

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vliv klimatických faktorů na provoz a efektivitu FVE**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina KAJLOVÁ**  
Osobní číslo: **E09B0011P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Vliv klimatických faktorů na provoz a efektivitu FVE**  
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte zevrubnou rešerši FV technologie včetně provozu FVE běžného typu.
2. Zhodnoťte význam a možnosti agentury CEPHO.
3. Ve spolupráci s ČHMÚ získejte klimatologická data z konkrétní oblasti nasazení FVE.
4. Stanovte zásadní meteorologické faktory ovlivňující výkonnost a efektivitu FVE.
5. V závislosti na získaných datech stanovte ekonomické ukazatele efektivity dané FVE a vyjádřete objektivním způsobem vliv meteorologických aspektů na provoz dané FVE.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Štekl, Ph.D.**  
Katedra teoretické elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

## **Anotace**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na zkoumání klimatických jevů jako významných faktorů ovlivňujících provoz FVE.

První část bakalářské práce je věnována rešerši FV technologie a popisu jednotlivých částí FVE.

Druhá část bakalářské práce obsahuje bilanční měření prováděné na FVE Šlovice v roce 2010, dále porovnání ziskovosti a vlastní výroby FVE Šlovice během jednotlivých měsíců roku 2010.

Závěr bakalářské práce je věnován vyhodnocení vlivu jednotlivých klimatických jevů na celkový provoz FVE.

## **Klíčová slova**

Fotovoltaika, fotovoltaický článek, solární panel, fotovoltaický panel, fotovoltaická elektrárna, výkon, Slunce, sluneční svit

## **Annotation**

The submitted Bachelor's thesis is focused on research of climate effects as major factors influencing the operation of photovoltaic power plant.

The first part of the thesis provides theoretical background on PV technology including the description of the individual components.

The second part of the thesis contain an overview of measurement done at FVP Šlovica in 2010, the comparison of profitability and production of PPP Šlovica during the individual of the year 2010.

The last part of the Bachelor's thesis is dedicated to the evaluation of influence of each climate effect on the overall operation of PPP.

## **Keywords**

Photovoltaic, solar cell, solar panels, photovoltaic panel, photovoltaic power, performance, sun, precipitation, sunshine

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce. Dále prohlašuji, že veškerý software použitý při řešení této bakalářské práce je legální.

V Plzni dne .....2012

Martina Kajlová

# Obsah

Obsah .....	6
Seznam použitých symbolů a zkratk.....	8
Úvod.....	9
1 Slunce jako zdroj solární energie .....	10
2 Princip FV článku.....	11
3 Zapojení FV článků v solárních modulech.....	13
4 Druhy elektráren a jejich připojení k síti .....	14
5 Výkupní cena.....	16
6 Jednotlivé části FVE elektrárny.....	17
6.1 FV panely křemíkové.....	17
6.2 Nosná konstrukce .....	19
6.3 Kabeláž.....	21
6.4 Střídače.....	22
7 CZEPHO.....	26
7.1 Členství v CZEPHO .....	26
Členství v CZEPHO umožňuje: .....	27
Práva členů CZEPHO: .....	27
Povinnosti členů CZEPHO: .....	27
8 Bilanční měření .....	28
9 Klimatické faktory ovlivňující výrobu el. energie .....	29
9.1 Sluneční osvit.....	29
9.2 Vliv teploty .....	33
9.3 Vítr .....	35
Závěr .....	36

Použitá literatura a internetové zdroje .....	38
Seznam příloh .....	40



## Seznam použitých symbolů a zkratk

PPP	photovoltaic power plant
K	kelvin
nm	nanometr
P	křemík typu P
N	křemík typu N
kW <sub>p</sub>	kilowatt peak
MW <sub>p</sub>	megawatt peak
Kč	korun českých
UV	ultrafialové záření
°C	stupeň Celsia
AC	střídavý proud
DC	stejnoseměrný proud
mm	milimetrů
1f	jedno fázové
3f	tří fázové
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
eV	elektronvolt
EVA	etylvinylacetát
FV	fotovoltaický
FVE	fotovoltaická elektrárna
kWh	kilowatt hodina
kWm <sup>-2</sup>	kilowatt na metr čtvereční
MPP	maximální výkon
nn	nízké napětí
tzv.	takzvaně
V	volt
U <sub>max</sub>	maximální napětí
OZE	obnovitelné zdroje energie
EU	evropská unie
SMA	název firmy

## Úvod

V této práci se zabývám problematikou obnovitelných zdrojů energie, zejména solární energií, které v budoucnu nahradí zdroje neobnovitelné (ropa, plyn, uhlí...). V posledních letech spotřeba fosilních paliv výrazně vzrostla, a proto hledáme způsoby jak a čím jí nahradit. Problém je nejen to, že fosilní paliva docházejí, ale dále je zde i jejich negativní dopad na životní prostředí a atmosféru při jejich získávání, dalším zpracování a následném spalování.

Způsob získávání energie pomocí fotovoltaického principu ze solárních článků patří mezi způsoby získávání čisté energie bez primárního negativního dopadu na životní prostředí a atmosféru. Velkou výhodou sluneční energie je to, že se jedná o teoreticky nevyčerpatelný a pouze zatím z malé části využitý zdroj energie. Energetické potřeby jsou dnes převážně pokrývány jadernými elektrárnami a elektrárnami na fosilní paliva. V dnešní době obnovitelné zdroje v naší republice pouze lokálně doplňují celkovou spotřebu elektrické energie v celostátním energetickém měřítku.

Tato situace se pravděpodobně bude v budoucnosti měnit ve prospěch obnovitelných zdrojů, přesto nejspíše nebudou nikdy hlavním zdrojem energie. Nevýhoda používání solární technologie je přímá závislost na intenzitě dopadající sluneční energie při stávající nízké účinnosti. Cílem této práce je popsat praktické principy využívání solární energie v solárních elektrárnách (FVE) v závislosti na klimatických podmínkách v reálně fungující FVE připojené k distribuční síti.

# 1 Slunce jako zdroj solární energie

Slunce je středem naší sluneční soustavy a je od Země vzdáleno přibližně 150 milionů kilometrů, z fyzikálního hlediska je to koule žhavého plazmatu. Ta neustále vytváří obrovské množství energie, proto je pro naši Zemi Slunce z mnoha důvodů nepostradatelné. Sluneční paprsky dopadající na Zem zásobují naši planetu světlem a teplem. Teplota na povrchu Slunce je přibližně 6000 K, v jádru Slunce teplota dosahuje až 15 milionů stupňů.

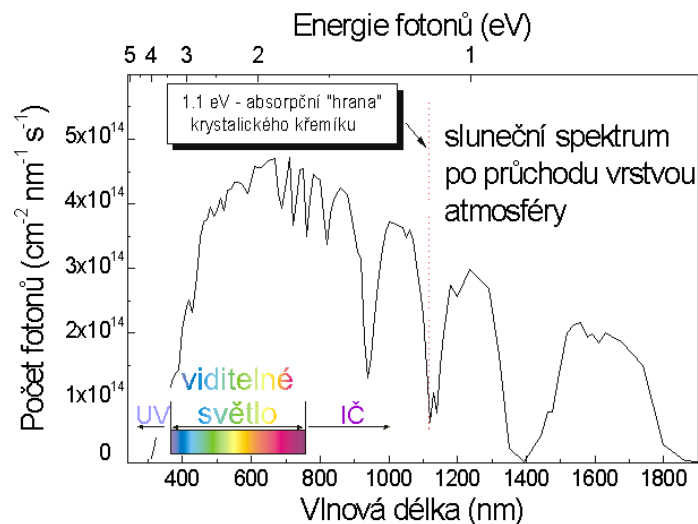
V nitru Slunce se během termonukleární reakce přetváří část energie reagujícího vodíku v energetické částice rentgenového záření. Při této teplotě se protony pohybují rychlostí až několika set kilometrů za sekundu. Přibližující se protony vytvářejí přitažlivou jadernou sílu, ta přitáhne protony k sobě a vytvoří z nich jádro hélia. Za sekundu se ve Slunci při přeměně přibližně 560 milionů tun vodíku v helium uvolňuje energie.

Sluneční energie je na Zemi přenášena ve formě elektromagnetického záření všech spektrálních vlnových délek, nejvýznamnější je ale oblast viditelného záření v rozsahu přibližně 400-650 nm. Hustota dopadající sluneční energie (tok energie) je asi  $1,4\text{kWm}^{-2}$  a nazývá se solární konstanta. Tuto konstantu lze naměřit na hranici zemské atmosféry. V České republice dopadne na  $1\text{ m}^2$  vodorovné plochy zhruba 950-1340kWh energie. Sluneční energie je na Zemi dostupná všude, existuje však několik faktorů, které ovlivňují její velikost. Mezi ně patří oblačnost, roční období, zeměpisná šířka a geografická poloha dané lokality. [1]

## 2 Princip FV článku

Fotovoltaika využívá přímé přeměny světelné energie na elektrickou energii ve fotovoltaickém (solárním) článku. Jedná se o fotovoltaický jev. Při tomto jevu se zpravidla v křemíkovém polovodiči působením světla (fotonů) uvolňují vazebné elektrony. Křemíkový polovodič, ale není jediný, ve kterém tento jev může nastat. Příkladem jsou polovodiče (např. v dopovaném křemíku, selenu, germaniu, sirií, kadmia aj.). [1]

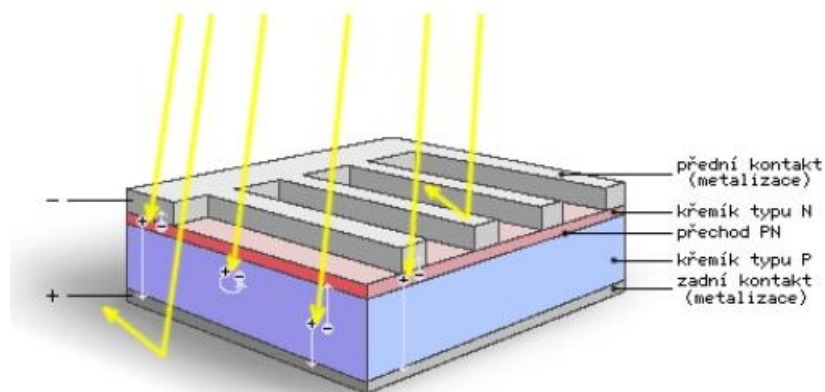
Nejpoužívanější materiál pro výrobu FV článku je křemík. Křemík absorbuje světlo o kratší vlnové délce než zhruba 1 mikrometr (fotony o větší energii než zhruba 1,1 elektronvoltů), to jest část infračerveného, celé viditelné a ultrafialové spektrum. Absorbuje tedy větší část celého slunečního spektra viz. obrázek 1.



