu užitečných informací a typů. Zásadní význam má pak pro srovnávání různých elektráren navzájem, protože standardizuje vyhodnocovací postupy, což je základním předpokladem pro smysluplný benchmarking [10].

- **Intenzita slunečního záření** - intenzita je měřena pomocí referenčních článků a pyranometrů (W/m^2). Pyranometr reaguje na širší spektrum než panel a tedy dává o intenzitě dopadajícího záření komplexnější informaci než referenční článek, který v podstatě kopíruje charakteristiku panelu. Rozdíl mezi měřením pomocí pyranometru a referenčního článku se však v praxi, kde monitoring slouží především k detekci poruch, neuplatní – a tak mívají přednost řádově levnější referenční články. Přesnost by měla být lepší než 5 % měřené hodnoty, což standardní výrobky splňují [10].
- **Okolní teplota** – okolní teplotou je myšlena venkovní teplota ve stínu ($^{\circ}\text{C}$). Venkovní teplota je důležitým diagnostickým údajem, protože na jejím základě se stanovuje tepelné namáhání systému, kdy jsou prvky vystaveny velkému kolísání teplot, především v zimním období, kdy v noci FVE navyrábí a ve dne může být výroba na plný výkon. Chyba měření by měla být max. $\pm 1\text{K}$.
- **Teplota panelů** – teplota fotovoltaických panelů se měří pomocí přiloženého teplotního čidla na jejich spodní straně. Při použití referenčního článku s čidlem obdržíme relevantní hodnoty bez nutnosti vedení kabelu přímo k panelům.
- **Napětí a proud** – vzhledem k tomu, že jsou elektrické parametry v převážné většině případů získávány ze střídačů po komunikační sběrnici, jsou stejnosměrné i střídavé napětí a proud běžnou součástí měřených hodnot. Hodnoty napětí i proudu na stejnosměrné i střídavé straně (vstupu i výstupu) střídačů, nejsou vhodné k výpočtu účinnosti střídače. Účinnost střídačů limituje někde k 98 %, zatímco chybu měření napětí a proudu výrobci neuvádějí. Chyba se podle odhadů pohybuje v řádu procent, tedy tento výpočet by byl zatížen výraznou nepřesností. Hodnoty

pocházející ze střídačů je nutno brát jako informativní, využitelné pouze pro detekci poruch, nikoliv pro vážnou analýzu účinnosti FVE.

- **Výkon** - Při výpočtu stejnosměrného výkonu je nutné pracovat s okamžitými, nikoliv průměrovanými hodnotami napětí a proudu. Vhodný způsob při stanovení výkonu, který doporučuje norma je použití wattmetru. Přesnost měření včetně zpracování signálu musí být lepší než 2 % měřené hodnoty.

1.5.6 Parametry odvozené okamžitých a kumulovaných hodnot.

Z okamžitých a kumulovaných hodnot je možné počítat různé, neboli odvozené parametry. Odvozené parametry jsou dobrým podkladem pro vzájemné porovnávání různých FVE, tzv. benchmarking. Odvozené parametry se dělí do dvou hlavních skupin a to na množství elektrické energie (electrical energy quantities) a na indikátory výkonnosti systému (system performance indices).

- **Globální ozáření** - celková sluneční energie, která dopadla na jednotku plochy ($\text{kWh/m}^2\text{d}$).
- **Množství energie** - kumulované hodnoty elektrické práce (v kWh), vycházející z výkonových parametrů měřených v reálném čase.
- **Celková účinnost systému** - součin střední účinnosti pole a účinnosti, s níž je energie přenášena ze zdrojů ke spotřebičům.
- **Celkový výnos systému** - počet hodin za den, během nichž by FVE musela podávat svůj jmenovitý výkon, aby vyrobila naměřené denní množství energie na výstupu do sítě.
- **Normalizované ztráty** - čas, po němž by výrobní musela podávat jmenovitý výkon, aby pokryla kumulované denní ztráty.

2 ZABEZPEČENÍ FVE

Objekty FVE mají několik aspektů, které určují, jakým způsobem se musí postupovat při jejich zabezpečení. V prvním případě je to velikost území nebo střechy, na kterém jsou fotovoltaické panely umístěny. Ta se pohybuje od několika desítek metrů čtverečních až po desítky hektarů, v závislosti na výkonu solární elektrárny a použité technologii. Dalším důležitým prvkem je její umístění. Možnosti aplikace fotovoltaiky jsou téměř neomezené, v praxi se lze setkat s několika typickými aplikacemi, jako jsou:

- **Malé střešní instalace**, kde jsou panely umístěné na střešní konstrukci budovy, zejména rodinných domech s výkonem několika málo kWp.
- **Velké střešní instalace** jsou instalovány na velkých průmyslových objektech, halách či logistických centrech, jejich výkon zpravidla přesahuje 10kWp.
- **Volně stojící instalace** jsou elektrárny instalované na volných prostranstvích, kde je podpůrná konstrukce pevně spojená se zemí. Výkon těchto instalací se pohybuje od několika desítek kWp až po instalace v řádech MWp.

Dalším podstatným aspektem je tzv. bezobslužnost a relativní odlehlost míst, kde jsou FVE instalovány. S tím souvisí i nezbytné napojení na technickou infrastrukturu s datovým připojením, které je posléze využíváno nejen pro monitoring a ovládání vlastní technologie FVE, ale slouží také jako jedna z komunikačních tras pro použité bezpečnostní aplikace. Důležitým prvkem pro volbu typu zabezpečení FVE je konstrukční výška panelů. Pro volbu typu zabezpečení je důležité si uvědomit, že solární panely mají určitou konstrukční výšku, která snižuje celkovou přehlednost zastavěného území [12].

Dále se jedná zejména o požadavky bank a pojišťoven, které pracují podle svých interních standardů. Společným rysem všech těchto materiálů je požadavek na certifikaci použitých technologií a odborný návrh jejich použití. Některé subjekty se problémem zabezpečení zabývají podrobněji a předepisují konkrétní bezpečnostní prvky, jinde se spokojí s pojmem „objekt je elektronicky zabezpečen“. Jak již bylo uvedeno dříve, otázka zabezpečení nesouvisí pouze s pojištěním, zajištěním financování nebo technickými normami. Finanční ztráty při poškození nebo odcizení části FVE mohou být velmi vysoké, stejně jako náklady spojené s řešením takovéto situace [12].

Z pohledu objektové bezpečnosti je FVE ohraničený areál určité rozlohy s definovaným plánem zástavby a komunikací, uvnitř kterého se nachází technologie pro výrobu elektrické energie. Samostatnou kategorií z hlediska přístupu k zabezpečení pak tvoří fotovoltaic-

ké panely instalované na střeších nebo stěnách budov. Největší hodnoty jsou soustředěny v podobě fotovoltaických panelů a střídačů, jejichž ceny se pohybují až v milionech korun. Další nemalé investice jsou v nosných konstrukcích, na kterých jsou panely umístěny. Z hlediska druhu trestné činnosti můžeme rozlišovat vandalismus, zaměřený na poškození technologie a krádeže. Se zabezpečením je dobré počítat už od počáteční fáze výstavby.

Na základě praktických zkušeností, je doporučeno vždy použít kombinaci obou systémů. Tím je zajištěno, že poplach bude vyhlášen nejpozději v okamžiku manipulace s technologií. Systém je určen k spolehlivému detekování a vyhlášení poplachu, pokud by se neoprávněná osoba pokusila o přístup k střežené oblasti. Zároveň musí rozpoznat a snížit na minimum falešné poplachy vyvolané například povětrnostními vlivy a zvířaty. Celý systém, je vzhledem k bezobslužnému provozu a velmi často i odlehlosti, vhodné doplnit kamerovým systémem, který zprostředkuje jak vzdálený pohled do areálu v případě vzniku incidentu, tak zajistí i obrazový záznam dané situace [12].

2.1 Ochrana objektu FVE

Ochrana objektu se zabezpečuje kombinací bezpečnostních opatření, kterými jsou:

- fyzická ochrana objektu,
- technická ochrana objektu
- režimová opatření

2.1.1 Fyzická ochrana objektu

Fyzickou ochranu objektu a chráněného prostoru provádějí příslušníci ozbrojených sil, ozbrojených bezpečnostních sborů, bezpečnostních sborů, zaměstnanci soukromých bezpečnostních služeb, zaměstnanci provozovatele objektu nebo vlastní zaměstnanci. Osoby vykonávající fyzickou ochranu musí být vyškoleny nejméně v rozsahu pravidel pro výkon fyzické ochrany objektu a vybaveny komunikačními prostředky. U důležitých objektů se fyzická ochrana zabezpečuje nepřetržitě. Pravidla pro výkon fyzické ochrany jsou určeny v bezpečnostní dokumentaci fyzické bezpečnosti v souladu s požadavky bezpečnostního standardu. Fyzická ochrana je finančně nejnákladnějším způsobem zajištění bezpečnosti objektu.

2.1.2 Technická ochrana objektu

Společně s fyzickou ochranou představují technické prvky základní bezpečnostní opatření ochrany objektu. Technickou ochranou objektů rozumíme soubor přijatých bezpečnostních opatření, jejichž použití zabraňuje, ztěžuje nebo signalizuje narušení ochrany objektu nebo celé zabezpečené oblasti. Mezi základní technické prostředky ochrany objektů patří mechanické zábranné systémy a elektronické bezpečnostní systémy.

Mechanické zábranné systémy tvoří soubor mechanických prostředků, zařízení a komponentů, které svou konstrukcí znemožňují jejich snadné překonání. Z hlediska bezpečnosti mají za úkol ztížit nebo zcela znemožnit násilné vniknutí nepovolané osoby do chráněné zóny nebo objektu, případně zabránit neoprávněné manipulaci s předměty chráněnými v chráněném objektu. Chráněný objekt je ohraničen vhodným typem mechanického zábranného systému, čímž je definován chráněný perimetr. V tomto prostoru zpravidla odpovídá bezpečnostní služba poskytující fyzickou ochranu na základě úkolů a priorit chráněného zájmu, která je podporována technickými prostředky.

Elektronické bezpečnostní systémy mají za úkol řízení přístupu k aktivům organizace a odhalení neoprávněného přístupu k nim. Základními elektronickými bezpečnostními systémy jsou systémy kontroly vstupu, elektronická požární signalizace, kamerové systémy a poplachové zabezpečovací systémy. Poplachové zabezpečovací systémy se využívají především pro signalizaci napadení / narušení objektu a v současnosti jsou nejvíce aplikovaným typem zabezpečení. Pro zjišťování napadení / narušení objektu se používají PIR detektor (Passive Infra Red), které reagují na teplotní změny v místnosti, detektory otevření oken a dveří, rozbití skla, úniku technických plynů, nášlapné lišty, infrazávory, otřesové detektory a mnoho dalších. Signály z těchto detektorů jsou dále zpracovány a vyhodnoceny zabezpečovací ústřednou, která vyhodnocený signál přenese na sirénu, telefonní linku v síti TCP / IP nebo GSM na předem určená telefonní čísla nebo dohledová poplachová centra, odkud vybraná bezpečnostní agentura vyšle zásahovou skupinu.

2.1.3 Režimová opatření

Režimová opatření jsou bezpečnostní směrnice, které prostřednictvím zavedených systémů opatření zajistí ochranu majetku, osob a jiných bezpečnostních zájmů. Jde o soubor organizačně - administrativních opatření, která mají předcházet nežádoucím jednáním osob nacházejících se v chráněném objektu a zajistit správné fungování zabezpečovacího systému a jeho přizpůsobení s provozem chráněného objektu.

Režimové opatření jsou opatření:

- určující podmínky vstupu osob a vjezdu dopravních prostředků do objektu a chráněného prostoru a podmínky výstupu osob a výjezdu dopravních prostředků z objektu a chráněného prostoru,
- určující podmínky pohybu osob, dopravních prostředků v objektu a v chráněném prostoru, a to v pracovní době a mimopracovní době,
- určující podmínky používání mobilních telefonů, videokamer, fotoaparátů, audiozáznamových zařízení a podobně,
- určující podmínky ochrany prostor, kde se utajované skutečnosti zpracovávají, rozmnožují a ničí,
- určující podmínky a způsob kontroly objektu a chráněného prostoru po opuštění pracoviště zaměstnanci, které zajistí, že nedojde k neoprávněné manipulaci s utajovanými skutečnostmi,
- na ochranu jednacích místností,
- určující podmínky používání, přidělování, označování, úschovy a evidence originálů a kopií bezpečnostních klíčů a médií do zámků a uzamykatelných systémů,
- určující podmínky používání, přidělování, označování, úschovy a evidence kódových nastavení a hesel používaných pro přístup do objektů, chráněných prostor a bezpečnostních úschovných objektů,
- určující podmínky manipulace s mechanickými zábrannými prostředky a technickými zabezpečovacími prostředky a podmínky jejich používání,
- určující postup při narušení objektu a chráněného prostoru nebo při pokusu o narušení objektu a chráněného prostoru.

2.2 Systém fyzické ochrany objektu

Podstatou systému je vymezení základních stupňů při zajištění fyzické bezpečnosti, představující určité hranice nebo oblasti, které musí narušitel při vniknutí do objektu překonat.

Základními stupni ochrany jsou:

- perimetrická ochrana,
- plášťová ochrana,
- prostorová ochrana,
- předmětová ochrana.

2.2.1 Perimetrická ochrana

Perimetrická ochrana je vnější obvodová ochrana areálu před vstupem nepovolaných osob. Jde o speciální aplikaci technických, elektronických, popřípadě elektronicko-mechanických venkovních zabezpečovacích systémů, jejichž úkolem je zachytit případného narušitele ještě předtím, než začne páchat trestnou činnost ve střežených prostorách.

Protože prakticky není možné hlídat celou plochu pozemku, využívá se hlídání určitých koridorů, zpravidla lineárních, na obvodu chráněného pozemku. Důležitým požadavkem na části vnější perimetrické ochrany je nezávislost funkce na klimatických podmínkách. V dnešní době se používá celá řada prvků pro montáž těchto systémů. Vždy je důležité dobře zvolit systém pro konkrétní podmínky. Perimetrická ochrana je důležitá součást zabezpečení rozsáhlých areálů. V dnešní době jsou detektory perimetrické ochrany aplikovány právě pro střežení FVE.

2.2.2 Plášťová ochrana

Plášťová ochrana je souborem technických opatření, která zabraňují násilnému vniknutí do objektu a zároveň znemožňují únik informací z pláště chráněného prostoru. Jde především o preventivní technická opatření po obvodu pláště budovy. Plášťová ochrana zajišťuje plášť objektu vůči styku s prostorami jiných uživatelů nebo s nestřeženými prostorami. Nejslabší místa pláště budovy tvoří stavební otvory, které jsou vyplněny dveřmi, okny, mřížemi, klimatizací apod. Z provozního a bezpečnostního hlediska musí být uvnitř objektu vyhodnocena funkčnost všech těchto mechanických zábranných prostředků, které nám slouží k uzamčení daných stavebních otvorů [7].

2.2.3 Prostorová ochrana

Prostorovou ochranou rozumíme ochranu vnitřních částí objektu. Má za úkol signalizovat jevy s charakterem nebezpečí v chráněném prostoru. Prostorovou ochranu tvoří mříže, dveře, zámky a zámkové systémy, kamerové systémy, systémy kontroly vstupu, poplachové zabezpečovací systémy s detektory narušení. Použité detektory se vyznačují většinou kratším dosahem a širší kuželovou detekční charakteristikou.

2.2.4 Předmětová ochrana

Předmětová ochrana je soubor technických prvků, které signalizují napadení nebo neoprávněnou manipulaci s chráněným předmětem. Typickým příkladem takové ochrany je ochrana trezorů nebo sbírkových předmětů jako jsou umělecká díla v muzeích, galeriích

apod. Detektory vyhodnocují manipulaci s chráněnými předměty, případně jen přiblížení k chráněným předmětům na nebezpečně malou vzdálenost. Detektory předmětové ochrany mají obvykle širokouhlou a plochou detekční charakteristiku s krátkým dosahem. Obvykle jsou detektory předmětové ochrany přiřazeny do samostatně ovládané skupiny (skupin), což umožňuje střežení těchto předmětů i v době zvýšeného provozu.

2.3 Prvky technické ochrany zabezpečení FVE

FVE je nutno chápat jako ohraničený areál s určitou rozlohou, ve kterém jsou umístěny technologie velmi vysokých hodnot. Návrh prvků technické ochrany musí vycházet z bezpečnostní analýzy, která zahrnuje ocenění bezpečnostních rizik a stanovení hrozeb.

Při výběru technologie je třeba mít na paměti, že bezpečnostní systém by měl provozovateli FVE pomáhat chránit hodnoty a ne přidělovat starosti a zvyšovat náklady za zbytečné výjezdy bezpečnostní agentury. Pro vlastní realizaci technické ochrany máme na výběr ze základních technologií: infračervených bariér, detekčních kabelů, mikrovlnných bariér, venkovních detektorů pohybu, perimetrického plotového systému a termovizních kamer s analýzou obrazu. V některých případech je vhodné použít i kombinaci více detekčních principů pro zvýšení úrovně bezpečnosti řešení [7].

2.3.1 Infrazávory

Patří k aktivním detektorům a skládají se z vysílače a přijímače. V okamžiku přerušení paprsku je vyhlášen poplach. Infrazávory jsou velmi oblíbené a často používané jako obvodová ochrana objektu. Vyznačují se vysokou spolehlivostí a odolností proti falešným poplachům (sníh, déšť, mlha). Vysílač infrazávory vysílá pomocí generátoru a vhodného optického systému, sestávajícího se ze speciálních čoček, kódovaný infračervený paprsek směrem k protilehlému přijímači. Přijímač průběžně informuje o svém okamžitém stavu řídicí jednotku, ovládanou mikroprocesorem. Ta informaci zpracovává a dle nastavené úrovně citlivosti spouští v případě přerušení paprsků vstupem narušitele do jeho dráhy poplach.

K omezení planých poplachů způsobených průletem ptactva a hmyzu jsou vysílány dva nebo více synchronizačních IR paprsků, které v případě vyhlášení poplachu musí být přerušeny. Délka přerušení paprsku je nastavitelná.

2.3.2 Mikrovlnné bariéry

Při potřebě hlídat obvod většího perimetru je vhodné kromě jiných způsobů použití mikrovlnných bariér. Mikrovlnné (MW) bariéry při své činnosti nevyužívají Dopplerův jev. MW bariéra využívá principu vyhodnocování změny signálu přijatého přijímačem. Změna amplitudy přijatého signálu je přímo úměrná velikosti a hustotě cíle. Novější typy bariér pracují ve frekvenčním pásmu 24,125 GHz, starší používají frekvenci v pásmu 10,125 GHz .

Vzhledem k tomu, že pro ochranu perimetru se používá několik bariér, je třeba zajistit odolnost bariér před vzájemným ovlivněním. Toto lze dosáhnout modulací vysílané frekvence. Používají se např. modulační frekvence 3 kHz, 4,5 kHz, 7,5 kHz, 10,5 kHz. Pokud se bariéry montují v bezprostřední blízkosti, lze navíc použít synchronizaci modulačních frekvencí na principu master-slave. Speciální MW bariéry jsou určeny pro zajištění kontroly perimetru kolem administrativních budov, hlídaných parkovišť, hotelů a penzionů, rodinných domů a jiných objektů, kde je požadavek na estetické provedení vzhledu zařízení. MW bariéry mají vysokou odolnost vůči rušení, elektromagnetickému poli blízkých vedení vysokého napětí, je možné použít i v prostorách s nebezpečím výbuchu.

2.3.3 Duální detektory

Duální detektory využívají současné kombinace dvou fyzikálních principů detekce (aktivního mikrovlnného a pasivního infračerveného). Mikrovlnná jednotka detekuje pohyb na základě Dopplerova jevu, zatím co pasivní infračervený detektor detekuje tepelné projevy pohybujícího se objektu. Pro vyhlášení poplachového stavu musí dojít k detekci v obou částech detektorů současně nebo ve velice krátkém časovém rozpětí. Detekční pole těchto detektorů je nastavitelné a je závislé na nastavené citlivosti MW čidla a použité čočky PIR čidla. Zpravidla se používá vějířová charakteristika a charakteristika s dlouhým dosahem. Tyto detektory jsou vhodné pro řadu venkovních aplikací, např. pro ochranu oplocených prostor, plochých střech, venkovních prostor elektráren apod. Při montáži je nutno respektovat, že velká zvířata v blízkosti kombinovaného detektoru mohou svou velikostí připomínat živý objekt a jejich nekontrolovatelný pohyb může způsobovat plané popluchy. (Uhlář)

2.3.4 Perimetrický plotový systém

Detekční systém použitelný pro střežení různých druhů kovového oplocení. Jedná se o aktivní systém ochrany používající řídicí jednotky a detekční kabel, který se instaluje při-

mo na oplocení. Jednotlivé detekční zóny jsou definovány softwarově; jejich počet a délka tak mohou být přizpůsobeny topologii objektu a dalším požadavkům. Detekční kabel funguje také jako médium pro rozvod napájení a komunikačních signálů v rámci systému.

Detekční kabel se připevňuje na pletivové nebo svařované (tyčové) ploty nebo na povrch stropů, zdí, střech, případně do země pro vytvoření ochranné zóny. Detekční kabely jsou vysoce citlivé na mechanické namáhání. Pokusí-li se narušitel přelézt nebo porušit plot nebo prorazit zeď, na kterých jsou detekční kabely připevněny, mechanické napětí vznikající v plotu, zemi nebo zdi způsobí nepatrný pohyb detekčního kabelu. Elektromechanický jev zvaný triboelektrický efekt, vyvolaný těmito pohyby umožní přenos náboje mezi vodiči v kabelu a tím vznikne na konci vedení střídavé napětí. Vyhodnocovací jednotka pak zesiluje a analyzuje střídavý signál v akustickém frekvenčním pásmu odpovídajícím mechanickému buzení.

2.3.5 Perimetrický zemní systém

Jedná se zpravidla o aktivní detekční systémy ochrany používající detekční moduly se zemním detekčním štěrbinovým kabelem. Do země se ukládá zhruba do hloubky 20cm. Okolo detekčního kabelu je vytvářeno prostorové elektromagnetického pole, jehož parametry se při pohybu narušitele mění. Díky objemové detekci sledující profil terénu je možné již v blízkosti hranice střeženého objektu spolehlivě detekovat a přesně lokalizovat jdoucí, běžící či plížící se narušitele. Systémy používají sofistikované digitální zpracování signálů umožňující dosažení kvalitní detekce i v obtížných podmínkách. Detekční modul systému s připojenými dvěma páry detekčních štěrbinových kabelů a je schopen zajistit střežení úseku dlouhého až 400 m. Detekční kabely mohou být uloženy nejen do půdy, ale i betonu či asfaltu. V okolí detekčních kabelů je vytvářeno neviditelné detekční pole, které zajišťuje vlastní detekci. Softwarová konfigurace detekčních zón umožňuje snadné a efektivní zónování dle topologie lokality či jiných specifických požadavků.

2.3.6 Detekční kabely

Detekční kabel slouží k samotnému zabezpečení fotovoltaických panelů a střídačů. Ten je připevněn ke každému panelu nebo střídači. Pokud dojde k neoprávněné manipulaci nebo ke krádeži panelu nebo střídače, bude detekční kabel přerušen, což ústředna PZS vyhodnotí jako poplachový stav. Tím se může obsluha na DPPC, provozovatel, okamžitě využít kamerový zabezpečovací systém na FVE a vyhodnotit, zda jde o planý poplach, nebo ne.

2.3.7 Kamerový systém

Vhodným doplňkem zabezpečení FVE je kamerový systém díky kterému získáme komplexní zabezpečení fotovoltaické elektrárny. Zásadní výhodou ve srovnání se zabezpečovacím systémem je to, že vidíte, co se v areálu fotovoltaické elektrárny děje. Kamerový systém umožňuje monitorovat prostor FVE i v noci. Živý obraz i záznam z kamer je možno sledovat vzdáleně z libovolného počítače. Samozřejmostí je vyvedení poplachových signálů i obrazu z kamer na bezpečnostní agenturu. Kamerový systém je možno koncipovat ve dvou základních provedeních. Jedna varianta jsou pevné kamery osazené po celém obvodu FVE, které trvale sledují oblast perimetru. Druhá možnost jsou otočné kamery, které nejsou omezeny pouze na oblast plotu, ale automaticky trasují celou plochu solární elektrárny a jsou schopny reagovat na podněty ze zabezpečovacího systému. Možné jsou i kombinace obou řešení, ale to je již otázka konkrétního projektu sluneční elektrárny.

Propojení kamerového a perimetrického systému

Dnešní technologie umožňují úzkou spolupráci zabezpečovacího a kamerového systému. Otočné kamery průběžně monitorují stav celé solární elektrárny, a pokud dojde k narušení perimetru, tak se kamera zaměří na napadené místo a díky vysokému optickému přiblížení poskytne velmi detailní záběr. Máme tak možnost ověřit čím byl poplach aktivován a dle toho adekvátně reagovat.

Systém zabezpečení lze vhodně doplnit o systém osvětlení, který může reagovat na pohyb cizích osob v blízkosti oplocení a tím může rozsvítit světlo, které může mít vysoký preventivní účinek na pachatele a současně může pomoci instalovanému kamerovému systému v identifikaci napadení – zajištění lepšího obrazu z kamer – zejména v noci [11].

2.3.8 Radarové sledování

Exkluzivní variantou ochrany FVE jsou radary. Každá jednotka radaru za jednu sekundu prozkoumá celých 360° a detekuje pohyb. Při narušení hlídaného prostoru se pak vyvolá alarm podobně jako u ochrany perimetru pomocí detekčního kabelu. Velká výhoda radaru jsou minimální falešné poplachy a perfektní funkce za každého počasí. Radar také dokáže při spojení s PTZ kamerou automaticky sledovat pohyblivé objekty ve střeženém prostoru. Otočné kamery mohou být citlivé na teplo. Jedná se o speciální termokamery. Výhoda je špičková kvalita detekce pohybujících se objektů, nevýhodou je naopak cena [11].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

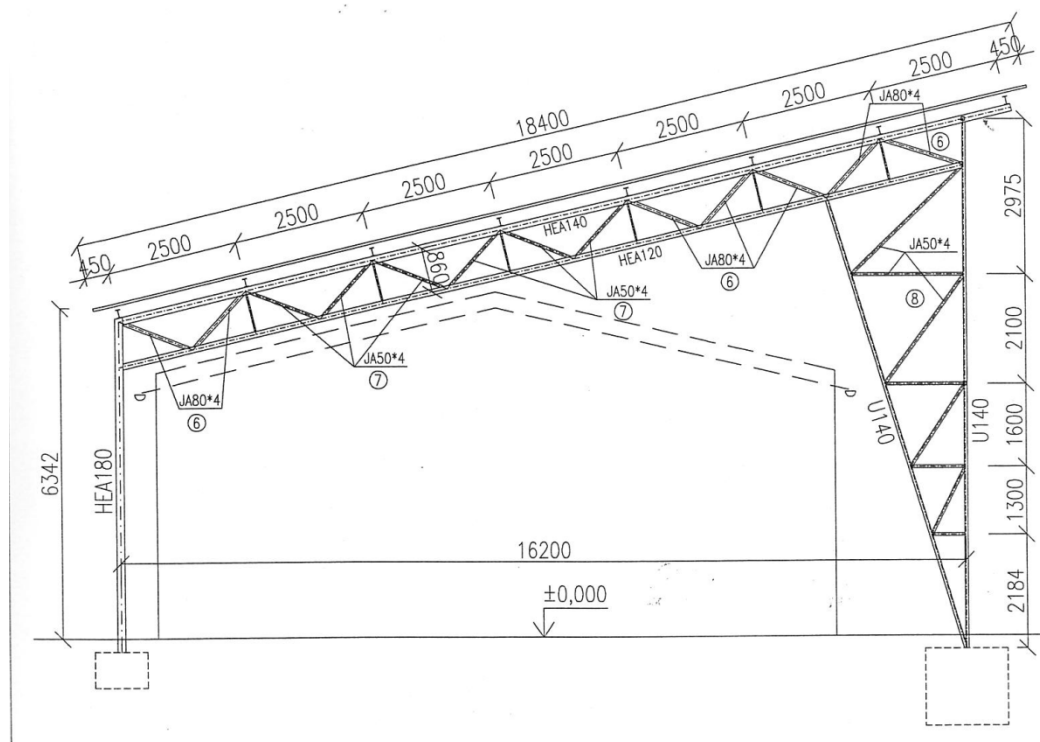
3 BEZPEČNOSTNÍ CHARAKTERISTIKA OBJEKTU

Objekt FVE je situován ve Starém Městě v ulici Nádražní. Jde o oplocený areál firmy Zevos a.s. Hlavní přístup do areálu je z jižní strany, kde se nachází vstupní brána. Dotčené pozemky, na jejichž střeších jsou umístěny fotovoltaické panely, se nachází uvnitř areálu. Areál se nachází v katastrálním území Starého Města u Uherského Hradiště. Stavba se rozkládá na pozemcích, které jsou ve vlastnictví firmy Zevos. Areál je zastavěný, má zpevněné plochy a je přístupný z veřejné komunikace. Na pozemku jsou stávající stavby (skladovací a servisní haly) a stávající zpevněné betonové plochy. Jako příjezdová komunikace je využívána stávající areálová komunikace. Pozemek je napojen na inženýrské sítě. Účelem stavby je vybudování zdroje obnovitelné energie ze slunečního záření pro napojení do sítě, nezátěžující životní prostředí.



Obr. 3 - Situační plán objektu

FVE se skládá z 869 kusů fotovoltaických panelů, jejichž celkový výkon je 200 kWp, jsou uloženy na ocelové konstrukci nad střechou budov. Střídače (25 ks) jsou osazeny na ocelové konstrukci, rozvaděče jsou osazeny na kompaktních pilířích trafostanice v areálu. Kabe-ly jsou uloženy v trubkách uchycených na nosné konstrukci panelů, v chráničkách nebo volně v zemi. Nosná konstrukce panelů je kotvena v zemi. Naproti střešní konstrukce je umístěna budova v jejích částech se nachází sklad a dílna provozovatele FVE.