Obr. 1 Absorpce slunečního spektra křemíkem

Dopadá-li na křemík foton o energii menší než 1,1 elektronvoltů, projde křemíkem a není absorbován. Je-li jeho energie větší než 1,1 elektronvoltů (hodnota energie odpovídá šířce zakázaného pásu a tedy absorpční hraně křemíku). Tento foton je absorbován a v polovodiči vznikne jeden volný elektron a jedna volná díra. Elektrony a díry jsou odděleny vnitřním elektrickým polem PN přechodu. Materiálem s elektronovou vodivostí typu N je např. křemík s příměsí fosforu. Materiály s elektronovou vodivostí typu P je např. křemík s příměsí boru. Rozdělení náboje ve výsledku stojí za vznikem napěťového rozdílu mezi předním a zadním kontaktem FV článku. [2]

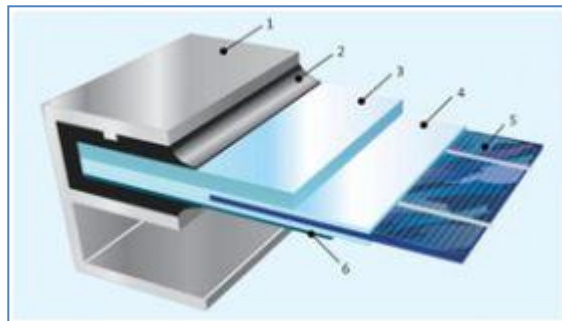
Vnější obvodem zapojeným mezi oba kontakty potom protéká stejnosměrný elektrický proud, který je přímo úměrný ploše a intenzitě dopadajícího slunečního záření. Na PN přechodu dojde k separaci elektronů a děr a na kontaktech vznikne napětí.



Obr. 2 Řez FV článkem

Články jsou složeny z několika vrstev. Jedna z nich je antireflexní vrstva, která snižuje odraz slunečních paprsků. Z obou stran je pak dvojice kontaktů sbírajících a odvádějících vznikající elektrický proud.

1. hliníkový rám
2. těsnění
3. tvrzené sklo
4. folie EVA
5. FV články z křemíku
6. vodotěsná folie z umělé hmoty



Obr. 3 Jednotlivé vrstvy FV panelu

Na přední straně ve formě mřížky (aby nebránila průchodu světla) a na zadní straně ve formě souvislého povlaku (slouží i jako odrazová vrstva). Do FV panelů se jednotlivé články skládají v sérioparalelním zapojení a celá sestava je hermeticky uzavřená. Křemíkový PN přechod musí být chráněn před vlhkostí a znečištěním. [3]

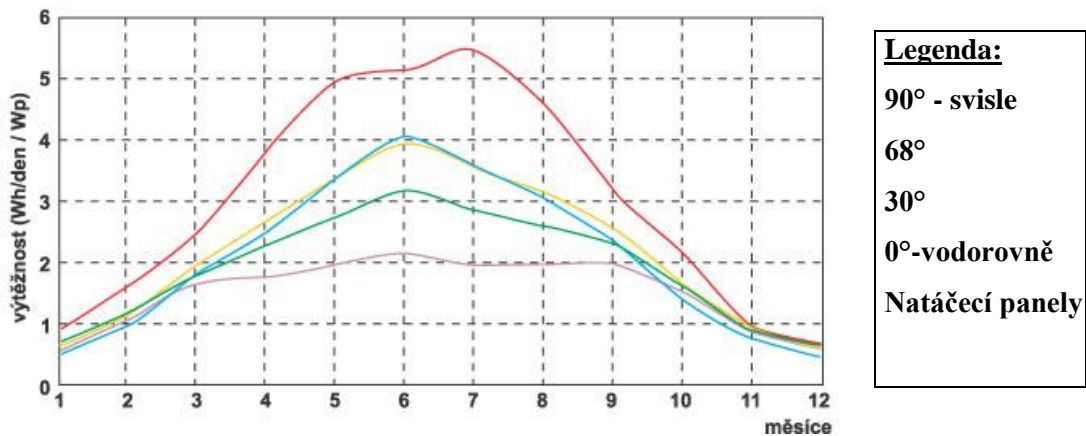
### 3 Zapojení FV článků v solárních modulech

V solárních modulech se zapojuje větší počet solárních článků do série, díky tomu teče všemi články stejný proud. Nejsou-li všechny články stejnoměrně ozářeny sluncem, vyrábějí různě velké proudy. Protože však v sériovém zapojení musí být proud všemi články stejný, dává celý modul jen takový proud, jaký je vyráběn nejhůře osvětleným článkem. Proto úplné zastínění jednoho článku jediného článku v modulu způsobí, že nepoteče žádný proud a tudíž nebude dodáván žádný výkon, i když jsou všechny ostatní články optimálně osvětleny. [1]



Obr. 4 Zapojení FV panelů do solárních modulů

Optimální sklon FV panelů je  $35^\circ$  k jihu, což zaručuje přijatelný celoroční energetický zisk. Podle naklonění panelů můžeme zvětšovat zisky v jednotlivých z ročních období. To znamená, jestliže použijeme sklon  $30^\circ$ , budeme mít větší zisky v letním období. Naopak použijeme-li sklon  $60^\circ$  zvýšíme tím zisk v zimním období, kdy Slunce nevystoupá tak vysoko na oblohu. Na obrázku číslo 5 je znázorněna závislost sklonu panelu na výtěžnosti v jednotlivých měsících. [3]



Obr. 5 Graf závislosti výtěžnosti na sklonech panelů během celého roku

## 4 Druhy elektráren a jejich připojení k síti

### *Rozdělení podle velikosti a typu umístění:*

Malé střešní instalace s výkonem do 10 kWp umístěné na střešní konstrukci budovy, nejčastěji pak na rodinných domech nebo jiných stavbách.

Velké střešní instalace o výkonech 10 kWp až 150 kWp. Tento druh instalace je nejlepší umístit na velké průmyslové objekty, haly či logistická centra.

Volně stojící instalace o výkonech stovek kWp až po instalace v řádech MWp. Jedná se o elektrárny instalované na volných plochách či polích, kde je nosná konstrukce s panely pevně spojená se zemí.

### ***Rozdělení podle připojení k síti:***

Dnes rozeznáváme čtyři způsoby připojení elektrárny k distribuční síti. Každý z nich má svá specifika a je nutné si před instalací řádně rozmyslet, jaké řešení je pro danou oblast či objekt nejvhodnější.

Přímé připojení do sítě a prodej provozovateli distribuční sítě - při tomto způsobu připojení je veškerá vyrobená elektrická energie dodávaná do distribuční sítě a je prodávána za tzv. výkupní cenu.

Přímé připojení do sítě a prodej obchodníkovi s el.energií - tento způsob připojení není ovšem tak častý. Při tomto druhu připojení je veškerá vyrobená elektrická energie dodávaná obchodníkovi s elektřinou, který jej vykupuje za sjednanou cenu. Dále se od distribuční společnosti inkasuje zelený bonus, největší podíl inkasované ceny.

Připojení do rozvodů v objektu - při tomto způsobu připojení je většina produkce spotřebovávána přímo v objektu a případné přebytky jsou prodávány distribuční společnosti (pokud je ochotna přebytky vykoupit). Opět i u tohoto připojení platí, že distribuční společnost vyplácí Zelený bonus.

"Off grid" připojení - využívá se v těžce přístupných či odlehlých místech, kde není možné připojení na síť. Veškerá vyrobená energie spotřebovává v daném objektu. V tomto případě připojení se využívá ukládání energie do akumulčních zařízení. Není možné využívat podpory výkupu. [4]



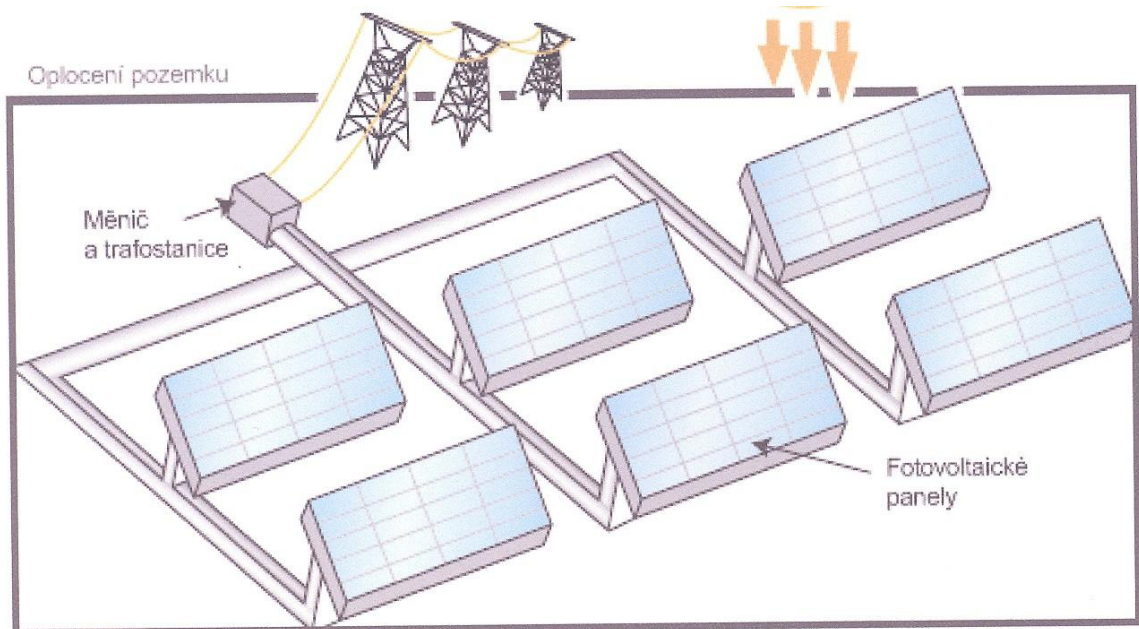
## 5 Výkupní cena

Výkupní cenu elektrické energie stanovuje Energetický regulační úřad a pro provozovny uvedené do provozu v roce 2008 byla v roce 2010 výkupní cena vyrobené energie 14,01 Kč/kWh (přímá dodávka), respektive 13,04 Kč (Zelený bonus). Pro FVE postavené v roce 2009 byla v roce 2010 výkupní cena u elektráren do 30 kWp výkonu na úrovních 13,05 Kč/kWh (přímá dodávka) a 12,08 Kč/kWh (zelený bonus), u FVE nad 30 kWp ještě o 40 haléřů na kW méně.

Zlaté doby fotovoltaiky v ČR jsou už dávno pryč a tak pro nově postavené fotovoltaické elektrárny v roce 2012 bude startovací výkupní cena při výkonu do 30 kWp na úrovních 6,16 Kč/kWh (přímá dodávka) a 5,08 Kč/kWh (zelený bonus), FVE nad 30 kWp nebudou podporovány vůbec. Výkupní cena bude pravidelně valorizována o min. 2% ročně (např. u FVE postavené v roce 2007 fakturovali zelený bonus v roce 2007 12,65 Kč/kWh, v roce 2008 12,99 Kč/kWh, v roce 2009 13,10 Kč/kWh, v roce 2010 13,40 Kč/kWh, v roce 2011 13,66 Kč/kWh, a v roce 2011 fakturovali 13,88 Kč/kWh). Přesné aktuální cenové rozhodnutí je uvedeno v cenovém výměru ERU. K výkupní ceně je ještě nutné říci, že pro plátce DPH je výkupní cena cenou bez DPH, při fakturaci je připočítávána DPH 20%. [5]

## 6 Jednotlivé části FVE elektrárny

Schéma FVE elektrárny



Obr. 6 Schema FVE elektrárny

### 6.1 FV panely křemíkové

Nejvíce rozšířené fotovoltaické panely v současné době jsou křemíkové. Rozdílným zpracováním křemíku lze vyrobit monokrystalické, polykrystalické a amorfní fotovoltaické články. V praxi používáme většinou polykrystalické panely. Fotovoltaický panel je schopen vyrábět elektrickou energii i bez přímého osvětlení na základě difúzního záření, které je v ČR převládající. [6]

#### *Monokrystalický křemík*

Fotovoltaické (solární) články z monokrystalického křemíku mají obvykle sytě modré až černé zbarvení a články jsou čtvercového tvaru se seříznutými rohy. Jsou tedy osmiúhelníkového tvaru. Je viditelná síť kovových vodičů, které tvoří horní kontakt. V laboratořích dosahují tyto články účinnosti až 24 %, ale v praxi se jejich účinnost pohybuje v rozsahu 14 až 16 %. Jejich energetická návratnost, tj. doba, za kterou vyrobí energii spotřebovanou při jejich výrobě. [7] [3]

Výroba monokrystalických ingotů probíhá tak, že se do taveniny o teplotě přibližně 1415°C se vnoří malý monokrystal jako zárodek. Tento zárodek se velice pomalu vytahuje z taveniny a přitom se otáčí okolo své podélné osy. Celý proces probíhá v netečné (inertní) atmosféře za sníženého tlaku. Vzniklý monokrystalický ingot se nakonec příčně řeže na destičky, které tvoří základ FV článků.[8]

Výroba těchto článků je finančně náročnější. Řešením je výroba solárních článků na základě polykrystalického křemíku. [3]

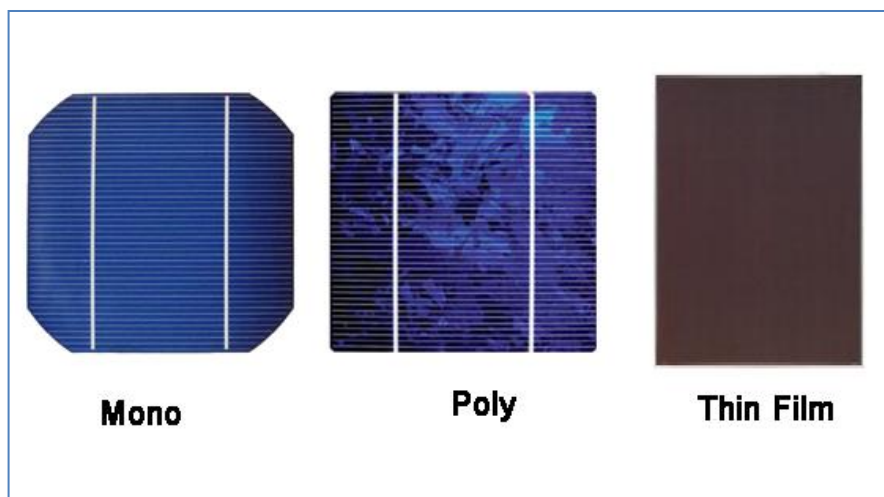
### ***Polykrystalický křemík***

Solární články z polykrystalického křemíku mají jasně modrou barvu, na první pohled je zřejmá výrazná krystalická struktura. Ta je dána přítomností většího množství menších krystalů. V horní části jsou rovněž viditelné kovové kontakty. Polykrystalické solární články bývají čtvercové. Účinnost polykrystalických článků je sice nepatrně nižší, ale lépe dokáží proměňovat difúzní světlo a světlo přicházející z boku, takže prakticky jsou v dnešní době zcela rovnocenné s články monokrystalickými. Výroba těchto článků bývá ale podstatně levnější a rychlejší než je tomu u monokrystalických článků. Návratnost polykrystalických článků bývá okolo 2,2 roků. [7]

### ***Amorfní křemík***

Tenkovrstvý neboli amorfní křemík je vyráběný technologií nanášení slabé vrstvy na podklad ze skla nebo fólie. Nevýhodou těchto panelů je jejich malá konverzní účinnost (cca 8%) a potřeba dvojnásobné plochy oproti polykrystalickému nebo monokrystalickému panelu.[9]

Další nevýhodou je menší stabilita, tj. dochází k postupnému zhoršování vlastností. Tyto vyjmenované nevýhody však vyvažuje fakt, že amorfní křemík je schopen vyrábět elektrický proud i z rozptýleného neboli difuzního záření. Vrstva amorfního křemíku totiž dokáže pojmout širší spektrum slunečního záření. Z toho plyne, že amorfní panel dokáže vyrobit cca 10 % více energie, než panel z polykrystalických či monokrystalických článků.[10]



Obr. 7 Porovnání jednotlivých FV článků

## 6.2 Nosná konstrukce

Slouží k mechanické instalaci a orientaci solárních modulů v místě použití. Může být samostatná na zemi nebo součástí stavby (střecha, stěna apod.). Konstrukce se spojuje pevně se zemí, a to buď závrtnými šrouby (je možné vidět na obrázku číslo 8), pozinkovanými profily zatlačenými do země, nebo betonovými základy. Musí být dimenzována tak, aby byla schopna přenášet síly od statického zatížení (hmotnost modulů, kabeláž, sníh) i od dynamického zatížení větrem. V případě kovové konstrukce je nutno dbát na korozní odolnost výběrem materiálu nebo vhodnou protikorozní povrchovou úpravou.

Při montáži je třeba umístit modul tak, aby přípojovací box s konektorem nebo svorkovnicí na zadní straně modulu byl nahoře, mezi rámem modulu a pevnou plochou (střecha, stěna) musí být ventilační mezera nejméně 5 cm. V oblastech s vysokým výskytem atmosférických výbojů je nutno rámy modulů a kovovou nosnou konstrukci vhodným způsobem uzemnit.



Obr. 8 Zakládání konstrukce vrtacím strojem nebo hlavicí na hydraulickém principu



Obr. 9 Konstrukce připravená na osazení panely

### 6.3 Kabeláž

Ve fotovoltaických systémech se rozlišují dva základní typy kabelů: kabely pro moduly a řetězce modulů (DC) pro přenos stejnosměrného proudu a výstupní AC kabel ze střídače pro přenos střídavého proudu. Při výstavbě FVE je bezpodmínečně nutné dodržet průřezy a délky jednotlivých kabelů na základě projektové dokumentace spravované autorizovaným projektantem pro elektrická zařízení. Příklad uložení AC kabelu je možné vidět níže, viz obrázek číslo 10. V případě nesprávného výpočtu či konstrukčního návržení jednotlivých tras proudů s nevhodně voleným kabelem může dojít k poruše celého zařízení střídače nebo destrukci jednotlivých FV panelů v ochranné části jednosměrných diod, a to jejich průrazem či požárem. Pro příklad uvádím nejčastěji dodávané průřezy DC solárních kabelů, které se pohybují v rozpětí 4-10 mm<sup>2</sup>. [11]



Obr. 10 Příklad uložení AC kabeláže o průřezu 240 mm<sup>2</sup> v pískovém loži s ochrannou folií

DC kabely pro moduly jsou umístěny ve venkovním prostředí. Z důvodu ochrany proti nežádoucímu uzemnění a zkratu jsou kladný a záporný vodič vedeny odděleně samostatnými kabely. Jako spolehlivé se ukázaly být kabely s jedním vodičem a s dvojitou izolací. Tyto kabely musí být odolné mechanickému namáhání, UV záření, vlivům počasí a velkým teplotním rozdílům (cca  $-35^{\circ}\text{C}$  až  $60^{\circ}\text{C}$ ).[11]

## 6.4 Střídače

FV generátor vyrábí stejnosměrný proud (DC). Setkáme se ale většinou s el. přístroji, které využívají proud střídavý (AC). Přeměnu DC na AC zajišťují střídače (lze použít také označení DC-AC převodník). Mezi hlavní funkce střídačů patří: přeměna stejnosměrného proudu na střídavý tak, aby vyhovoval požadavkům sítě, přizpůsobení pracovního bodu střídače, bodu maximálního výkonu (MPP) střídače. Účinnost střídačů (tzv. euro účinnost) se pohybuje v rozmezí 86-95%.



Obr. 11 Střídač

Střídač (měnič) slouží především k přeměně stejnosměrného napětí na střídavé a má i celou řadu doplňkových funkcí (monitoring sítě a provozních údajů, ochranné funkce atd.). Tyto zařízení se ale dají pořídit za různé ceny. Některé můžeme považovat za kvalitní, měli bychom si ovšem dávat pozor lákavě nízké ceny. S nižší pořizovací cenou klesá většinou i kvalita střídače. Šetření investora na počátečních investicích, se nemusí vůbec vyplatit. To, co ušetří koupí např. levnějšího střídače, může několikanásobně zaplatit v následných opravách, nebo se to projeví sníženým výkonem elektrárny. Ztráty u levnějších střídačů (obvykle také střídače s nižší účinností) bez dostatečné záruky kvalitních servisních služeb pak mohou mít na výrobu elektřiny a návratnost investice zásadní vliv. [12]

Na datových listech dodaným spolu se střídačem od výrobců, rozeznáváme nejčastěji účinnost maximální a evropskou. Evropská účinnost je průměrem účinnosti při různých stupních zatížení střídače. Jsou to tedy reálnější hodnoty, než u maximální účinnosti, vzhledem k provozním podmínkám. Důležitá je z hlediska množství vyrobené energie vysoká euroúčinnost v celém pracovním rozsahu MPP a přesnost MPP trackeru.[12]

Rozsah výkonu, ve kterém by měl střídač optimálně pracovat udává MPP tracker. Vstupní napětí a proud se mění a je důležité, aby si střídač držel co nejvyšší účinnost konstantně v celém pracovním rozsahu. Možné odchylky v hodnotách jsou nežádoucí. [12]

Velmi důležitým faktorem je účinnost přizpůsobení MPP. Jedná se o parametr udávající, jak rychle dokáže střídač měnící se klimatické podmínky zaregistrovat a na změnu adekvátně a přesně reagovat. Čím delší je prodleva, tím horší jsou výsledky a větší ztráty. Tuto funkci ve střídači obstarává tzv. MPP tracker. Jedná se o zařízení pro sledování bodu maximálního výkonu (MPP), které změnou vstupního odporu zajišťuje optimální chod střídače. Hodnota této charakteristiky u kvalitních střídačů neklesá pod 99%. [13]

Střídač je možné také využít ke sběru a analýze dat o výrobě el. energie, aktuálním el. výkonu, teplotě střídače, účinnosti střídače porovnáním AC a DC strany střídače. Výrobci střídačů nabízejí celou řadu komunikačních a datových zařízení umožňující snadnou kontrolu výroby a sledování poruch. V dnešní době je stahování dat na počítače, zobrazování na displejích pomocí kabelových či bezdrátových technologií (např. bluetooth) a zasílání chybových hlášení pomocí sms nebo e-mailu běžnou věcí. Majitel elektrárny pak může



sledovat data o výrobě a výtěžnost odkudkoliv, kde má přístup k internetu. Pro příklad uvádím v příloze jednoduché grafické vyjádření výkonu a výroby střídačů SMA pro drobné střešní instalace.