Obr. 4 - Řez ocelové konstrukce

V samotném areálu je několik firem provozující svou podnikatelskou činnost. V těsné blízkosti areálu z jižní strany v ulici Východní je situováno rozsáhlé obchodní centrum Stop Shop. Celý areál je obklopen veřejnosti volně přístupnými pozemky.

Zranitelnost objektu areálu je dána především jeho dislokací v části Starého Města, kde v bezprostřední blízkosti je poměrně velký pohyb osob a vozidel. Samotný areál je poměrně rozlehlý, ale je situován v rovině, takže je celkem přehledný. Ostatní rizika vychází ze specifčnosti objektu.

Vzdálenost budovy od služebny Policie ČR, Městské policie	1 km		Zdroj úniku škodlivin v blízkosti objektu	ano	ne
Přípojka plynu	ano	ne	Oblast zvýšené trestné činnosti (kriminality)	ano	ne
Náhradní zdroj elektrické energie	ano	ne	24 hodinový výkon fyzické ostrahy v objektu	ano	ne
Zátopová oblast vodního toku	ano	ne	Připojení PZS na DPPC	ano	ne

Tab. 1 - Výchozí bezpečnostní údaje

3.1 Specifikace aktiv

Specifikovaná aktiva	Specifikovaná aktiva
Informace	Prostory a objekty
Technologické a provozní informace Informace z bezpečnostních technologií	Hranice areálu – objekt je ohraničen Vstupy do areálu
Hmotný majetek	Části budov areálu
Technologická a zabezpečovací zařízení Technologická přenosová zařízení Skladový materiál	Vstupy do části budovy (Sklad) Vstupy do části budovy (Dílna) Průlezné otvory do části budovy
Toky médií	
Elektrický proud Pitná voda	
Osoby	
Zaměstnanci	

Tab. 2 - Specifikace aktiv

3.2 Posouzení bezpečnostních rizik

Ocenění rizik a jejich následná přijatelnost je provedena na základě hodnocení důležitosti aktiv, pravděpodobnosti projevující se hrozby a bodového hodnocení zranitelnosti aktiv. Přehled oceňovaných hrozeb je výsledkem odhadu, který zahrnuje vyhodnocení všech uvažovaných hrozeb z hlediska jejich předpokládaného uplatnění na objekt FVE, přičemž se vychází ze soupisu uvedeného výše.

Na základě vyhodnocení rizik byla identifikována pro objekt FVE uvedená rizika, která jsou vyspecifikována níže. Dle závěrů ocenění rizik jsou navržena vhodná bezpečnostní opatření.

3.3 Specifikace rizik

Identifikovaná relevantní rizika pro objekt FVE se projevují především ve formě:

- trestné činnosti lokálního charakteru:
 - vandalismus;
 - krádež;
 - loupežného přepadení;
- nedbalostního jednání zaměstnanců;

- neoprávněného vniknutí nepovolaných osob;
- živelní pohromy a technologické havárie;
- nefunkčnost systému ochrany.

3.4 Trestná činnost lokálního charakteru

Trestná činnost lokálního charakteru vyplývá z obecné kriminality v lokalitě, ve které se objekt nachází. Mezi nejčastější formy kriminality patří drobné krádeže, vandalství. Naplnění rizik může způsobit zejména škody na hmotném majetku. Následkem určité hrozby může dojít i k újmě na zdraví osob.

3.5 Vandalismus

Vandalismus je typ trestné činnosti, jehož cílem není zcizení majetku, ale jeho poškození nebo zničení. Nejtypičtějším a taktéž i nejčastějším projevem vandalismu je poškození fasád budov spejery, kteří tvoří na stěnách tzv. graffiti, rozbíjení skleněné výplně stavebních otvorů budov, poškozují oplocení a další věci.

Vzhledem k umístění areálu FVE, které je v lokalitě s vysokým pohybem osob je riziko vandalismu vůči budovám nízké až střední, nelze jej zcela vyloučit zvláště v nočních hodinách. Přijetím vhodných bezpečnostních opatření lze rizika eliminovat.

3.6 Krádež

Cílem této trestné činnosti je majetkové či finanční obohacení pachatele zcizením snadno zpeněžitelného majetku. K uplatnění může docházet ve spojitosti s dalšími riziky, ale k páchání trestné činnosti může být využito i oficiální přítomnosti v areálu.

Z hlediska snadnosti zpeněžení jsou nejzájmovějšími předměty v objektu komponenty použité elektroinstalace, fotovoltaické panely, vybavení skladových prostorů, osobní věci zaměstnanců.

Riziko krádeží v areálu je střední a je dáno rozsahem technického zabezpečení areálu i budov a úrovní stanovení a dodržování režimových opatření pracovníky bezpečnostní agentury.

3.7 Nedbalostní jednání zaměstnanců

Následkem nedbalostního jednání zaměstnanců může dojít k ohrožení zdraví osob, úniku či ztrátě informací, újmám na hmotném majetku i nemovitostech. K uplatnění rizika dochází

zpravidla v důsledku nesvědomitého plnění pracovních povinností, rutiny úkonů, nedostatečné kontrolní a školící činnosti.

V podmínkách areálu bude mít nejzávažnější dopady uplatnění rizika v podobě:

- nestandardního způsobu opravy či údržby technologických zařízení;
- nedodržení technologických postupů;
- porušení a nedodržení stanovených režimových opatření, apod.

Následkem nejzávažnějších způsobů nedbalostního jednání zaměstnanců může dojít k vážným zdravotním újmám či smrti osob, vážným výpadkům v dodávkách elektřiny pro spotřebitele, zničení či vážnému poškození majetku i budov.

Riziko lze snížit, ne však zcela eliminovat, prováděním důsledné preventivní činnosti (vstupní školení, periodické přezkoušení, dodržování zásad BOZP i protipožárních opatření, bezpečnostní vzdělávání zaměstnanců apod.). Dalším preventivním opatřením je důsledná kontrolní činnost odpovědných osob.

Nedbalostní jednání (v závislosti na rozsahu) zvyšuje pravděpodobnost uplatnění dalších hrozeb. Z tohoto důvodu je stanovena střední míra specifikovaného rizika.

3.8 Neoprávněné vniknutí nepovolaných osob

Neoprávněné vniknutí nepovolaných osob do objektu areálu může mít násilný (destruktivní) charakter, nebo se může jednat o kvalifikované překonání technických prostředků.

Kvalifikované překonání technických prostředků může být spjato s nedbalostním jednáním zaměstnanců např. ztráta klíčů. Podnětem k neoprávněnému vniknutí bude zpravidla snaha o získání některého z předmětů chráněného zájmu.

Způsob provozování objektu FVE je bezobslužným způsobem a vzhledem k tomu je riziko neoprávněného vniknutí nepovolaných osob do areálu stejně vysoké jak v pracovní dny, stejně tak jako v nočních hodinách anebo ve dnech pracovního klidu. Pravděpodobnost úspěchu vniknutí nepovolaných osob do objektu FVE je dána zejména stávajícím rozsahem uplatnění technických opatření přijatých k zabezpečení rizikových míst, tj. zabezpečení hranice areálu, průlezných stavebních otvorů v obvodových pláštích budov mechanickými zábrannými prostředky.

Vzhledem k stávajícímu rozsahu technického zabezpečení areálu a elektronického zabezpečení areálu je riziko neoprávněného vniknutí nepovolaných osob na střední úrovni. Možnost skrytého vniknutí nepovolaných osob do objektu je značná.

Případné odhalení pachatelů je závislé zejména na lidském faktoru, tj. na důslednosti dodržování stanovených režimových opatření a všímavosti zaměstnanců případně jiných osob, které se poměrně hojně vyskytují v okolí areálu.

3.9 Nefunkčnost systému ochrany objektu

Nefunkčnost systému ochrany objektu bezprostředně zvyšuje uskutečnění všech hrozeb, zejména možnost neoprávněného vniknutí neoprávněných osob do objektu. Nefunkčnost systému může nastat následkem déletrvajícího výpadku elektrické energie, nesprávné obsluhy, skryté vady materiálu, závady vzniklé v důsledku opomenutí revizí, apod.

Pravděpodobnost nefunkčnosti systému technického zabezpečení lze snížit realizací periodických zkoušek funkčností, realizací periodických revizí v souladu s příslušnými technickými normami a proškolením všech uživatelů těchto systémů montážními organizacemi. Případné nefunkčnosti systémů ochrany objektu je možné dočasně nahradit realizací výkonu fyzické ostrahy v určených místech.

3.10 Závěr posouzení rizik

Nejrizikovějšími místy z hlediska vniknutí do chráněných prostor a páčání trestné činnosti v areálu FVE jsou následující skutečnosti:

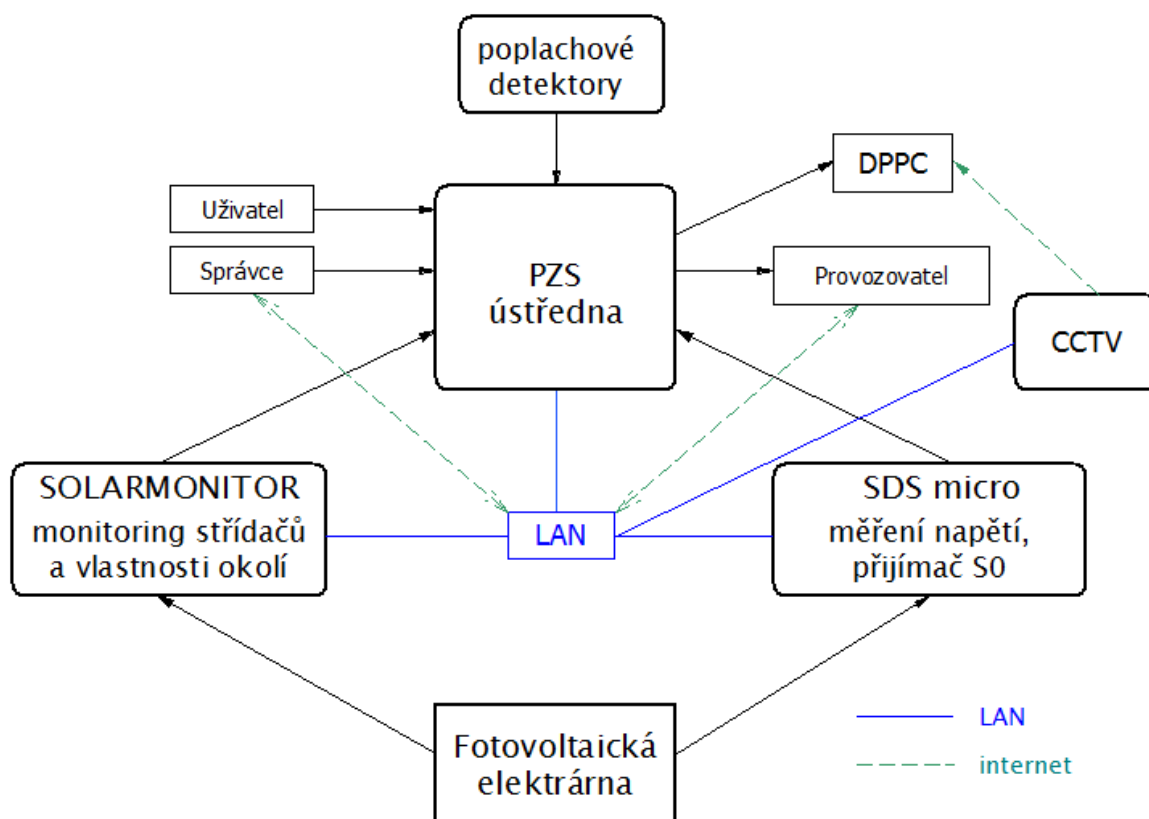
- celkový stav oplocení areálu;
 - poškozené pletivo na některých částech oplocení;
 - poškození či absence vrcholové ochrany;
 - poškozené betonové sloupky;
- nedostatečný rozsah instalace PZS;
- nízká odolnost uzamykacích systémů vstupu a vjezdu do areálu;

Při posuzování rizik a rozsahu navrhovaných opatření je třeba přihlížet k tomu, že areál, není z hlediska přítomnosti osob, trvale obsazen.

Míru rizika neoprávněného vniknutí do zájmových prostor a páčání trestné činnosti lze částečně eliminovat zejména zvýšením odolnosti mechanických zábranných systémů (MZS), především oplocení a uzamykacích systémů, instalací PZS pro zamezení skrytého vniknutí.

4 NÁRVH ZABEZPEČOVACÍHO A MONITOROVACÍHO SYSTÉMU FVE

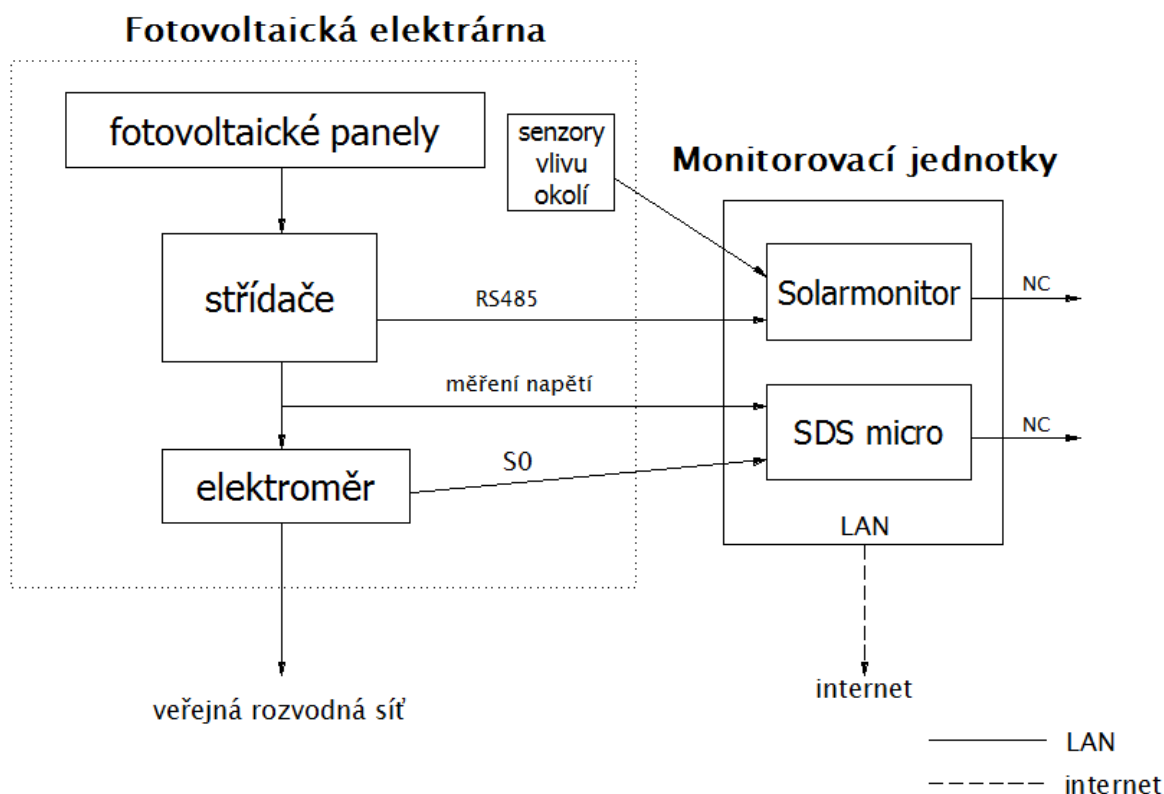
Výroba elektřiny ze slunce pomocí fotovoltaických panelů se v poslední době rozvíjí velmi dynamicky, protože se cení zejména jejich ekonomický přínos. Systém monitorování a zabezpečení FVE má za úkol tyto investice ochránit a přispět k jejich rychlejší návratnosti. Prvním krokem návrhu zabezpečovacího a monitorovacího systému FVE, je definování vztahů mezi zabezpečovací a monitorovací částí celého systému. V případě FVE je velmi těžké určit, zda je prioritou systému ochrana majetku nebo samotné technologie výroby. Odcizení střídače nebo fotovoltaického panelu má za následek značnou finanční ztrátu. Stejně tak včasné neodhalení poruchy technologií může mít v případě několika denního přerušení výroby elektrické energie stejné, ne-li vyšší finanční ztráty. Je ale potřeba brát v úvahu, že odcizení nebo poškození výrobního zařízení způsobí poruchu systému a následné omezení nebo přerušení výroby. Z tohoto důvodu, byl jako hlavní integrační prvek, zvolena ústředna PZS. Celý systém se skládá ze dvou částí, monitorovací a zabezpečovací části. Obě části jsou propojeny vstupy a výstupy, kde PZS ústředna tvoří hlavní integrační prvek.