Pro FVE vyšších výkonů nad 50 kW je třeba použít profesionální sledovací systémy, které dokáží monitorovat FVE pro různé druhy střídačů např. zařízení Solar-Log výrobce Germani umožňující napojení až 100 kusů střídačů různých výrobců např. SolarMax, Fronius, Danfoss, Power-One/Aurora, Sunways- AT/NT, Refusol atd. Výhodou těchto profesionálních monitorovacích zařízení je možnost seskupení jednotlivých střídačů do vlastních sledovacích skupin podle konkrétního směrování k jihu, podle konkrétního aktuálního stínění, různé sklony střech atd.

Konkrétně FVE Šlovice, na které bylo prováděno bilanční měření, využívá k monitoringu činnosti zařízení vyvinuté firmou SMA, která dodala současně i střídače. Toto zařízení se nazývá Webbox, kde je sledovaná činnost všech 34 střídačů SMA. [11] [12]



Obr.12 Stringy vedoucí stejnosměrný proud do střídače SMA

Jednotlivé panely jsou zapojeny ve smyčce podle konfigurace příslušného střídače v závislosti na jeho výkonu podle proudové a napěťové charakteristiky. Tyto smyčky označujeme pracovníě jako „stringy“ tzn. smyčky vedoucí stejnosměrný proud do jednotlivých střídačů, viz obrázek číslo 12.[11]



Obr. 13 Příklad trasy AC kabeláže od střídačů k trafostanici 22kV



Obr. 14 Transformace napětí na hladinu 22 kV – olejový sloupový transformátor

V závislosti na fázových charakteristikách střídače, jsou vedeny jednotlivé DC kabely (1f nebo 3f proud) do sružovací krabice (nn rozvaděč). Z těchto podružných rozvaděčů umístěných na konstrukci, vedou kabely umístěné v pískovém loži, viz obrázek číslo 13 do hlavního rozvaděče FVE a transformátoru (obrázek číslo 14). [11]

## 7 CZEPHO

CZEPHO je dobrovolným, nevládním, neziskovým profesním sdružením, založeným v roce 2009, jehož cílem je prosadit férové a transparentní podmínky pro dlouhodobý rozvoj fotovoltaického sektoru v České republice. Asociace sdružuje přes sto šedesát společností s více než 30% podílem na trhu a propojuje subjekty napříč sektorem od univerzit, výrobce, po investory a instalační firmy, v rámci projektů spolupracuje s dalšími sedmi sty provozovateli FVE.

CZEPHO zastupuje sektor v jednání s rozhodujícími orgány, ministerstvy, distribučními společnostmi, ERÚ a rovněž směrem k evropským orgánům. Je členem Evropské fotovoltaické průmyslové asociace (EPIA) a sdružení asociací OZE v ČR. [14]



Obr. 15 Symbol organizace CEPHO

### 7.1 Členství v CZEPHO

Členství v CZEPHO dává především možnost efektivně ovlivňovat podmínky podnikání v sektoru, bránit vlastní pověst a investice. Asociace poskytuje členům aktuální informační servis, zvýhodněný vstup na FV semináře a konference, podporu při řešení konkrétních problémů. Asociace zprostředkovává členům slevy na široký rozsah služeb pro kvalitní a efektivní provoz fotovoltaických elektráren. Poskytuje jeho členům možnost efektivně ovlivňovat podnikání v sektoru a možnost hájení vlastní pozice na trhu a investic.[14]

### **Členství v CZEPHO umožňuje:**

- Iniciovat a spolupodílet se na prosazování legislativních změn
- Budovat vlastní pověst
- Mít vždy k dispozici aktuální informace ohledně trendů v rámci EU, ohledně legislativy v přípravě, včetně právních analýz jejich dopadů apod.
- Účastnit se odborných seminářů a konferencí za zvýhodněných podmínek
- Navázání obchodních kontaktů a propagaci firmy
- Získat denní mediální monitoring z oblasti OZE
- Zefektivnit provoz FVE s využitím kvalitních služeb za zvýhodněné ceny

### **Práva členů CZEPHO:**

- Účastnit se valné hromady, iniciovat její svolání
- Navrhovat, volit a být volen do orgánů Asociace
- Podílet se na aktivitách, dokumentech a stanoviscích Asociace např. v rámci pracovních sekcí
- Využívat služby Asociace vyplývající z jejích cílů
- Obdržet doklad o platbě členských příspěvků
- Používat označení „Člen CZEPHO" nebo „Člen České fotovoltaické průmyslové asociace“, „Member of CZEPHO" nebo „Member of Czech Photovoltaic Industry Association".

### **Povinnosti členů CZEPHO:**

- Hájit cíle Asociace a aktivně spolupracovat na jejich naplňování
- Jednat v souladu s rozhodnutími Asociace, etickými principy a zájmy Asociace
- Poskytnout Asociaci informace nezbytné k naplňování jejích cílů a pro administrativní účely
- Zachovávat mlčenlivost o skutečnostech, jejichž sdělení by bylo v rozporu se zájmy Asociace
- Hradit v termínu členské příspěvky a další závazky vůči Asociaci

## 8 Bilanční měření

Měření bylo prováděno na FVE Šlovice u Plzně o výkonu 350 kWp v časovém rozmezí od 1. 1. 2010 až 31. 12. 2010. Meteorologická data byly pořízeny od Českého hydrometeorologického ústavu, konkrétně ze stanice Plzeň-Mikulka. Možné odchylky jsou způsobeny vzdáleností mezi Plzeň-Mikulkou a obcí Šlovice.

FVE Šlovice byla připojena v roce 2008, výkupní cena tehdy byla 13,46 Kč za 1kWh. Pro náš přepočet vyrobené energie na peněžní prostředky používáme cenu stanovenou energetickým regulačním úřadem pro rok 2010, a to ve výši 14,01 Kč za 1kWh. [11]

## 9 Klimatické faktory ovlivňující výrobu el. energie

### 9.1 Sluneční osvit

Jak je již zmíněno fotovoltaika využívá přímé přeměny světelné energie na elektrickou energii ve fotovoltaickém (solárním) článku. Optimální sklon FV panelů je 35° k jihu, což zaručuje přijatelný celoroční energetický zisk a podle naklonění panelů můžeme zvětšovat zisky v jednotlivých z ročních období. Z grafů v příloze vyplývá, že maximální výkon přímo souvisí s délkou slunečního osvitů. V jednotlivých měsících roku 2010 jsou dále popsány rozhodující faktory ovlivňující výrobu el. energie v měřené elektrárně.

#### Leden

Měsíc Leden byl z hlediska výroby el. energie nejméně produktivním měsícem celého roku 2010. Vyrobito se 10336kWh, za které se utřžilo 144807,36 Kč. Převažovaly dny, kdy bylo zataženo a padal sníh, vyrobilo se proto minimum el. energie. Během ledna byla celková doba osvitů 12,5 hodiny. Nejvíce se vyrobilo ve dnech 27, 30 a 31. ledna. Za tyto dny FVE dodala do sítě 3430kWh/den.

#### Únor

Během února se vyrobilo 16395kWh, což je druhý nejméně produktivní měsíc roku 2010. Za tuto energii bylo inkasováno 229693,95 Kč. Největší podíl na celkové vyrobené energii za měsíc únor měli dny 25. a 27. února. Dne 25. února se vyrobilo 2123kWh/den při délce osvitů 7,6 hodin a průměrné teplotě 6,5°C. Dne 27. února se vyrobilo 2450kWh/den při délce osvitů 9 hodin a průměrné teplotě 3,7°C.

## Březen

V měsíci březnu FVE Šlovice vyinkasovala 569674,62 Kč za vyrobených 40662kWh. I přesto, že kalendářně začíná v březnu jaro, v některých dnech jako například 12. března se vyrobila pouze minimální energie za nulového osvit. Naopak 18. březen navyšuje celkovou hodnotu vyrobené energie. Tento den bylo vyrobeno 2566kWh, při denním osvit 10,5 hodiny, průměrné teplotě 7,4°C a naměřené rychlosti větru 2m/s.

## Duben

Měsíc duben byl, co se týká vyrobené energie velice nadprůměrný. Během dubna bylo vyrobeno 52547kWh, za tuto energii bylo utrženo 736183,47 Kč. Což je třetí největší inkasovaná částka z celého roku 2010. Sluneční osvit dosahoval během měsíce dubna 208 hodin. Průměrná teplota během měsíce byla 9,1°C.

## Květen

V květnu se vyrobilo 31280kWh, což je významně méně než předpoklad. FVE inkasovala 438232,8 Kč. Nejproduktivnější den byl 25. květen, kdy se vyrobilo 2612kWh/den, maximální teplota ten den dosahovala 22,9°C a rychlost větru byla naměřena 3,3 m/s. Nejméně se vyrobilo 19. května a to pouze minimum a to 230kWh, ten den bylo zataženo a přšelo.

## Červen

Červen patří k těm nadprůměrnějším měsícům z hlediska výroby el. energie. Hodnota osvit za celý měsíc byla 210,9 hodin a průměrná teplota dosahovala 17,4°C, což je skoro dvakrát větší teplota než v dubnu. Celkovou výrobu snižovaly tři dny ze začátku měsíce, kdy byla vyrobena minimální energie za nulového osvit. Přesto se vyrobilo 51224kWh/měsíc, za které bylo utrženo 717648,24 Kč.

## Červenec

Druhý nejproduktivnějším měsícem roku 2010 byl právě červenec. Za tento slunečný měsíc se vyrobilo 60895kWh. Jak je vidět z grafu pouze 18. července byl nulový osvit, proto se vyrobilo jen minimum energie. To se ale v celkové produktivitě příliš neodrazí, protože v ostatní dny se průměrně vyrobilo 1964,5kWh/den. Celkově bylo utrženo 853138,95 Kč.