Obr. 5 - Blokové schéma monitorovacího a zabezpečovacího systému

4.1 Monitorovací systém.

Monitorovací část systému je tvořena dvěma jednotkami SOLARMONITOR a SDS micro, kde každá jednotka monitoruje potřebné hodnoty a stavy systému. Analogovými výstupy pak předávají vyhodnocené informace a poplachové stavy PZS ústředně. Obě jednotky jsou připojeny pomocí ethernetu do LAN sítě a následně do internetu. Tím je zajištěno jejich sledování pomocí webového rozhraní prakticky odkudkoliv.

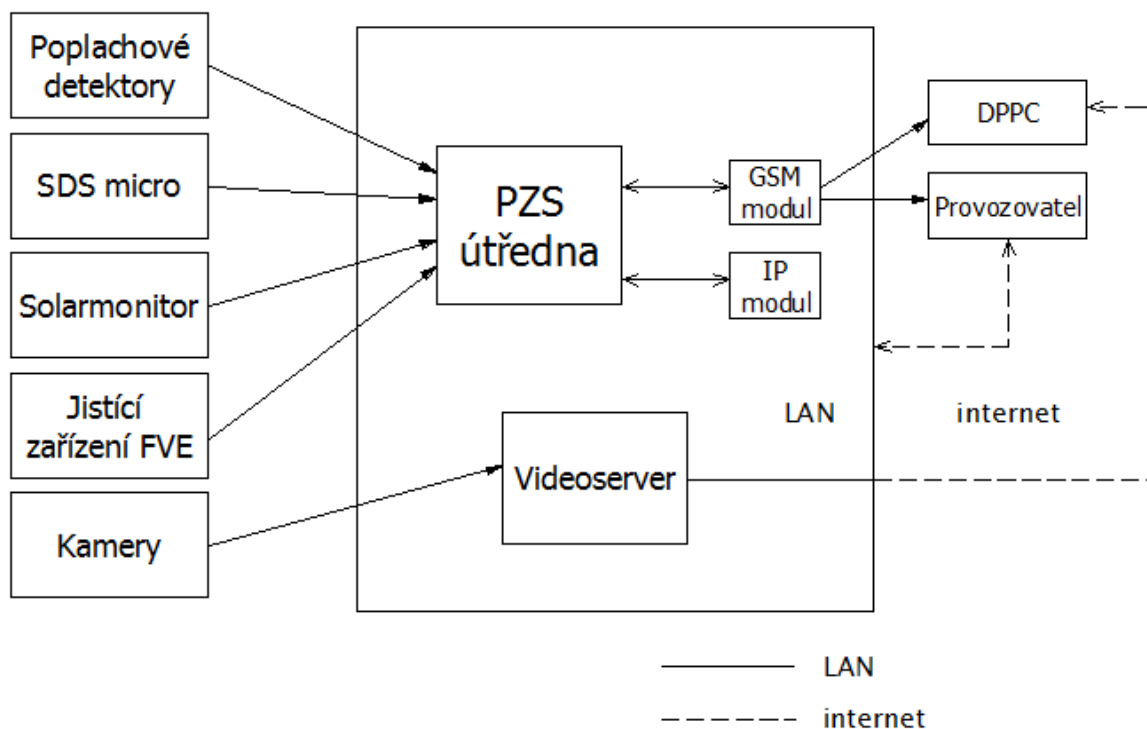


Obr. 6 - Blokové schéma monitorovací části systému

Z blokového schématu jsou patrné funkce jednotlivých monitorovacích jednotek v systému. Jednotka Solarmonitor je připojena pomocí sběrnice RS 485 ke střídačům elektrárny a její primární funkce je monitorování stavů jednotlivých střídačů a vlastností fyzikálního okolí elektrárny. Jednotka SDS micro má za úkol měření napětí na jednotlivých fázích L1 až L3 a monitorování stavu elektroměru pomocí rozhraní S0.

4.2 Zabezpečovací systém

Zabezpečovací část systému je tvořena systémy technické ochrany PZS a CCTV. Hlavní částí PZS je ústředna ke které jsou připojeny poplachové detektory a výstupy z monitorovacích jednotek a jisticího zařízení elektrárny. CCTV systém je nezávislý na PZS a slouží jako podpůrný prvek technické ochrany. Z důvodu připojení videoseveru (DVR) k LAN síti lze k němu přistupovat z jakéhokoliv PC nebo mobilního zařízení připojeného k síti internet.



Obr. 7 - Blokové schéma zabezpečovacího systému

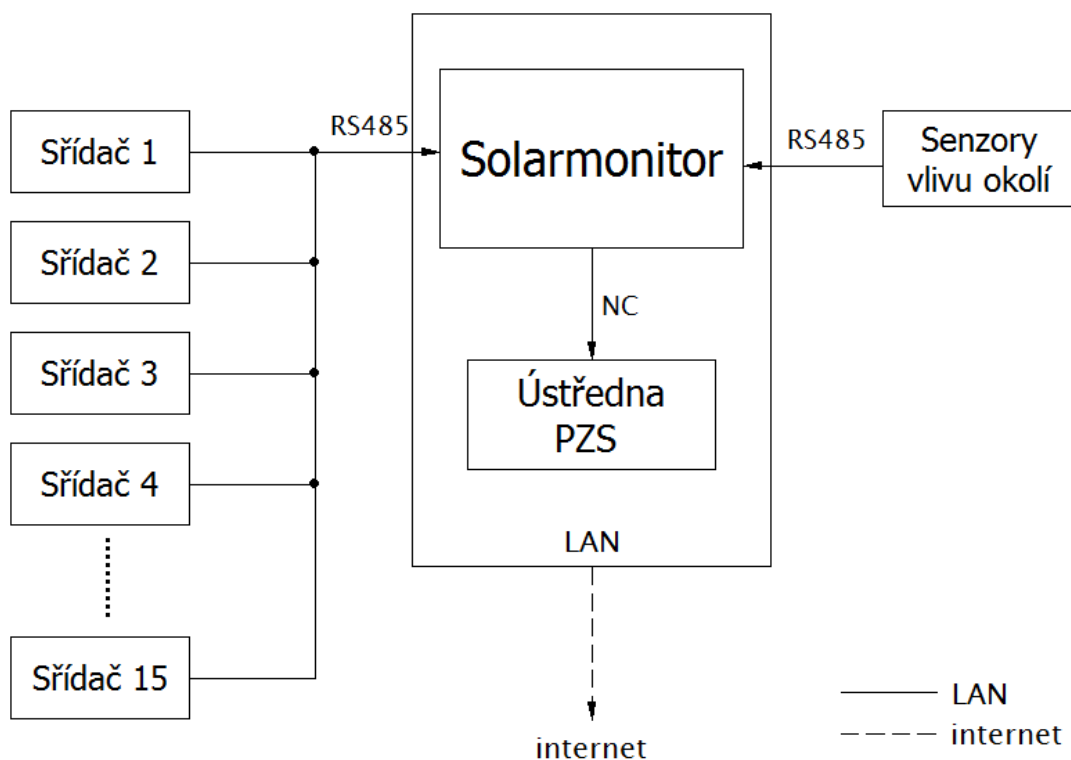
K ústředně je připojen GSM modul, který zajišťuje připojení k dohledovému a poplachovému přijímacímu centru (DPPC). Vzhledem k požadavku provozovatele jsou poplachové stavy signalizovány jen pomocí SMS správy na konkrétní telefonní čísla. Připojením IP modulu je zajištěna vzdálená správa systému pomocí PC nebo mobilního zařízení.

5 INSTALACE MONITOROVACÍHO ZAŘÍZENÍ

FVE o výkonu 200 kWp je tvořena 869 kusy fotovoltaických panelů, které jsou připojeny pomocí stringů k 15 invertorům typu Aurora 12 kW. Na jeden invertor je připojeno 62 kusů panelů. FVE je instalována na konstrukci střechy, která je rozdělena na dvě křídla oddělená budovou.

5.1 Připojení monitorovací jednotky SOLARMONITOR

První částí monitorovacího systému je instalace jednotky, která má za úkol sběr dat střídačů elektrárny a měření veličin jejího okolí. Schématické zapojení této jednotky je znázorněno na následujícím obrázku



Obr. 8 - Blokové schéma zapojení monitorovací jednotky Solarmonitor

Pro zpracování dat ze střídačů byla použita monitorovací jednotka **SOLARMONITOR 1**. Jedná se český výrobek společnosti Embedded Technologies s dobrou technickou podporou a českým rozhraním. K jednotce lze připojit maximálně 25 střídačů. V zařízení běží speciální operační systém reálného času (RTOS), díky kterému je zaručena vysoká spolehlivost a extrémně nízká spotřeba. Systém nevyužívá žádných pohyblivých součástí, veškerá

data jsou uložena v interní FLASH paměti. O uživatelské rozhraní se stará vestavěný web-server, ovládání probíhá pomocí libovolného internetového prohlížeče. Výhodou tohoto řešení je nezávislost na typu počítače a jeho softwarovém vybavení - funguje na jakémkoliv PC s internetovým prohlížečem.



Obr. 9 - Monitorovací jednotka SOLARMONITOR 1

5.1.1 Funkce systému jednotky

Funkce systému lze rozdělit do následujících podskupin:

- monitoring výroby elektrické energie,
- monitoring střídače,
- monitoring fyzikálních podmínek na elektrárně,
- monitoring vstupů (krádež, bleskojistka, apod.),
- informování uživatele.

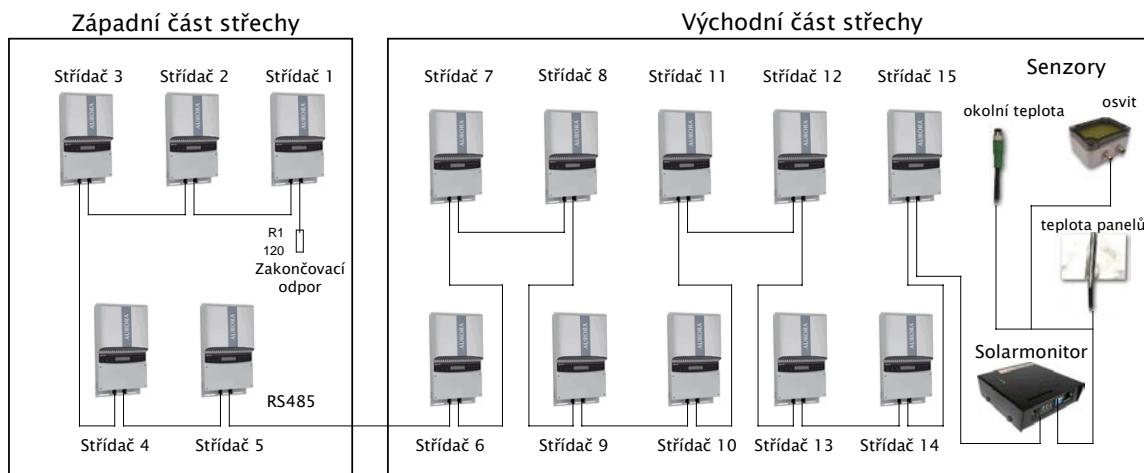
K monitorování FVE jsou využity data vnitřně uložená do paměti jednotlivých střídačů.

Střídače Aurora ukládají vnitřně do paměti následující data:

- počítadlo celkové doby připojení sítě,
- počítadlo celkové energie vysílané do sítě,
- počítadlo částečné energie (používá stejnou počáteční dobu jako počítadlo částečné doby),
- energie vysílána do sítě co 10 sekund v posledních 8640 jednotkách 10 sekund (průměrně pokryjí více než 2 dny registrovaných dat),
- počítadlo částečného času připojení k síti (počáteční doba počítadla může být vynulována displejem nebo použitím softwaru AURORA Communicator),

- posledních 100 signalizací poruch s označením chybového kódu a označení času.

K získání kompletních dat je nutné sériové propojení všech 15 střídačů pomocí sběrnice RS485, poslední střídač je ukončen zakončovacím odporem 120 Ohmů. Samotné propojení je realizováno kabelem LiYCY 2x2x0,5 a svorkovnice pro RS485 ve střídači.



Obr. 10 - Zapojení střídačů k jednotce a sensorům

5.1.2 Instalace senzorů pro monitoring fyzikálních podmínek na elektrárně

Pro komplexní přehled o podmínkách na dané FVE jsou nezbytné senzory okolního prostředí. Jednotka dovozuje připojit v libovolné kombinaci až 6 senzorů. Pro potřeby monitorování FVE byly k monitorovací jednotce byly nainstalovány následující typy:

- senzor teploty fotovoltaického panelu,
- senzor osvit,
- senzor teploty vnějšího prostředí.



Obr. 11 - Senzory fyzikálních podmínek

5.1.3 Konfigurace monitorovací jednotky

Základní konfigurace jednotky se provádí pomocí aplikace Etool, která vyhledá jednotku v místní síti. Po nastavení konfigurace síťového připojení je možno přistupovat k jednotce pomocí webového prohlížeče, k doplnění dalších konfiguračních údajů. Dalším důležitým krokem je samotné vyhledání střídačů a senzoru. Pro vyhledání střídačů je nutno nastavit správnou přenosovou rychlost střídače, kterou udává výrobce. Střídače musí mít nastaveno postupné číslování od 1 do 15, které se provádí fyzicky na jeho displeji.

NASTAVENÍ PŘIPOJENÝCH ZAŘÍZENÍ

Typ protokolu: Aurora

Přenosová rychlost: 19200 Bd

Řízení výkonu střídačů:

Načítat varování měničů:

Načtených zařízení: 15

ŘÍZENÍ ČINNÉHO VÝKONU

	Vstup 1	Vstup 2
0 %	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30 %	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
60 %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100 %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ID	Typ ?	SN ?	Stav ?	Povolená hodnota ?	e-mail ?	SMS ?
180	Aurora 12.0kW	204006	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
200	Aurora 12.0kW	203519	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
220	Aurora 12.0kW	204020	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
240	Aurora 12.0kW	211194	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
260	Aurora 12.0kW	203525	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
280	Aurora 12.0kW	211180	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
300	Aurora 12.0kW	204029	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
320	Aurora 12.0kW	204012	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
340	Aurora 12.0kW	506884	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
360	Aurora 12.0kW	204030	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
380	Aurora 12.0kW	506897	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
400	Aurora 12.0kW	211218	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
420	Aurora 12.0kW	203520	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
440	Aurora 12.0kW	211207	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
460	Aurora 12.0kW	203523	Ok	V pořádku (Ok)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 12 - Monitorovací jednotka: načtení střídačů

5.1.4 Konfigurace výstupů

Jedna z funkcí jednotky je monitorování výkonnosti střídačů a upozornění na podprůměrnou výrobu.. Analogovými výstupy lze tyto alarmy od senzorů (překročení povoleného rozsahu) a střídačů (chybové stavy) zpracovat a odeslat informaci o nestandardním stavu FVE ústředně PZS. Ta ji dále vyhodnotí jako poplachový stav a odešle informaci pomocí SMS provozovateli FVE.

NASTAVENÍ VÝSTUPŮ

Povolit modul výstupů:	<input checked="" type="checkbox"/>	?
Zpoždění sepnutí výstupů:	<input type="text" value="30"/> sekund	?

SPÍNÁNÍ VÝSTUPŮ

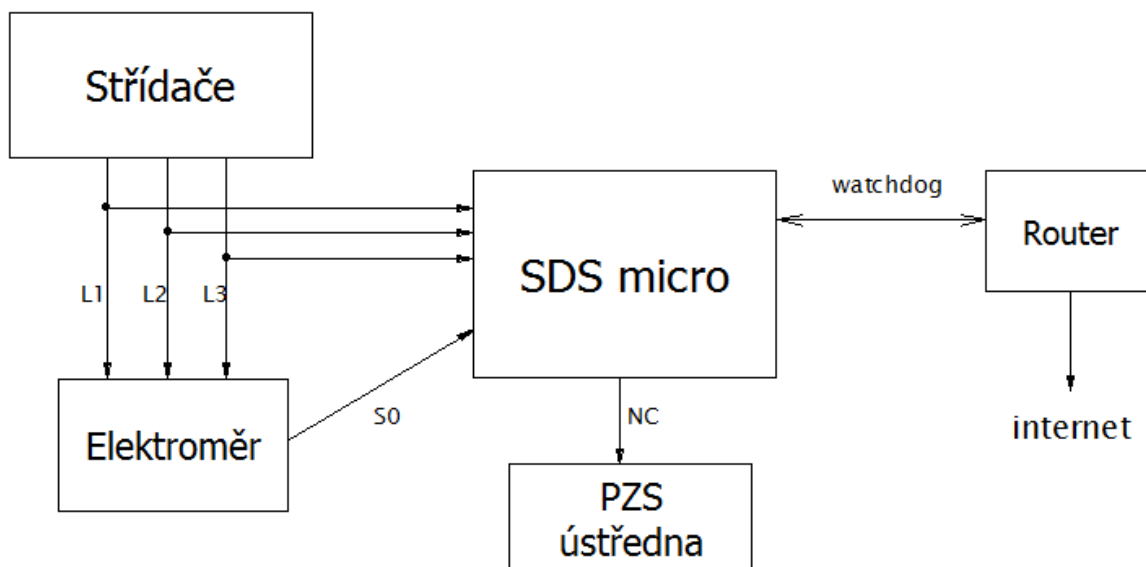
ID	Název	Je spínán	Operátor	Hodnota
41	PZS ústředna	Alarmem ▼	< (menší) ▼	0
42	Vystup 2	Alarmem ▼	< (menší) ▼	0

Obr. 13 - Nastavení výstupů Solarmonitoru

5.2 Připojení monitorovacího a řídicího PLC modulu SDS micro.

Aby mohla být FVE připojena na rozvodnou síť, musí mít jistící zařízení, které v případě vypnutí elektrického proudu v rozvodné síti automaticky z bezpečnostních důvodů odpojí FVE od sítě. Paradoxně tak ve chvíli výpadku elektřiny ze sítě nelze vyrábět ani elektřinu ze slunce. Je to však nutná bezpečnostní podmínka pro připojení elektrárny do elektrického rozvodu. Stejně funguje jistící zařízení při výrazném poklesu napětí na jednotlivých fázích. Výpadek rozvodné sítě nemusí být rozsáhlejšího charakteru, při poklesu napětí nebo při lokálním výpadku distribuční sítě může být závada lokalizována správou distribuční sítě až za určitou dobu nebo vůbec. Z tohoto důvodu je zapotřebí mít tato jistící zařízení pod kontrolou a v případě odpojení FVE v důsledku poruchy na distribuční síti, informovat provozovatele FVE o přerušení výroby energie. Ten pak učiní potřebné kroky a kontaktuje správu distribuční sítě k odstranění závady.

Zařízení SDS micro neboli Síťový Dohledový Systém je nový typ monitorovacího a řídicího PLC modulu nabízející jednoduchou instalaci a přístup ke svým funkcím přes webové rozhraní, které je součástí modulu. Modul využívá mnoho komunikačních protokolů pro sběr informací (web,xml, txt, SNMP atd.). K dispozici má vlastní SDS-C program pro řízení a ovládání různých funkcí. Je zde také vytvořit si vlastní webové stránky pro z informací. Modul je dodáván jako samostatná PCB deska. K připojení vodičů slouží ARK svorky. Optické vstupy jsou určeny pro měření odběru el. energie, vody a plynu, webový teploměr a integrované spínací relé. Moduly SDS je možné zdarma připojit k základním funkcím zaznamenávání a ukládání naměřených dat a hodnot na webový portál.



Obr. 14 - Blokové schéma zapojení jednotky SDS micro

5.2.1 Funkce modulu

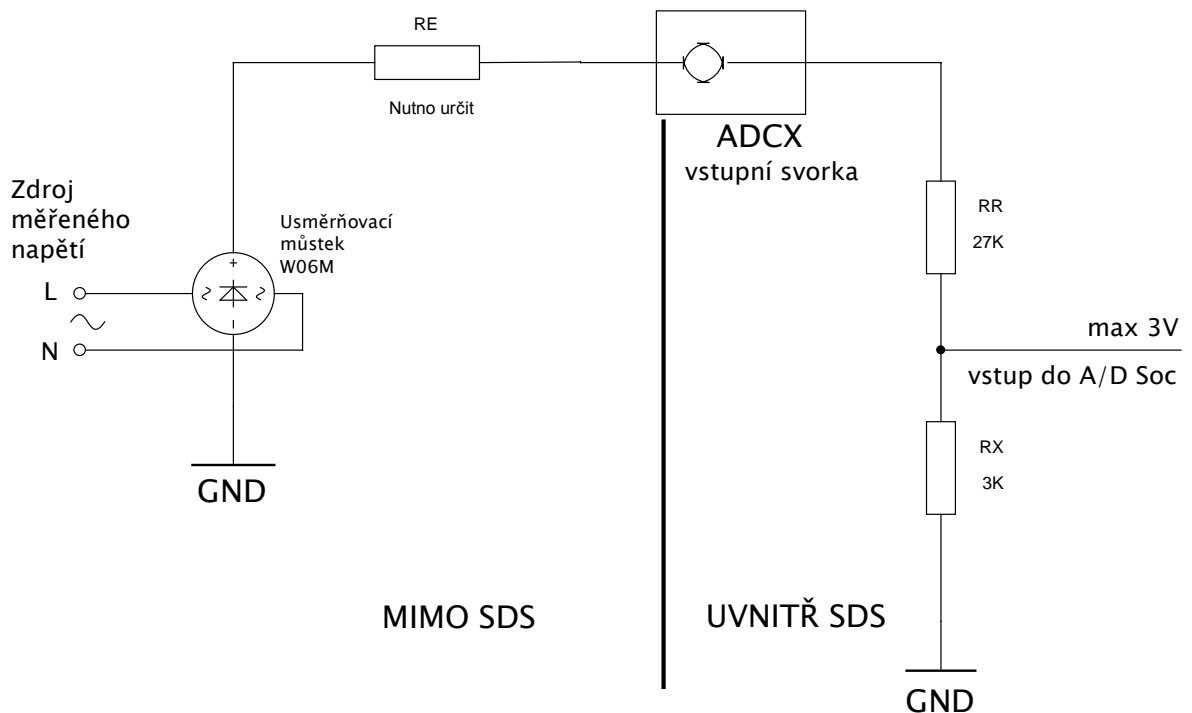
- Možnost měření napětí na čtyřech analogových vstupech 0-30V,
- pomocí optických vstupů možnost sledování aktuálního odběru elektrické energie, vody nebo plynu,
- vzdálené ovládání několika relé přes webové rozhraní,
- měření teplot v rozmezích od -55 do 125°C na sběrnici pro 16 nebo 32 teplotních čidel,
- měření vlhkosti vzduchu s přesností 3% a rozsahem od 0 do 100%,
- pomocí IP watchdogu umožňuje sledovat určené síťové zařízení, zda správně komunikuje.



Obr. 15 - SDS micro

5.2.2 Měření AC napětí pomocí analogových vstupů AD

Pro potřeby monitorování FVE je důležité měření střídavého napětí jednotlivých fází (230V). Zařízení SDS mají čtyři napěťové vstupy. Všechny čtyři vstupy jsou měřeny vůči společné svorce (GND), a umožňují měřit jen stejnosměrné (DC) napětí 0 – 30 V. Pokud chceme měřit napětí v rozsahu 0V až 30V, musí být napěťový dělič jednotky upraven tak, aby při 30V na svém vstupu dával právě 3V na svém výstupu (připojený do SoC). Úkolem napěťového děliče je upravit vstupní napětí (mezi svorkou ADx a GND) tak, aby při plném měřeném napětí (takové jaké si uživatel vybere) bylo na vstupu SoC chipu právě přesně 3V (protože SoC měří v rozsahu 0V až 3V). Před tím je však zapotřebí usměrnit střídavé napětí pomocí usměrňovacího můstku. Použitím usměrňovacího můstku a následným změřením výstupu dostaneme napětí 210 V DC. Zbývá vypočítat hodnotu přidaného rezistoru RE tak, aby hodnota na vstupu SoC nepřesáhla 3V. Úprava děliče napětí je volena 10:1 to znamená, že při vstupním napětí 210 V bude na SoC chipu 2,1 V.



Obr. 16 - Schéma úpravy napěťového děliče

Výpočet bude určovat hodnotu externího rezistoru R_E . Tento rezistor je zapojen mezi měřený zdroj napětí, a vstupní svorku zařízení SDS. Podle hodnot R_E , R_R a R_X se zajistí, že při maximálním napětí, které chceme měřit, bude na vstupu do SoC právě 2,1V.

Výpočet R_E

Základní rovnice

$$U_{Soc} = \frac{U_{In} \times R_X}{R_E + R_R + R_X} \quad (1)$$

kde:

U_{Soc} – vstupní napětí chipu SoC

U_{In} – vstupní napětí měřeného zdroje

R_X – rezistor 1 napěťového děliče uvnitř SDS

R_R – rezistor 2 napěťového děliče uvnitř SDS

R_E – přidaný rezistor mimo SDS

Zadané hodnoty jsou:

$U_{In} = 210 \text{ V}$

$U_{Soc} = 2,1 \text{ V}$

$R_X = 3000 \text{ } \Omega$

$R_R = 27000 \text{ } \Omega$

Úpravou základní rovnice a dosazení zadaných hodnot dostaneme:

$$R_E = \frac{U_{In} \times R_X}{U_{Soc}} - R_R + R_X$$

$$R_E = \frac{210 \times 3000}{2,1} - 27000 + 3000$$

$$R_E = 270000 \Omega = 270 k\Omega$$

Protože se provádí převod napětí (analogová veličina) na digitální hodnotu (číslo), je potřeba správně nastavit přepočtové konstanty tak, aby se vstupní měřené napětí rovnalo zobrazované hodnotě.

5.2.3 Připojení optických vstupů k elektroměru FVE

Další z funkcí, kterou lze k monitorování využít jsou optické vstupy, které lze připojit pomocí rozhraní S0 k elektroměru FVE. Pro každou kilowatthodinu generuje elektroměr určitý počet impulsů (typicky mezi 250 až 10000 imp./kWh), přičemž v rytmu těchto impulsů je spínán S0 výstup - toto je vyhodnocováno v SDS MICRO a zaznamenáváno. S0 výstup tedy neposkytuje napětí, ale jedná se pouze o řízený spínač, který spíná v rytmu impulsů vázaných na aktuální spotřebu. Připojení k tomuto rozhraní získáme vzdálený přístup k datům elektroměru.

5.2.4 Výstupy modulu SDS micro

Cílem práce je maximálně využít všech funkcí připojovaných monitorovacích zařízení k zajištění provozu FVE. Reléové výstupy R1 a R2 lze využít k integraci s PZS ústřednou a naprogramovat je tak, aby v případě zjištění nestandardního stavu FVE tyto okolnosti PZS ústředně signalizovaly.

Výstupem R1 je využita nabízená funkce watchdogu. Úkolem IP watchdogu je sledovat určené síťové zařízení, zda správně komunikuje, v našem případě je to zařízení UBNT zajišťující připojení k internetu. Správnost komunikace je potřeba správně nadefinovat. Dojde-li k odchylce od tohoto stavu (sledované zařízení se "zasekne" a přestane správně komunikovat), je žádoucí jej uvést zpět do funkčního stavu. PZS ústředna pak vyšle SMS správci o nefunkčnosti internetového připojení. Programovatelnými PGM výstupy pak lze

6 INSTALACE ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU

Hodnota technologie těchto systémů není však jediným důvodem, proč zabývat zabezpečením FVE. Naprostá většina výstavby FVE je financována bankovními úvěry, jejichž poskytnutí je podmiňováno určitým stupněm zabezpečení. V případě odcizení nebo poškození zařízení fotovoltaické elektrárny dochází také ke ztrátám z prodeje elektřiny.

6.1 Požadavky na technickou ochranu.

Jak již bylo několikrát řečeno požadavky na zabezpečení FVE jsou z důvodu jejího financování podmiňovány požadavky pojišťovny. V tomto případě jsou požadavky pojišťovny minimální a dle provozovatele elektrárny nebyly nijak specifikovány. Z tohoto důvodu je nutno vycházet z bezpečnostní analýzy, která byla provedena v bodě 4. a především dle požadavků investora a zároveň provozovatele FVE.