## Srpen

Přesto, že byl srpen nejdeštivějším měsícem v roce, během kterého spadlo přes 200 mm srážek, vyrobilo se 68878kWh. Za tuto vyrobenou energii bylo inkasováno 964980,78 Kč, což je největší částka, která byla inkasována za celý rok 2010. Nejméně el. energie se vyrobilo 22. srpna a to 323kWh/den. Obloha byla skoro celý den zatažená a přšelo, hodnota osvitů byla pouhých 0,5 hodiny za den.

## Září

Z grafu je vidět, že sluneční osvit není tak pravidelný, jako například u července. Střídají se dny s délkou osvitů okolo 11 hodin/ den s dny méně slunnými. Slunce svítilo 175,5 hodin během celého měsíce a průměrná teplota dosahovala 12°C. FVE vyrobila 47623kWh/měsíc, za které utržila 667198,23 Kč. Dne 23. září, kdy začíná astronomický podzim, se vyrobilo 2225kWh/den. Den byl ve znamení babího léta, teplota dosahovala 22°C a hodnota osvitů byla 8,1 hodin/den.

## Říjen

V říjnu svítilo slunce o poznání méně, než v předchozích letních měsících. Pro srovnání, v červenci slunce svítilo téměř 4 krát více než v říjnu. Během měsíce se vyrobilo 21599kWh. Za tuto dodanou energii obdržela FVE 302601,99 Kč. Energeticky významný byl pouze 3. říjen, kdy se vyrobilo 2532kWh/den a slunce svítilo téměř 10 hodin. Průměrná teplota dosahovala v průběhu října 7°C.



## Listopad

Během listopadu můžeme pozorovat, že přibývá oblačných dnů, s nulovým osvitem. V říjnu takových dnů bylo 6, v listopadu již 11. Přesto se našlo několik dní, které celkové množství vyrobené energie zvýšily. Byly to dny 19, 20, 25 a 26. listopadu. V konečném množství se vyrobilo 22487kWh. Tomu odpovídá i zisk z dodané el. energie do sítě a to 315042,87 Kč.

## Prosinec

Z grafu je patrné, že se vyskytuje více dnů, kdy bylo zataženo a kde i v těchto dnech byla hodnota osvitu nulová. Množství vyrobené energie bylo zcela určitě ovlivněno i tím, že se vyskytovaly sněhové srážky, které pokryly panely souvislou vrstvou sněhu. Celkově takových dnů bylo 19. Během prosince se vyrobilo 14179kWh, za které bylo inkasováno 198647,79 Kč. Nejslunnější den byl 30. prosinec, kdy slunce svítilo 5,6 hodin a při průměrné teplotě -12,9°C se vyrobilo 1800kWh.

Měsíc	kWh/měsíc	Zisk [Kč]
Leden	10336	144807,36
Únor	16395	229693,95
Březen	40662	569674,62
Duben	52547	736183,47
Květen	31280	438232,8
Červen	51224	717648,24
Červenec	60895	853138,95
Srpen	68878	964980,78
Září	47623	667198,23
Říjen	21599	302601,99
Listopad	22487	315042,87
Prosinec	14179	198647,79
<b>Celkem</b>	<b>438105</b>	<b>6137851,05</b>

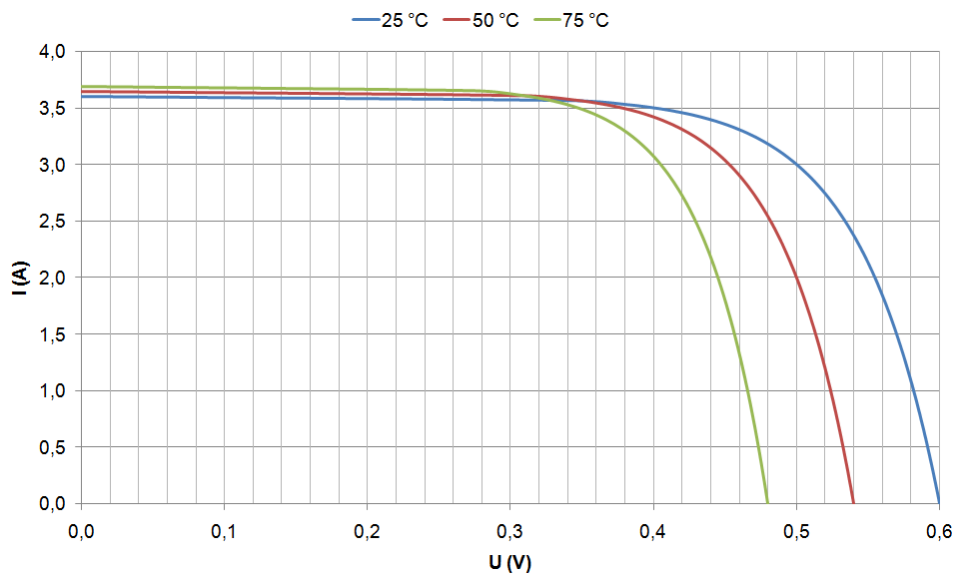
Tabulka 1 Výroba a tržba FVE za rok 2010

Celkově za rok 2010 FVE Šlovice vyrobila 438105kWh elektrické energie. Tržba činila 6137851,05 Kč. Detailní výpis výroby a zisků jednotlivých měsíců roku 2010 je shrnutý v tabulce viz výše.

## 9.2 Vliv teploty

Teplota je dalším významným faktorem, který ovlivňuje množství vyrobené energie tzn. správnou funkci střídače a panelů. Se zvyšující se teplotou klesá výkon fotovoltaických panelů (typicky o cca 0,5% na 1°C) a začíná také "temperature derating" střídače. Temperature derating znamená omezování výstupního výkonu zařízení kvůli ochraně před poškozením a kvůli prodloužení životnosti komponentu. [15]

Při déle trvající sluneční intenzitě nebo zhoršených podmínkách chlazení článku (bezvětrí), kdy teplota vzduchu dosahuje až 40 °C, dochází ke zvýšení povrchové teploty FV článku až na 80 °C. Při takto vysokých teplotách dochází ke změně elektrických vlastností článku, která vede ke snížení svorkového napětí FVČ na zatěžovací charakteristice. Pokles svorkového napětí způsobí snížení dodávaného výkonu do zátěže. Jelikož k tomuto jevu dochází právě při největší sluneční intenzitě, můžeme ztratit popř. až 75 % z dosažitelné denní výroby FV článku. Výkon FVČ v zimním období je tedy výrazně vyšší než v letním období.[16]



Obr. 16 Vliv teploty na VA charakteristiku FV článku

Na obrázku 16 je vidět pokles výstupního napětí FV článku v závislosti na teplotě a to tak, že modrá čára representuje teplotu 25°C a napětí  $U_{\max}=0,6\text{V}$  a zelená čára reprezentuje teplotu 75°C a napětí  $U_{\max}=0,48\text{V}$  tzn. reálný pokles  $U_{\max}$  o 0,12V při rozdílu teplot 50°C z čehož je patrná teplotní degradace výkonu FV článku. O cca 0,5% na 1°C.

Příkladem je naměřená teplota 16. července roku 2010, kdy dosahovala 35,2 °C. Při této teplotě bylo vyrobeno 1052 kWh/den, délka byla svitu 5,9 hodin. Což znamená, že za 1 hodinu osvitů bylo vyrobeno 178,3 kWh. Pro porovnání 14. února roku 2010 teplota dosahovala -5,5 °C, bylo naměřeno 463 kWh/den a oba osvitů byla 2,3 hodiny. za 1 hodinu osvitů se tedy vyrobilo 193,5 kWh. Dalším rozhodujícím vlivem na výrobu v kWh v obou případech fixního instalovaného sklon FV panelů vzhledem k poloze slunce, kdy osvitové poměry v únoru jsou o cca 20-25% méně příznivé než v období květen až srpen tzv. letní měsíce.

Závěr z porovnání dvou dnů (zimní den 14.2. 2010 a letní den 16.7. 2010) je následující: celkový rozdíl v hodinové výrobě při plném osvitů je pouze 8,5 % přičemž teoreticky z rozdílu teplot(+35,2°C a -5,5°C) vychází podle předchozího odstavce vyšší účinnost o 20,4% jako důsledek teplotní degradace. Zbývající rozdíl (20,35-8,5) 11,85% je

způsoben příznivějším sklonem fixní konstrukce v letních dnech, čímž je kompenzována teplotní degradace. [11]

### 9.3 Vítr

V České republice rychlosti větru velice kolísají. Rozmanitost terénu, která je typická pro naše území (stavby, kopce, lesy) a jiné překážky v cestě proudění vítr zpomalují. Naopak čím je povrch hladší a bez překážek, tím je rychlost větru vyšší. Také s nadmořskou výškou se rychlost větru zvyšuje. Tuto rychlost můžeme rozdělit do tří kategorií. A to na dny s mírným větrem, kdy se jedná o vítr o rychlosti do 1,5m/s, dále pak dny s větrem o střední rychlosti, ta se pohybuje okolo 10m/s a nakonec dny se silným větrem, to je vítr o rychlosti zhruba 35m/s.

Vítr ochlazuje obecně FV panely tím, že zvyšuje odvod tepla z povrchové vrstvy panelu a zvyšuje tak jejich účinnost ( snižuje teplotní degradaci viz. odkaz vliv teploty). Na celkovou výrobu FV panelu má vítr pozitivní vliv, jeho výše se odhaduje okamžitým přírůstkem maximálně 1% v závislosti na jeho rychlosti a teplotě. Vítr má celkový vliv zanedbatelný, neboť rozhodujícím faktorem s převažujícím pozitivním či negativním vlivem je teplota panelu, osvit a sklon k slunci. Na výrobu působí pouze doplňkově, nestabilně a to v případě, že jeho rychlost přesahuje úroveň 3 m/s. [11]

## Závěr

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo vyjádřit vliv meteorologických aspektů, které mohou ovlivňovat výrobu elektrické energie dané FVE. Stanovení těchto faktorů vycházelo z bilančního měření FVE Šlovice o výkonu 350kWp. Pro toto měření bylo nezbytné obstarat meteorologické data z nejbližší meteorologické stanice Plzeň-Mikulka za rok 2010. Bilanční měření bylo prováděno od 1. 1. 2010 do 31. 12. 2010.

V první části práce se nachází teoretický úvod do problematiky fotovoltaiky jako takové. Je zde popsán samotný princip FV článků, složení FV článku, instalace, zapojení FV článků v solárních modulech a samotné připojení na síť. Dále je pozornost věnovaná diskutované výkupní ceně, která se rok od roku stále mění. Následující kapitola je věnovaná jednotlivým částem FVE elektrárny a jejich podrobnějšímu popisu. Jedná se o křemíkové panely, nosné konstrukce a jejich upevnění, kabeláž, střídače a koncové připojení k distribuční síti.