Požadavek provozovatele byl pouze v dodržení finančního rozpočtu 50 000 Kč na nákup komponent pro technickou ochranu elektrárny. Dalším požadavkem provozovatele je vzdálený přístup PZS a CCTV systému a ovládání systému pomocí chytrého mobilního telefonu. Požadavek na informaci o narušení objektu byl v zaslání SMS na několik konkrétních telefonních čísel.

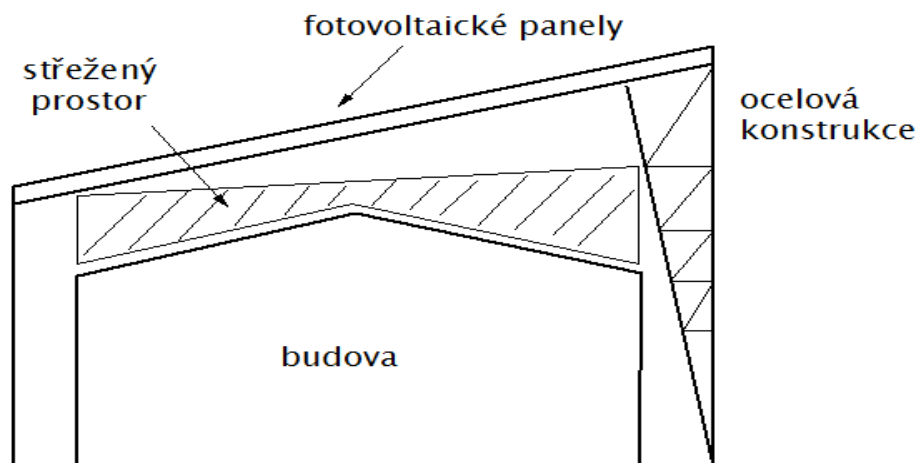
6.2 Popis řešení PZS

Střežené prostory se skládají ze dvou hlavních částí, samotné elektrárny a budovy skladů. Plocha elektrárny je rozdělena na východní a západní křídla, které jsou oddělena středovou budovou. Jižně od elektrárny se nachází budova, ve které jsou dvě místnosti skladovacích prostorů čtvercového půdorysu. Severozápadně od západního křídla elektrárny se nachází trafostanice, u které je umístěn rozvaděč, který zajišťuje vstup do veřejné elektrické sítě.



Obr. 19 - Letecký pohled na střezené objekty

Střezené prostory elektrárny se nachází mezi střechou budovy a ocelovou konstrukcí, na které jsou umístěny fotovoltaické panely. V tomto prostoru jsou také umístěny střídače. Na plochu střechy nevede žádný vstupní otvor ani přídatné schodiště, vstup je možný pouze z přídatného žebříku.



Obr. 20 - Boční pohled budovy a konstrukce elektrárny

Vzhledem k tomu, že je elektrárna rozdělena na dvě části čtvercového půdorysu zabezpečení perimetru pomocí infrazávor by bylo značně nákladné a zcela určitě by překročilo požadovaný finanční limit daný provozovatelem. Z toho důvodu je potřeba dbát větší pozornosti na prostorovou a předmětovou ochranu, protože v tomto prostoru se nacházejí nejcennější aktiva v podobě střídačů a panelů, které zajišťují výrobu energie.

Prvky technické ochrany PZS jsou dále doplněny kamerovým systémem, který bude monitorovat prostor mezi střechou a ocelovou konstrukcí. V tomto střeženém prostoru je umístěná rozvodní skříň, ve které je uložen expandér, videosever, switch a záložní zdroj. Z této části je pak vedena kabeláž k PZS ústředně, která se nachází v protější budově skladovacích prostorů. Skladovací prostory jsou pak zabezpečeny prvky prostorové a plášťové ochrany.

6.3 Prvky PZS

6.3.1 PZS ústředna

Výběr zabezpečovací ústředny se musí řídit několika základními aspekty projektování bezpečnostních systémů. V tomto případě je nutno brát v úvahu, kolik bude mít systém jednotlivých podsystémů, počet připojených detektorů, způsob ovládání, způsob připojení detektorů a v případě vyhlášení poplachu, přesné určení místa detekce a odeslání správy ve formě SMS, ze které lze určit, který poplachový prvek detekoval narušení objektu. Další aspekt, který je potřeba brát v úvahu je integrace PZS ústředny s monitorovacími jednotkami a potřeby vzdáleného ovládání.

Po uvážení všech těchto podmínek byla vybrána ústředna Digiplex EVO192, která splňuje více uvedené podmínky zabezpečení. Jedná se o plně sběrníkový systém, který nabízí vysoký stupeň variability při vytváření topologie objektu. 4 vodičová sběrnice s vysokou odolností proti rušení umožňuje vytvářet i velmi dlouhé větve od základní ústředny a tím je možné instalovat i značně vzdálené zabezpečení v rozsáhlých objektech. Lze použít klasické drátové zóny připojené přes expandéry, BUS detektory a bezdrátové detektory. Systém DIGIPLEX má širokou nabídku pro drátové a bezdrátové řešení, širokou nabídku klávesnic a nabídku moderní komunikace na DPPC i uživateli. Komunikace je možná přes IP (internet) nebo GSM (mobil).

Ústředna je dodávána jako samostatný deskový modul, který musí být zasazen do ochranného krytu ústředny. Použitý kryt MAVS320T je osazen integrovaným transformátorem 18/40 VA a ochranným kontaktem. Jako záložní zdroj napájení byl použit akumulátor BS130N - 12V 12Ah.

6.3.2 Internetový modul

Pro možnost přistupovat k PZS ústředně vzdáleným přístupem, popřípadě provádět konfiguraci systému ze sítě LAN je připojení internetového modulu nezbytné. Zabezpečovací systémy Paradox nabízí k tomuto účelu modul IP100.

Komunikační modul Paradox IP100 umožňuje vzdálený přístup k ústřednám Digiplex EVO pomocí síťového rozhraní. Uživatel navíc získá možnost jednoduché správy systému pomocí webového rozhraní. Pro modul je k dispozici verze programu Babyware a programu WinLoad. V těchto programech se nastavuje přímo IP adresa modulu. Odpadá tedy instalace virtuálních sériových portů. Hlavní výhodou tohoto modulu je, že výrobce je přímo Paradox, z čehož vyplývá plná podpora ze strany výrobce.

6.3.3 GSM modul

Pro potřeby komunikace v případě předání poplachového stavu byl připojen k ústředně modul PCS200 – GSM/GPRS komunikátor. GSM brána je schopna zajistit přenos kódovaných datových formátů ústředny na DPPC v hlasovém pásmu GSM nebo přes přijímač IPR512 v pásmu GPRS. Přes GPRS je také možné navázat spojení s programem WinLoad a Babyware s rychlostí až 48Kbit/s. GSM brána je schopná posílat uživateli SMS zprávy s identifikací poplachů, včetně popisů poplachové zóny, zprávy SMS o zapnutí, vypnutí, poruchy a obnovy systému PZS a připojit hlasový modul VDMP3 pro přenos hlasové zprávy o vzniku poplachu a dálkové uživatelské ovládání ústředny.

6.3.4 LCD klávesnice

Jako ovládací prvek zabezpečovacího systému byla použita LCD klávesnice K641. Jde o LCD klávesnici s dvouřádkovým modrým displejem určenou pro ovládání a zobrazování informací o stavu ústředny DIGIPLEX. Stav zón a systémů se zobrazuje rolováním na displeji. Pomocí bočních tlačítek lze na LCD listovat v popisech a stavových hláškách. Pomocí LCD klávesnice lze prohlížet historii událostí ústředny.

6.3.5 Venkovní duální PIR detektor

Pro zajištění prostoru mezi střechou a ocelovou konstrukcí je potřeba zvolit takový prvek, aby odolával venkovnímu prostředí, jako je působení vlhkosti, prachu, hmyzu, větru, slunečnímu záření. Dále je zapotřebí eliminovat plané poplachy způsobené pohybem ptáků a drobných zvířat, jejichž průniku na střechu nelze zabránit.

Jako vhodný prvek systému Paradox byl zvolen duální venkovní PIR detektor DG85. Jedná se o digitální infrapasivní detektor pro venkovní použití, navíc s odolností vůči domácím zvířatům (do cca 40 kg). Detektor má plně digitální zpracování signálu, duální proti-chůdnou detekci, digitální softwarovou teplotní kompenzaci, digitální automatický čítač pulsů, plynulé nastavení citlivosti trimrem. Výstupy detektoru poskytují 2 možnosti zapojení, v tomto případě bylo zvoleno adresované sběrníkové připojení k ústředně, které umožňuje nastavovat citlivost prvku konfiguračním programem.

6.3.6 Odporová smyčka

Zajištění předmětové ochrany fotovoltaických panelů a střídačů bylo realizováno pomocí detekčního kabelu vytvořením tzv. odporové smyčky připojené k vyhodnocovacím obvodům ústředny. Jako detekční kabel byl použit venkovní FTP kabel odolný vůči venkovnímu prostředí a rušení. Tento kabel je provlečen konstrukčními otvory panelů a střídačů tak, že v případě odcizení panelu nebo střídače došlo k přerušení tohoto kabelu a tím k narušení odporové smyčky a následnému vyhlášení poplachu. Kabel je zabezpečen proti překlenutí smyčky připojením několika rezistorů po obvodu smyčky, jejichž součet se musí rovnat $1k\Omega$ což je odporové vyvážení dané ústřednou Digiplex. Další ochranou proti překlenutí je změna párování vodičů na několika místech po celé délce kabelu.

6.3.7 Sběrníkový modul

Ústředna umístěná v místnosti se skladovacím prostorem je vzdálená od střeženého prostoru elektrárny několik desítek metrů, proto byl do prostoru elektrárny instalován sběrníkový expandér ZX8, který zajistí připojení odporových smyček a duálních PIR detektorů. Expandér je dále připojen pomocí sběrníkového kabelu k ústředně.

6.3.8 PIR detektor

Jako prvek prostorové ochrany zabezpečení skladových místností byl použit standardní duální infradetektor, který má vysokou odolnost proti RF rušení, inteligentní vyhodnocování a zpracování signálu, teplotní kompenzace, automatický čítač pulsů. Dosah tohoto dvojitého snímacího prvku je 11×11 m, úhel 110° .

6.3.9 Magnetický kontakt

Pro zabezpečení vstupních dveří byl použit magnetický kontakt USP-130. Jedná se o povrchový, samolepící, drátový N.C. kontakt.

6.3.10 Siréna.

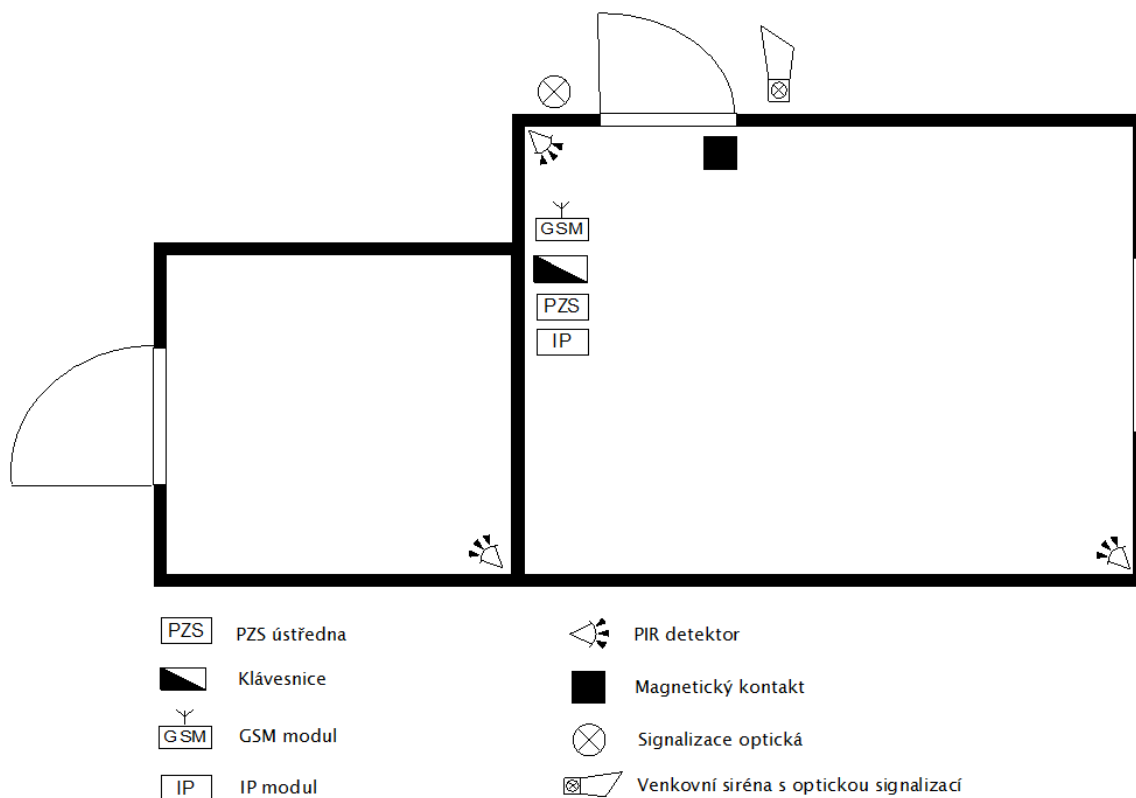
Jako výstupní prvek k upozornění aktivace poplachu byla použita venkovní poplachová siréna BELLA-3EU. Siréna Bella-3EU má dvě optické čočky usměřující světelný tok, který je tak ještě ostřejší. Blikání je synchronní se sirénou nebo samostatné, záleží na nastavení přepínačů. Siréna je vybavena hlasitým piezo-reproduktorem. Blikač je vybaven efektivní xenonovou výbojkou, což znamená nejen vysokou svítivost, ale i nízkou proudovou spotřebu.

6.4 Instalace prvků PZS a kabeláže.

Základem instalace je stanovit prostory a místa uložení PZS prvků. Při rozmístění poplachových prvků je potřeba dbát na to, aby se vzájemně neovlivňovaly nebo nebyly nepříznivě ovlivňovány okolními vlivy. Jejich montáž by měla být provedena tak, aby byla maximálně využita jejich detekční plocha.

Jak již bylo popsáno, střežený objekt je rozdělen na dvě od sebe oddělené části, prostory elektrárny a skladu. Při instalaci prvků a především kabeláže je nutno s touto skutečností počítat. Z důvodu omezení rušivých signálů, zejména vysokonapěťová vedení, byl pro montáž použit kabel FTP – stíněná kroucená dvoulinka. Střežený prostor elektrárny je rozdělen na východní a západní křídlo, instalace detektorů byla provedena tak, aby jejich detekční plocha pokryla nejcennější aktiva elektrárny, to jsou střídače.

Na následujícím obrázku je znázorněno umístění jednotlivých prvků PZS, ty jsou sdruženy do expandéru a poté datovou sběrnicí propojeny s ústřednou umístěnou naproti v místnosti skladových prostorů. Pro umístění expandéru, videoseveru a záložního zdroje, byla použita rozvodná skříň, jejíž otevření je zajištěno tamperovou ochranou.



Obr 22. - Schéma rozmístění prvků PZS skladových prostorů

6.5 Konfigurace systému PZS

Po samotném oživení systému a prvotním načtení všech připojených prvků následuje konfigurace ústředny. Připojení k ústředně bylo provedeno pomocí IP modulu a notebooku. Konfiguraci systému zajišťuje program Winload, který je volně ke stažení na stránkách výrobce nebo prodejců systému. Dalším konfiguračním programem, který byl využit je novější program BabyWare, ten má oproti Winloadu lepší a novější grafické zpracování, jeho funkce jsou prakticky totožné.

Prvním krokem konfigurace je rozdělení systému na následující podsystémy:

- Podsystém 1 - skladovací prostory
- Podsystém 2 - elektrárna

V další části konfigurace je důležité označení detektorů, přiřazení ke konkrétním podsystémům a určení typu jednotlivých zón. Následuje nastavení výstupu pro venkovní sirénu a optickou signalizaci nad dveřmi. Dalším krokem konfigurace je nastavení jednotlivých uživatelů a definice jejich práv k podsystémům. Posledním krokem je nastavení výstupu v podobě signalizace poplachu. V tomto případě byl dán požadavek na signalizaci formou

SMS která definuje zónu narušení. Výhledově se počítá s připojením na DPPC. Další konfigurační práce byly provedeny při zjištění nedostatku v testovacím provozu.

Zarizeni	Modul	SN cislo	Vstup	isteni / Oznaceni z	Podsys	Zona	verze
EVO192	EVO192	05011E5F					02.90
Input		05011E5F	01				
Input		05011E5F	02	Pohyb okno	1	002	
Input		05011E5F	03	Pohyb sklad	1	003	
Input		05011E5F	04	Maq dveře	1	004	
Input		05011E5F	05	Sirena sabotaz	1	005	
Input		05011E5F	06	Ustredna sabotaz	1	006	
Input		05011E5F	07	Pohyb dveře	1	001	
Input		05011E5F	08				
Communication Bus							
K641 / EVO641	K641 / EVO641	1EB01F78					01.54
Input		1EB01F78	01				
DG85 / DG-85	DG85 / DG-85	258E35AB		/ Pohyb strecha 1	2	007	01.00
DG85 / DG-85	DG85 / DG-85	258EC0F7		/ Pohyb strecha 2	2	008	01.00
DG85 / DG-85	DG85 / DG-85	258EC952		/ Pohyb strecha 3	2	009	01.00
ZX8 / APR3-ZX8	ZX8 / APR3-ZX8	349B81CC					03.00
Input		349B81CC	01	Panely 1	2	010	
Input		349B81CC	02	Stridace 1	2	011	
Input		349B81CC	03	Strecha rozv	2	012	
Input		349B81CC	04	Stridace 2	2	013	
Input		349B81CC	05	Panely 2	2	014	
Input		349B81CC	06	Solarm Alarm	2	015	
Input		349B81CC	07	SDS Alarm	2	016	
Input		349B81CC	08	Jistici ochra	2	017	
E-Bus							
PCS200	PCS200	792017AB					02.31

Obr. 23 - Konfigurace systému programem Winload

6.6 Instalace systému CCTV

Vhodným podpurným doplněním zabezpečení FVE je kamerový systém, díky kterému získáme komplexní zabezpečení. Zásadní výhodou ve srovnání se zabezpečovacím systémem je možnost on-line sledování střežených prostorů FVE.

Pro možnost sledování střeženého prostoru byly použity čtyři analogové kamery KT&C s vysokým rozlišením a infračerveným přísvitem. Rozmístění kamer je znázorněno na schématu obr. 22. Tři kamery jsou rozmístěny tak, aby svým zorným polem pokryly střeženou plochu mezi střechou a ocelovou konstrukcí. Čtvrtá kamera je dle požadavku umístěna tak, aby měl provozovatel v zimním období přehled o množství sněhu na ploše fotovoltaických panelů a hlavně o sněhových převisch, které by v případě nekontrolovatelného pádu mohli způsobit zranění nebo škodu na majetku.

Kamery jsou připojeny k 4 kanálovému videoseveru H.264 DVR osazeným 1TB pevným diskem pro uchování záznamu. DVR je umístěn v rozvaděči společně s expandérem PZS a

v případě výpadku napájení je zabezpečen náhradním zdrojem UPS. DVR je připojen pomocí rozhraní RJ45 k síti LAN a následně do internetu. Kabelové propojení kamer, umístěných na západním křídle s DVR bylo provedeno pomocí nesymetrického vedení koaxiálním kabelem. Propojení kamery umístěné na západním křídle, z důvodu větší vzdálenosti od DVR bylo realizováno symetrickým vedením, použití kroucené dvoulinky kabelu FTP a převodníku signálu BK-TW-500.

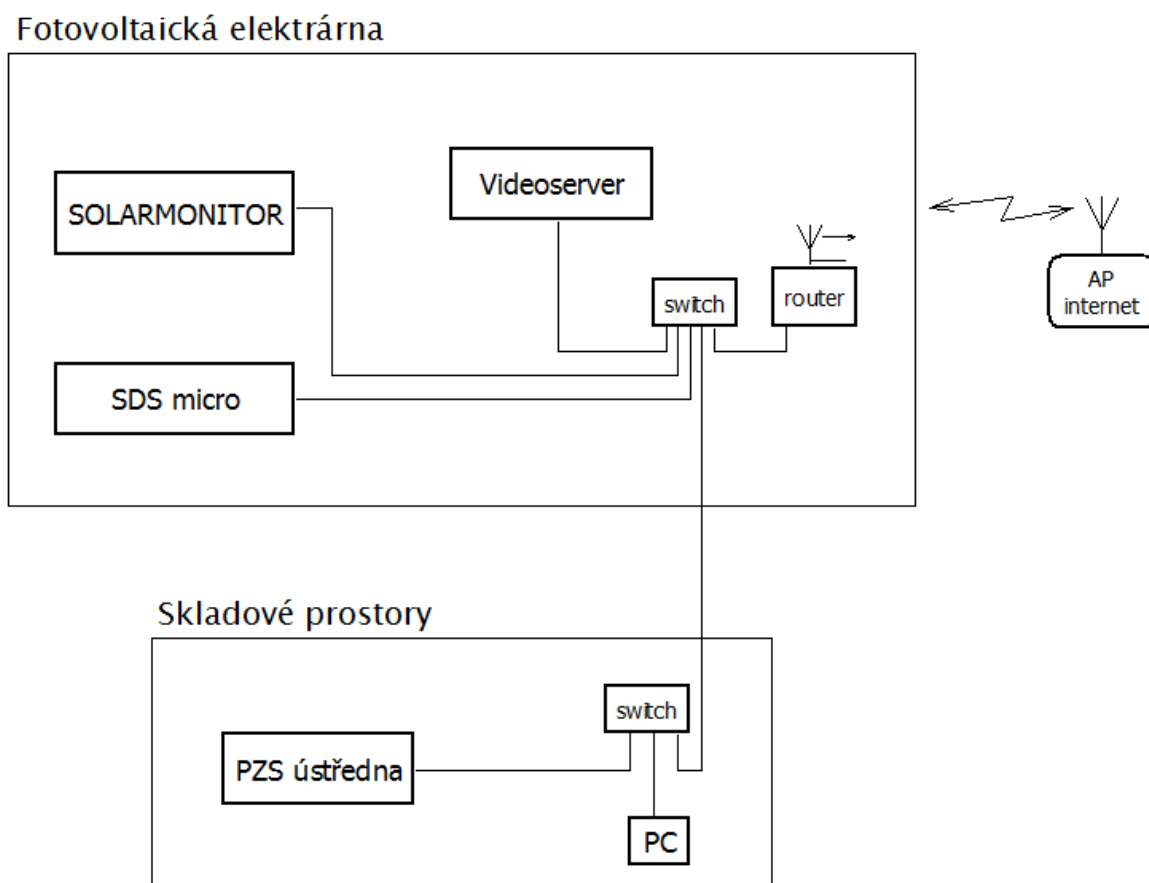
Kamerový systém bude použit pouze pro bezpečnostní video-monitoring, tedy pouze za účelem ochrany svého majetku a práv. Žádná z kamer svým detekčním polem nesnímá veřejné prostory. Provozování kamerového systému se záznamem je považováno za zpracování osobních údajů, které podléhá oznamovací povinnosti Úřadu pro ochranu osobních údajů podle § 16 zákona č. 101/2000 sb. Z tohoto důvodu provozovatel provedl oznamovací povinnost elektronickým formulářem na stránkách úřadu.

7 REALIZACE INTERNETOVÉHO PŘIPOJENÍ A VZDÁLENÉHO PŘÍSTUPU

Závěrečným a důležitým krokem instalace celého systému je datové propojení jeho řídicích a monitorovacích jednotek pomocí LAN sítě a následného připojení k síti internet, která nám zabezpečí monitoring a vzdálenou správu prakticky odkudkoliv.

7.1 Instalace LAN

Při zvolení topologie LAN sítě je potřeba vycházet z umístění jednotlivých prvků. Zapojení jednotlivých prvků je znázorněno na obr. 25, k propojení jednotlivých prvků byl použit FTP kabel pro venkovní použití vždy zakončen konektory RJ45.



Obr. 24 – Blokové schéma datových rozvodů

Propojení všech jednotlivých prvků v síti LAN však ke vzdálenému přístupu nestačí, proto je v dalším kroku instalace potřeba tuto síť připojit za pomoci vhodného směrovacího zařízení k internetu. Aby bylo možné připojení k internetu, musí se vyhledat vhodný poskytovatel internetové konektivity, který v dané lokalitě službu poskytuje.

K zajištění bezproblémového provozu sítě je potřeba stanovení požadovaného příchozího a odchozího datového toku. Příchozí komunikace (download) nebude systémem moc využívána a pro bezproblémovou funkčnost postačuje kapacita 1Mbit/s. Při on-line sledování kamerového systému bude především využíváno odchozího spojení (upload). Z tohoto důvodu se musí zvolit dostatečný odchozí datový tok. Tím se zamezí, že v případě sledování kamerového systému dojde k vyčerpání odchozího spojení a omezení přístupu k dalším aplikacím. Pro potřeby systému bylo stanoveno minimální odchozí spojení 2,5 Mbit/s. Pro stanovení priority odchozích spojení jednotlivých aplikací lze využít protokolu QoS který zajistí vyhrazení a dělení dostupné přenosové kapacity.

7.2 Instalace internetového připojení

Způsob připojení k internetu v dané lokalitě připadá v úvahu využitím bezdrátového spojení pomocí Wi-Fi v pásmu 5 GHz. Měřením síly signálu byl vybrán nejvhodnější poskytovatel této služby. S poskytovatelem služby byla následně uzavřena smlouva a dojednány podmínky připojení v podobě garance datového toku a veřejné IP adresy.

Přístupový bod AP poskytovatele internetové konektivity je vzdálen od elektrárny vzdušnou čarou 2 km. Z této vzdálenosti a síly signálu se vychází při určení zisku antény, proto bylo pro účely internetového připojení zvoleno zařízení **UBNT AirGrid M5**. Jedná se o klientskou venkovní jednotku 802.11a/n s integrovanou anténou o zisku 23dBi, s možností montáže na stožár.

Po instalaci jednotky ke konstrukci elektrárny následuje nastavení síťového modu jednotky do režimu „router“ a základní konfigurace dle údajů přidělených poskytovatelem služby. Všem připojeným prvkům k v síti LAN, byla přidělena a nastavena statická IP adresa mimo rozsah DHCP serveru. Veřejná IP adresa byla přiřazena klientské jednotce UBNT, která dále zabezpečí směrování spojení dle následné konfigurace uvedené v tabulce 3.

Aby bylo možno připojit se ke každému zařízení vzdáleným přístupem, musí mít každý prvek přidělen komunikační port, na kterém bude probíhat komunikace. Pomocí tabulky směrování portu zajistí jednotka UBNT přesné směrování spojení do sítě LAN.

Port Forwarding

Enabled	Private IP	Private Port	Type	Source IP/mask	Public IP/mask	Public Port	Comment	Action
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.60	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	6122	Solarmon...	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.60	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	83	Solarmon...	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.70	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	6120	CCTV	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.70	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	82	CCTV	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.71	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	6121	PZS web	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.71	10000	tcp	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	10000	winload	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.61	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	6123	SDS MIC...	Edit Del
<input checked="" type="checkbox"/>	10.9.112.61	80	TCP	0.0.0.0/0	0.0.0.0/0	84	SDS MIC...	Edit Del

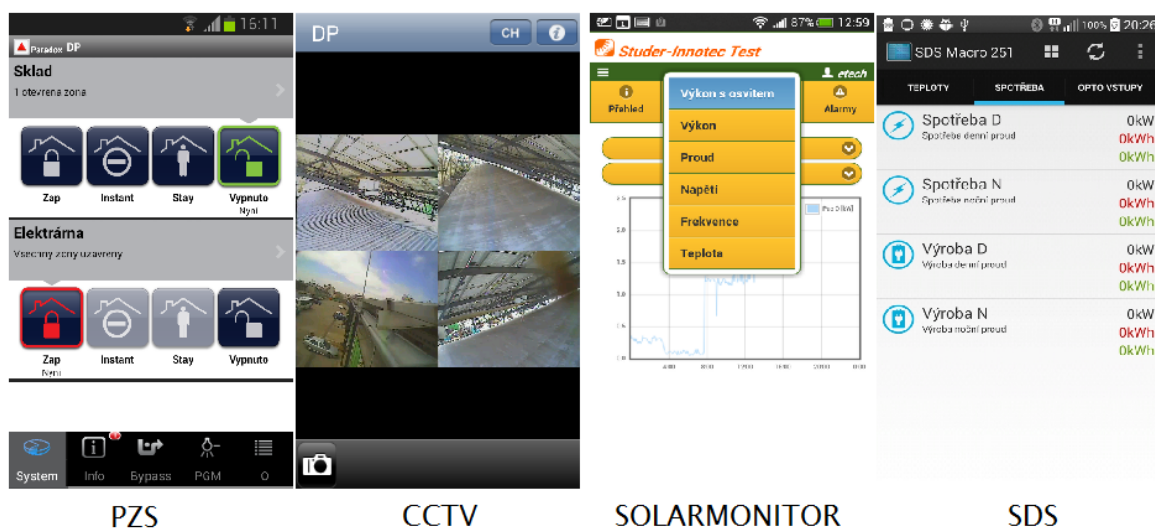
Tab. 3 – Nastavení směrování portů

Každé zařízení má přidělen hlavní a záložní port, který se v případě vzdáleného přístupu musí zadat společně veřejnou IP adresou.