Další částí práce je výpočet výnosů za vyrobenou a dodanou elektrickou energii do sítě. Celkově FVE inkasovala za rok 2010 6137851,05 Kč za 438105kWh dodaných distribuční společnosti. Hodnoty výkonu a osvitů jednotlivých měsíců jsou zpracované v grafech v příloze A.

Hlavní částí mé práce bylo nejen určit výnosnost jednotlivých měsíců roku, ale zejména určit meteorologické aspekty, které ovlivnily množství vyrobené elektrické energie. Při určování výnosů v jednotlivých měsících roku 2010, popisují zejména klimatické podmínky dnů, které významně ovlivnily množství vyrobené elektrické energie. Měření prokázalo, že výkon FVE závisí na klimatických podmínkách v dané oblasti. Z grafů v příloze A vyplývá, že nejproduktivnějším měsícem roku 2010 byl srpen, vyrobilo se 68878kWh energie. Nejméně energie se naopak vyrobilo v lednu a to 10336kWh.

Vliv na výrobu v těchto měsících měly právě klimatické faktory. Prvním z nich je sluneční osvit, který výrazně ovlivňuje produkci elektrické energie FV panelů. Důležitý je i sklon panelů (ideální je 35°), což zaručuje maximální celoroční energetický zisk. Dalším faktorem je teplota. Ta negativně ovlivňuje výkonnost panelů. Se zvyšující se teplotou klesá

jejich účinnost. Opakem je ovšem vítr. Ten působí spíše doplňkově, přesto ale pozitivně. Ochladuje panely, čímž zvyšuje jejich účinnost.

V našich klimatických podmínkách je nezbytné se o panely celoročně starat a pečovat. V zimě to zahrnuje odstraňování sněhu z povrchu panelů, které pokryté jeho souvislou vrstvou nepracují. V ostatních ročních obdobích, pokud to neudělá za nás déšť, je potřeba panely oprašovat či kontinuálně odstraňovat nečistoty, které snižují účinnost panelů. Minimálně jedenkrát ročně je potřeba veškeré panely omýt vodou a speciálním chemickým prostředkem odmastit. Jedině tak omezíme nežádoucí pokles výkonnosti způsobený znečištěným povrchem panelů.

## Použitá literatura a internetové zdroje

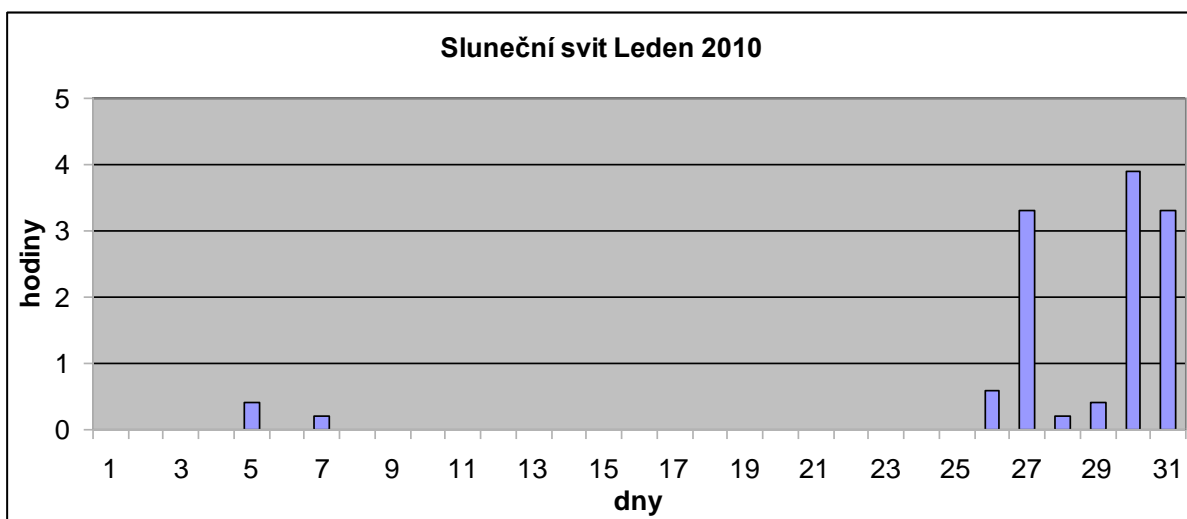
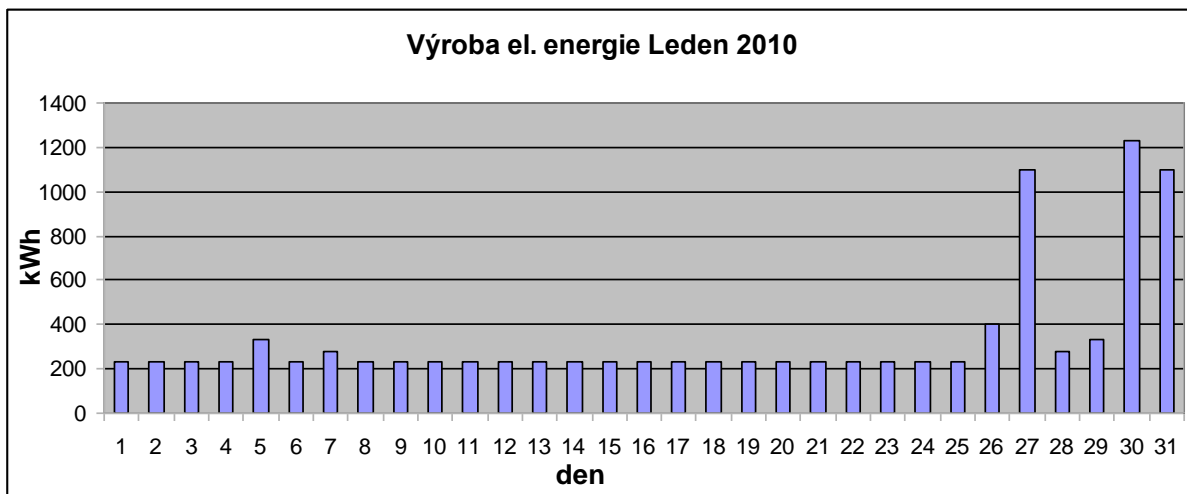
- [1] KAJLOVÁ, Martina. *Solární energie v praxi*. Plzeň 2008/2009. Dlouhodobá maturitní práce. SPŠ strojnická, SOU strojnické a Učiliště.
- [2] *Czech Re Agency* [online]. 25.2. 2012. Dostupné z www:  
<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#syst2>
- [3] MURTINGER, Karel; TRUXA, Jiří. *Solární energie pro váš dům*. Brno: Computer Press, a.s., 2010. ISBN 978-80-251-3241-8.
- [4] *Czech nature Energy*. [online] 2.5.2012. Dostupné z www:  
<http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [5] *Nemakej* [online]. 14.4. 2012 [cit. 15.4. 2012]. Dostupné z www:  
<http://www.nemakej.cz/navratnost-fotovoltaicke-elektrarny.php>
- [6] Česká solární [online]. 14.4. 2012 [cit. 15.4. 2011]. Dostupné z www:  
[http://www.ceska-solarni.cz/fotovoltaika\\_princip.php](http://www.ceska-solarni.cz/fotovoltaika_princip.php)
- [7] *Czech Solar* [online]. 2.2. 2012. Dostupné z www:  
<http://www.czechsolar.cz/fotovoltaika/technologie-a-vyvoj-panelu/>
- [8] BENEDIKT, Pavel. *Analýza dlouhodobého provozu fotovoltaické elektrárny nad 100kW*. Plzeň, 2011. Bakalářská práce. *Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická*. Dostupné z webu knihovny ZČU.
- [9] *Czech nature Energy* [online]. 2.5. 2012 [cit. 2.5. 2012]. Dostupné z www:  
<http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/uvod-do-fv-systemu/>
- [10] *Isofen Energy* [online]. 8.3. 2012. Dostupné z www:  
<http://www.isofenenergy.cz/Fotovoltaicka-elektrarna.aspx>
- [11] Firma SP Šlovice
- [12] *Czech Re Agency* [online]. 6.4.2012. Dostupné z www:  
<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/fv-stridac>
- [13] *Czech Re Agency* [online]. 6.4.2012. [cit. 7.4. 2012] Dostupné z www:  
<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/fv-stridac>
- [14] *Česká fotovoltaická průmyslová asociace* [online]. 25.3. 2012. Dostupné z www:  
<http://czepho.cz/cs/>

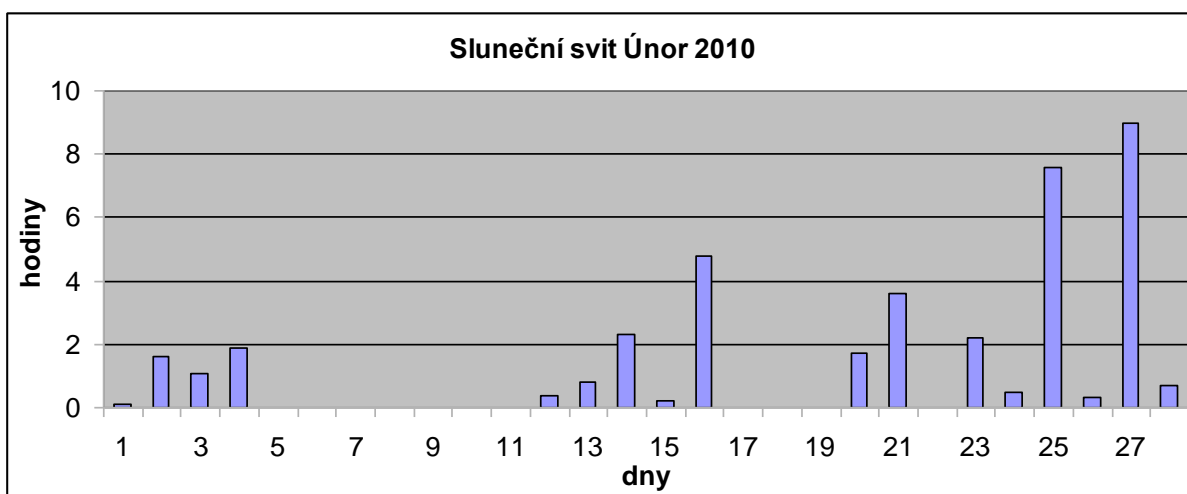
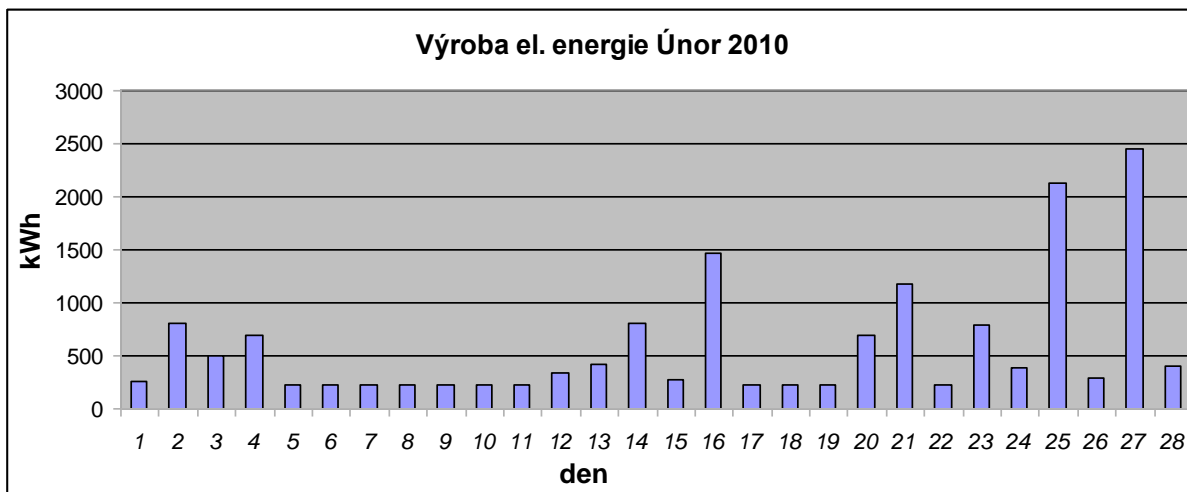
- [15] *Portál TZB-info* [online]. 24.2.2012. Dostupné z www:  
<http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/6267-faktory-ovlivnujici-vynos-fotovoltaickych-stridacu>
- [16] BANNERT, Petr. *Vliv teploty na vlastnosti fotovoltaických článků*. Varnsdorf. Text k projektu: Solární fotovoltaický systém a „Zelená energie“. Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola Varnsdorf. Dostupné z www:  
[http://www.vosvdf.cz/cmsb/userdata/487/FVS\\_008\\_cviceni/008\\_vliv\\_tepoty\\_na\\_fvc.pdf](http://www.vosvdf.cz/cmsb/userdata/487/FVS_008_cviceni/008_vliv_tepoty_na_fvc.pdf)

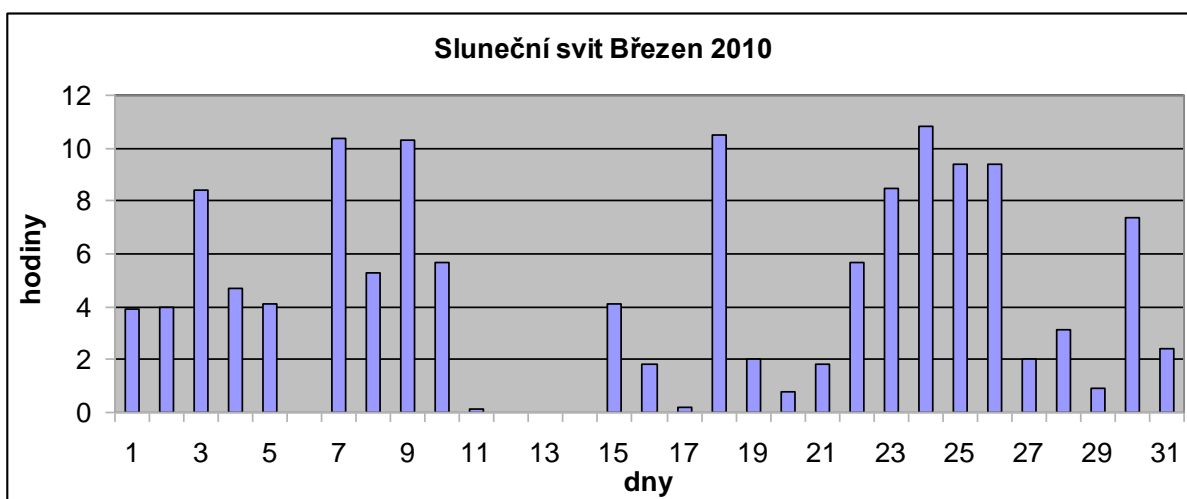
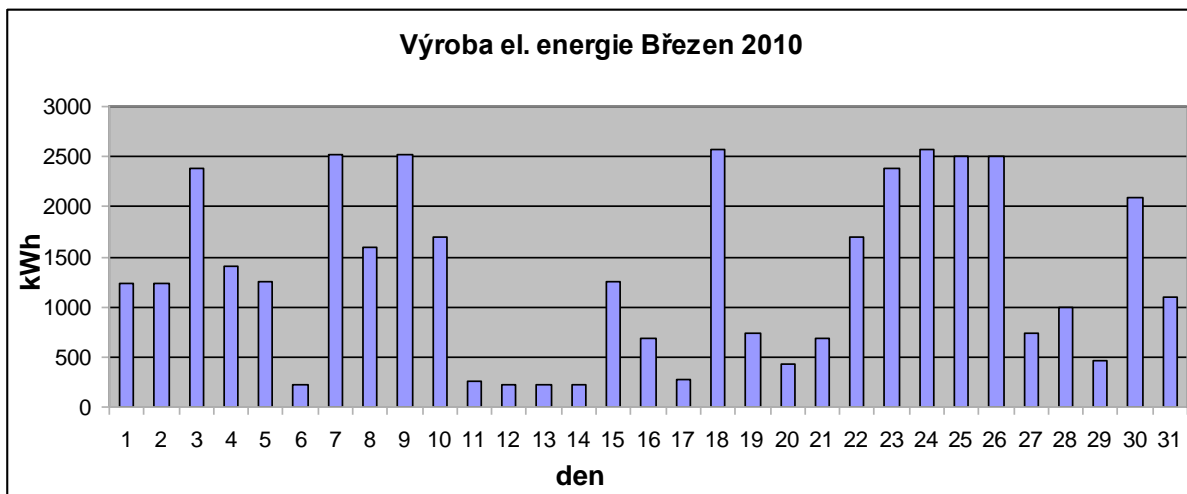


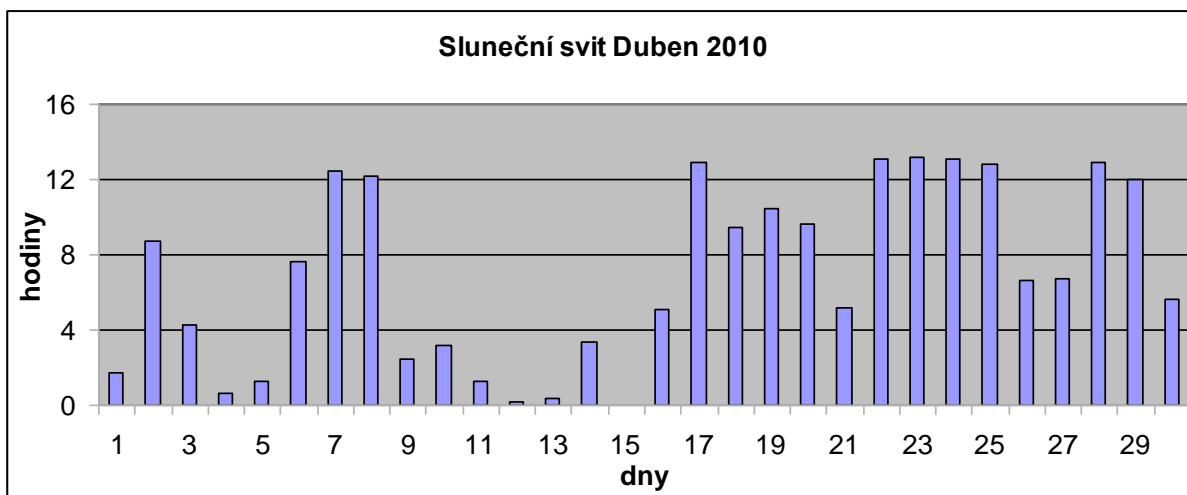
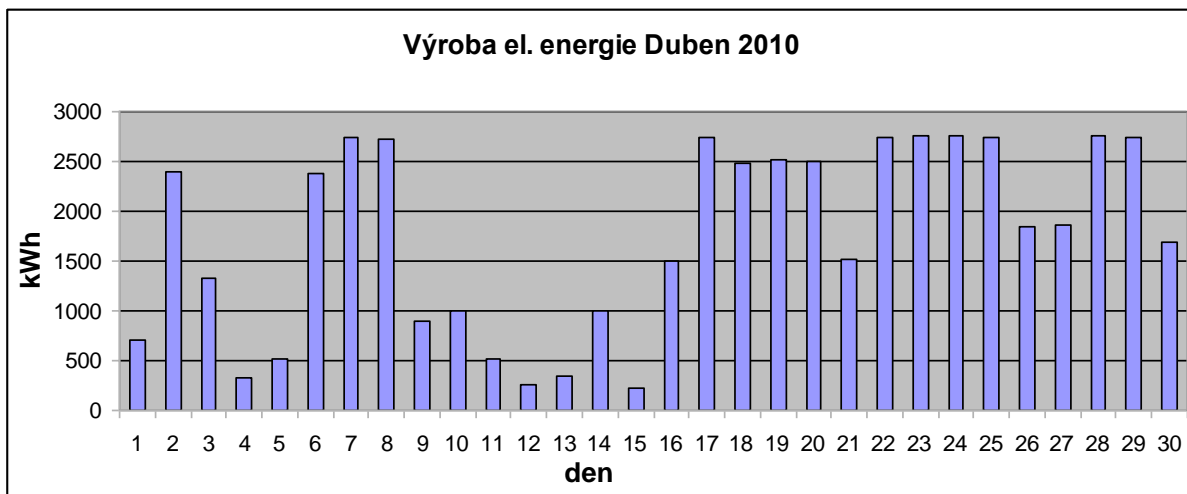
## Seznam příloh