7.3 Vzdálený přístup

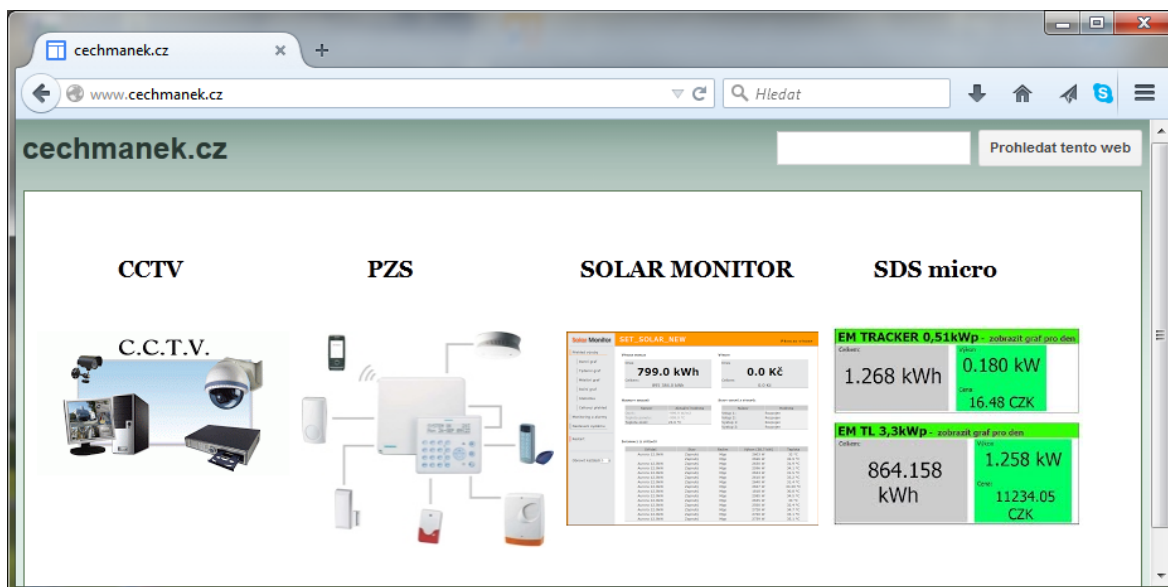
Poslední a velmi důležitou fází celého systému je vytvoření výstupů v podobě přijatelného uživatelského rozhraní, které zajistí pohodlné sledování systému a poskytne provozovateli potřebný komfort vzdáleného přístupu z chytrého telefonu, tabletu, notebooku nebo domácího PC. Podmínkou však je připojení těchto komunikačních prostředků k internetu.

Pro zařízení se systémem android, nabízí výrobci jednotek použitých v systému aplikace, které se po potřebném nastavení, spojí s jednotkou a umožní její sledování nebo nastavení.



Obr. 25 – Android aplikace pro vzdálený přístup k jednotkám systému

Pro potřeby vzdáleného ovládání notebookem nebo PC je možno využít webového prohlížeče. Každá z použitých jednotek má integrovaný webový server, ke kterému se lze připojit zadáním IP adresy a komunikačního portu, který je pro každou jednotku jiný. Z důvodu ucelení uživatelského rozhraní bylo využito vlastní domény www.cechmanek.cz, kde byl přístup ke každé jednotce ucelen pomocí jednoduchých hypertextových odkazů.



Obr. 26 - Přístup k jednotkám pomocí webového rozhraní.

8 CELKOVÉ SHRNUÍ REALIZACE SYSTÉMU

V předešlých částích této práce byla popsána a provedena montáž celého systému. Snahou celého projektu bylo popsat a sestrojít řešení pomocí kombinací technologií a prvků, které jsou cenově dostupné hlavně pro instalované malé domácí elektrárny. Celý projekt probíhal po dobu dvou let, kdy byl stále rozšiřován dle dalších poznatků během studia, poznatků z provozu elektrárny a dalších požadavků investora. Po celou tuto dobu byly řešeny a postupně odstraňovány nedostatky, které se projevíly během provozu elektrárny. Při testování systému probíhala spolupráce s výrobcem monitorovací jednotky, kdy na základě poznatků z provozu systému docházelo ze strany výrobce k úpravám firmware.

Při monitorování elektrárny byla nejdříve použita pouze jednotka SOLARMONITOR, která sdružuje data ze střídačů a je určena pouze k monitoringu solární elektrárny. Až na základě požadavku investora pro měření napětí jednotlivých fází, byl systém doplněn jednotkou SDS micro, u které byly dále využity další její funkce, které nabízela. Použitím této jednotky byly zjištěny další skutečnosti, které lze využít při monitoringu domácích elektráren. Malé domácí elektrárny mají většinou jeden střídač, není potřeba tedy spojovat větší množství střídačů a monitorování dat z jednoho střídače není zas tak nutné. Z tohoto důvodu lze pro malé domácí elektrárny využít pouze jednotku SDS micro, jejíž cena je proti jednotce Solarmonitor téměř 6x menší a není určena pouze pro solární elektrárny. Její funkce lze také využít pro monitorování další spotřeby energie, připojením k vodoměru nebo plynoměru. Jednotku SDS micro nelze připojit ke střídači, lze však monitorovat výrobu připojením přímo k elektroměru elektrárny pomocí rozhraní S0. Připojení teplotních čidel je pro jednotku samozřejmostí stejně tak jako měření napětí. Analogové výstupy mohou dále předávat stavy například systému PZS nebo jen sepnout nebo rozepnout kontakt (elektrický obvod). Jednoduchým naprogramováním umožňuje odesílání dat na portál výrobce, který je k dispozici zdarma. Z tohoto důvodu odpadá při sledování vzdáleným přístupem potřeba veřejné IP adresy.

Obrovská spokojenost ze strany investora je ve vzdáleném ovládní a přístupu k systému. Systém předává přesné informace o jeho stavu v podobě SMS. Zastřežení nebo odstřežení objektu pomocí mobilního telefonu, sledování kamer a monitorovacích jednotek z mobilního telefonu prakticky odkudkoliv je obrovská výhoda.

Nesnadným úkolem této práce je odhadnout další vývoj těchto systémů. Doba kdy výkupní cena vyrobené elektřiny byla velmi příznivá je dávno a nenávratně pryč, z tohoto důvodu lze usoudit, že další vývoj těchto systémů bude směřovat pouze k výstavbám domácích střešních elektráren.

Vzhledem k nízké výkupní ceně bude totiž snaha vyrobenou elektřinu co nejvíce zužítkovat a spotřebovat. Proto se již nabízí možnost zapojit systém domácí elektrárny do samotného systému domácí automatizace. Již v současné době je možnost k systému elektrárny připojení tzv. wattrouteru. Wattrouter je zařízení, které umí zužítkovat přebytky elektřiny z výroby FVE, které by jinak tekly distributorovi zdarma do sítě. V případě propojení tohoto zařízení do systému domácí automatizace se dále zajistí zcela účelové spotřebování této energie. Systém domácí automatizace v kombinaci s wattrouterem zajistí, že v případě nadměrné výroby bude probíhat ohřev bojleru vyrobenou elektřinou, popřípadě budou dobíjeny baterie, nebo zásobeny elektřinou takové spotřebiče, jejichž provoz v případě využití elektřiny z distribuční sítě byl nerentabilní např. ohřev bazénu.

Totéž platí i u systémů PZTS, kde se již v současné době snaží výrobci zabezpečovacích systémů rozšiřovat své poplachové systémy o moduly domácí automatizace. Je jenom otázkou času kdy se tato skutečnost obrátí a z PZTS ústředny stane výkonné zařízení v podobě počítače, které bude mimo poplachových funkcí nabízet hlavně funkce domácí automatizace, od aktivace výstupů, přes použití časovačů, měření energií, regulace až po individuální ovládací scénáře. Funkce domácí automatizace se stanou hlavním důvodem prodeje těchto inteligentních systémů.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout a zrealizovat jednoduchý, ale účinný systém ochrany a monitorování malé fotovoltaické elektrárny. Úvodní část práce nás seznamuje s principy fotovoltaických systémů, kde objasňuje způsoby a problematiku jejich zabezpečení a popisuje jednotlivé možnosti monitorování jejich provozu.

Bezpečnostní analýza byla provedena v areálu a okolí, ve kterém se objekt elektrárny nachází. Z této analýzy se dále vycházelo při navrhování celkového systému. Další částí práce bylo provedení realizace systému, který byl pro tyto účely navržen, dle požadavků investora. Systém se skládá ze dvou hlavních částí, monitorovací části a zabezpečovací části. Monitorovací část má za úkol sledování technologie výroby a v případě výpadku nebo poruchy předat tento stav další části systému, jejímž účelem je zabezpečení systému. Princip systému je postaven na integraci poplachového zabezpečovacího systému s monitorovacím zařízením, kde se integrací jednotlivých aplikací spojuje systém v jeden fungující celek. Pro potřeby provozovatele byl vytvořen vzdálený přístup k jednotlivým aplikacím ve formě uživatelského rozhraní přístupného z internetu.

Hlavním cílem tohoto projektu byla aplikace poznatků z vyučovacích předmětů oboru bezpečnostních technologií nejenom vytvořením návrhu systému, hlavně instalací, zprovoznění a následného předání systému provozovateli. Výsledkem práce je fungující systém, který na rozdíl od profesionálních integrovaných systémů je cenově daleko levnější, a jeho instalaci zvládne prakticky i osoba s průměrnými znalostmi informačních a bezpečnostních technologií. Systém je použitelný také pro zabezpečení a monitoring např. spotřeby energií rodinných domů, chat a odlehlých objektů, kde díky vzdálenému přístupu k systému jsou všechny jeho funkce pod kontrolou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
- [2] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Vyd. 2. S.l.: Cricetus, 2003, 351 s. ISBN 80-902-9382-4.
- [3] MATUŠKA, Tomáš. *Solární zařízení v příkladech*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 254 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3525-2.
- [4] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti I*. Vyd. 3. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 81 s. ISBN 978-80-7318-889-4.
- [5] MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. *Fotovoltaika, elektřina ze slunce*. 2. vyd. Brno: ERA, 2008, VII, 81 s. ISBN 978-80-7366-133-5.
- [6] JAN, Valouch. *Projektování integrovaných systémů*. vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-296-1.
- [7] KOLEKTIV, Luděk Lukáš a. *Bezpečnostní technologie, systémy a management: [teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti]*. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-808-7500-057.
- [8] KOLEKTIV, Luděk Lukáš a. *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-808-7500-194.
- [9] British Petrol Statistical Review of World Energy. *British Petrol* [online]. 2014 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: <http://www.bp.com/statisticalreview>
- [10] Monitorování FVE podle normy ČSN EN 61724. *Portál TZB-info* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11294-monitorovani-fve-podle-normy-csn-en-61724>
- [11] Zabezpečení fotovoltaické elektrárny FVE. *AceSys - Zabezpečovací technika* [online]. [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.acesys.cz/zabezpeceni-fotovoltaicke-elektrarny.html>
- [12] Zabezpečení fotovoltaické elektrárny: Jak na to?. *Portál Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika-1/zabezpeceni-fotovoltaicke-elektrarny-jak-na-to.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FVE	Fotovoltaická elektrárna.
PLC	Programovatelný automat pro řízení technologických procesů.
LCD	Displej s kapalnými krystaly.
LED	Světloemitující dioda.
GSM	Globální Systém pro Mobilní komunikaci.
GPRS	Obecný paketový rádiový systém.
ADSL	Asymetrická digitální účastnická linka.
PC	Osobní počítač.
RS	Doporučený standard.
USB	Univerzální sériová sběrnice.
TCP	Přenosový řídicí protokol.
IP	Protokol Internetu.
LAN	Lokální počítačová síť.
ČSN	Česká technická norma.
MW	Mikrovlny.
PIR	Pasivní infračervené čidlo.
DPPC	Dohledové a poplachové přijímací centrum.
PZS	Poplachové zabezpečovací systémy.
CCTV	Kamerové systémy.
PTZ	Ovládáním natočení, náklonu a zoomu.
BUS	Datová sběrnice.
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.
DVR	Digital Video Recorder.
RTOS	Real-Time Operating Systém.

SMS	System krátkých zpráv.
GND	Uzemnění.
UPS	Záložní zdroj.
RJ	Registered Jack
SoC	System on a chip.
AD	Analogový vstup.
DC	Stejnoseměrný proud.
AC	Střídavý proud.
AP	Přístupový bod.
QoS	Kvalita služeb.
DHCP	Automatické přidělování IP adres z centrálního serveru.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 - Místní monitoring.....	17
Obr. 2 - Vzdálený monitoring.....	18
Obr. 3 - Situační plán objektu.....	31
Obr. 4 - Řez ocelové konstrukce.....	32
Obr. 5 - Blokové schéma monitorovacího a zabezpečovacího systému.....	37
Obr. 6 - Blokové schéma monitorovací části systému.....	38
Obr. 7 - Blokové schéma zabezpečovacího systému.....	39
Obr. 8 - Blokové schéma zapojení monitorovací jednotky Solarmonitor	40
Obr. 9 - Monitorovací jednotka SOLARMONITOR 1.....	41
Obr. 10 - Zapojení střídačů k jednotce a sensorům	42
Obr. 11 - Sensory fyzikálních podmínek.....	42
Obr. 12 - Monitorovací jednotka: načtení střídačů	43
Obr. 13 - Nastavení výstupů Solarmonitoru	44
Obr. 14 - Blokové schéma zapojení jednotky SDS micro	45
Obr. 15 - SDS micro	46
Obr. 16 - Schéma úpravy napěťového děliče.....	47
Obr. 17 - Konfigurace watchdogu	49
Obr. 18 - Funkční schéma zapojení SDS micro.....	49
Obr. 19 - Letecký pohled na střežené objekty	51
Obr. 20 - Boční pohled budovy a konstrukce elektrárny.....	51
Obr. 21 - Schéma rozmístění prvků PZS elektrárny.....	56
Obr 22. - Schéma rozmístění prvků PZS skladových prostorů.....	57
Obr. 23 - Konfigurace systému programem Winload.....	58
Obr. 24 – Blokové schéma datových rozvodů.....	60
Obr. 25 – Android aplikace pro vzdálený přístup k jednotkám systému.....	62
Obr. 26 - Přístup k jednotkám pomocí webového rozhraní.....	63

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Výchozí bezpečnostní údaje.....	32
Tab. 2 - Specifikace aktiv	33
Tab. 3 – nastavení směrování portů.....	62

SEZNAM PŘÍLOH

P I	Pohledy na konstrukci FVE
P II	PZS – Pohledy na instalaci PIR a odporové smyčky
P III	PZS – Pohledy na instalaci ústředny Digiplex Evo
P IV	Pohledy na instalaci CCTV
P V	Pohledy na instalaci wifi routeru a videoserveru
P VI	Pohledy na instalaci monitorovacích jednotek a rozvaděče FVE

PŘÍLOHA P I: POHLEDY NA KONSTRUKCI FVE



**PŘÍLOHA P II: PZS – POHLEDY NA INSTALACI PIR A ODPOROVÉ
SMYČKY**



PŘÍLOHA P III: PZS – POHLEDY NA INSTALACI ÚSTŘEDNY DIGIPLEX EVO



PŘÍLOHA P IV: POHLEDY NA INSTALACI CCTV



PŘÍLOHA PV: POHLEDY NA INSTALACI WIFI ROUTERU A VIDEOSERVERU



**PŘÍLOHA P VI: POHLEDY NA INSTALACI MONITOROVACÍCH
JEDNOEK A ROZVADĚČE FVE**