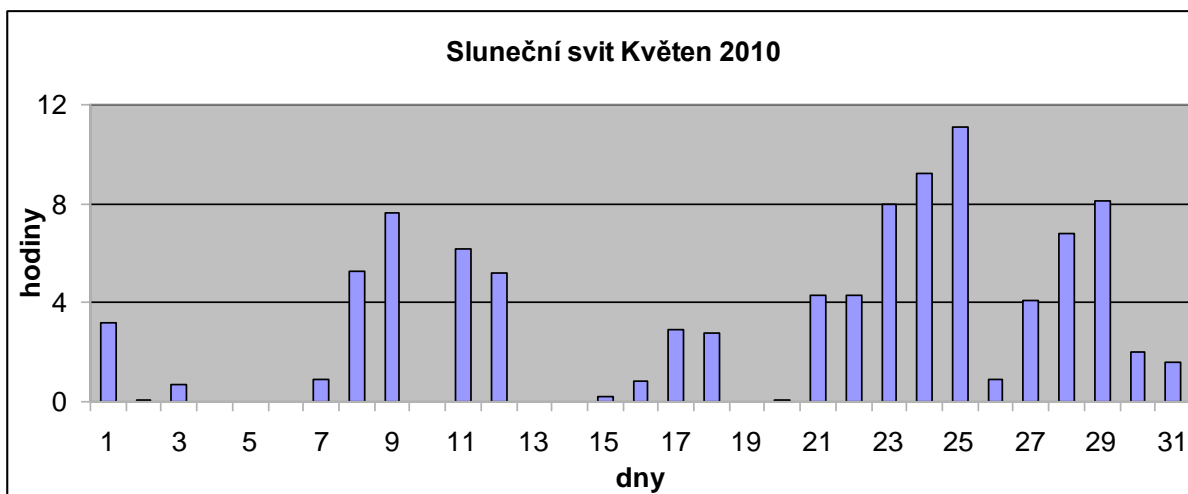
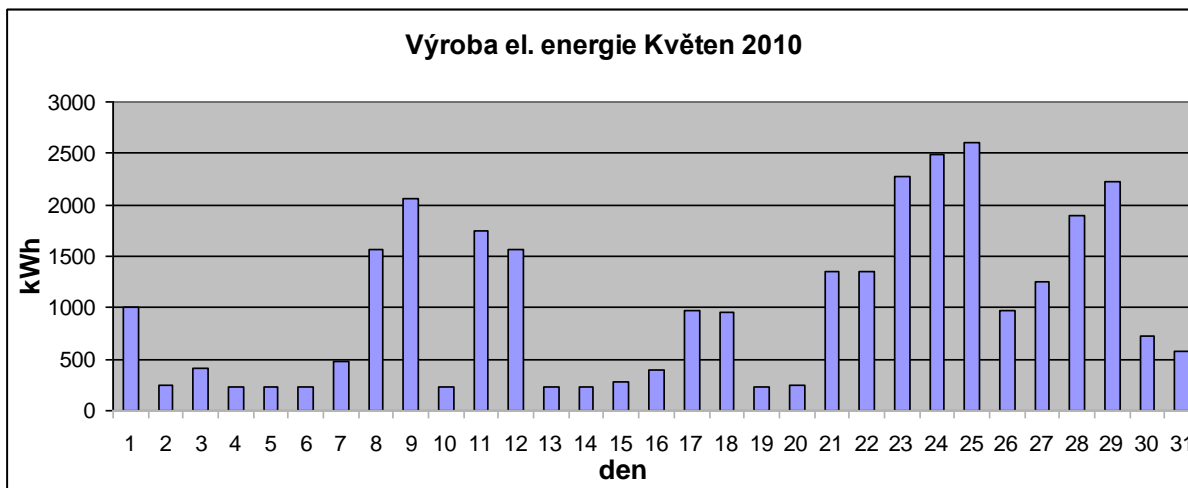
Příloha A- Výroba el. energie a denní osvit po jednotlivých měsících během roku 201.....	41
Příloha B- Ukázka zobrazení výkonu a výroby střídače SMA.....	53
Příloha C- Fotografie FVE Šlovice.....	54
Příloha D- Zdokumentování případných komplikací ve FVE.....	55

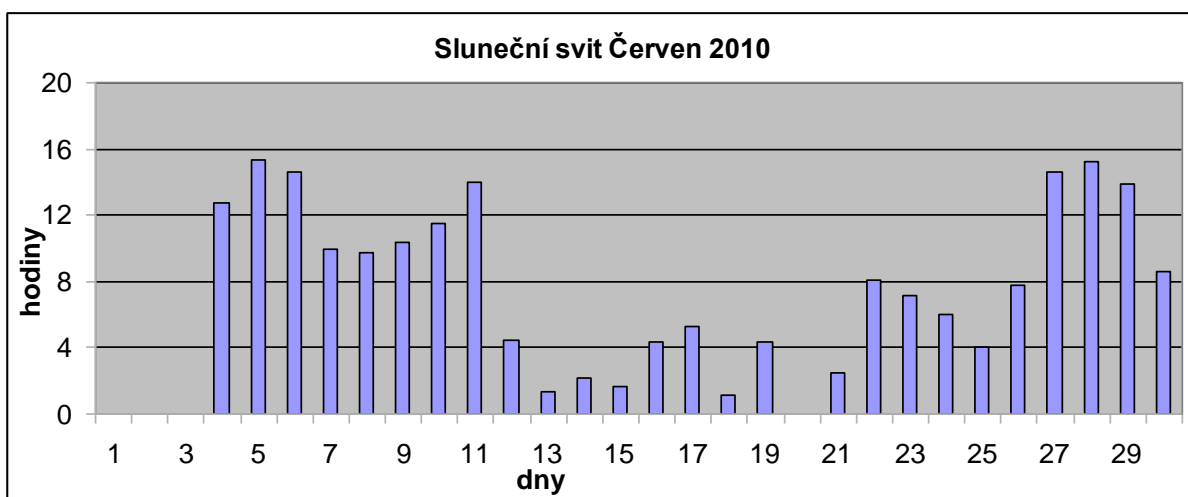
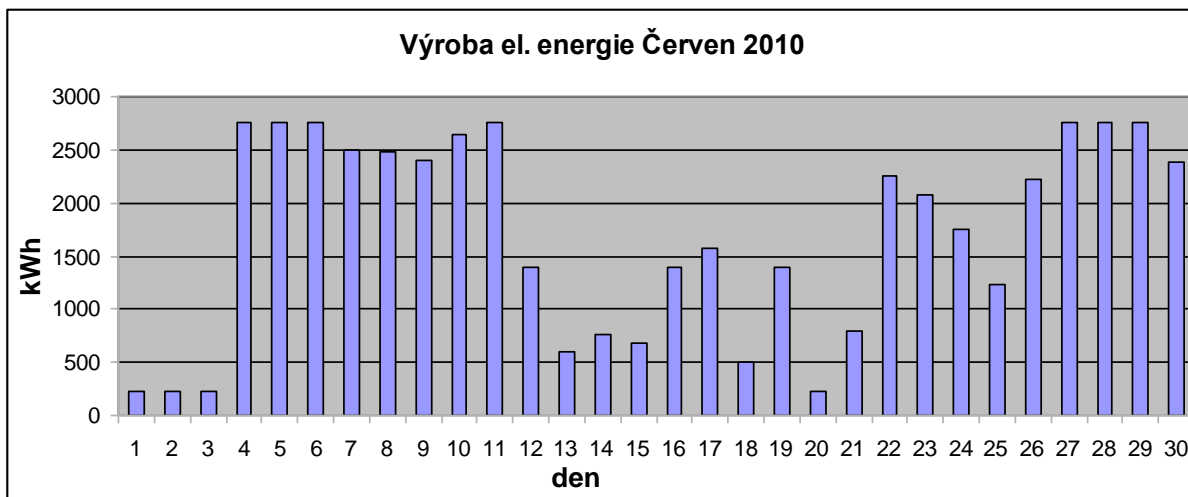


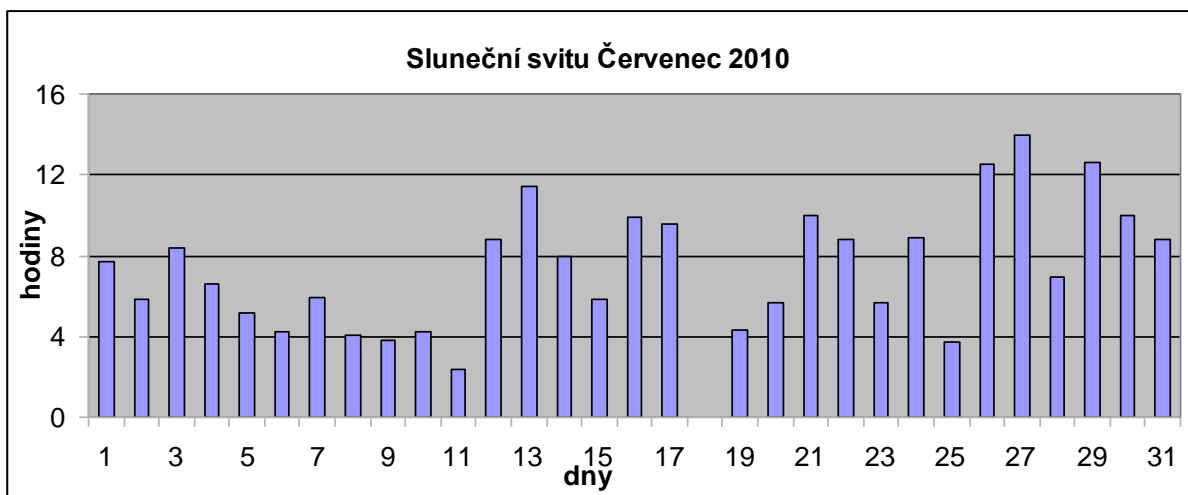
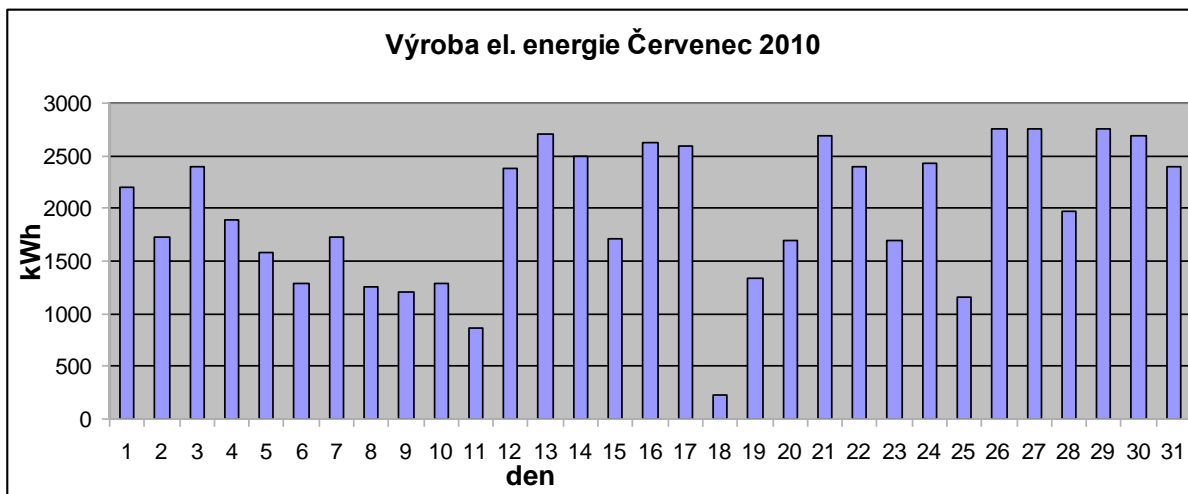




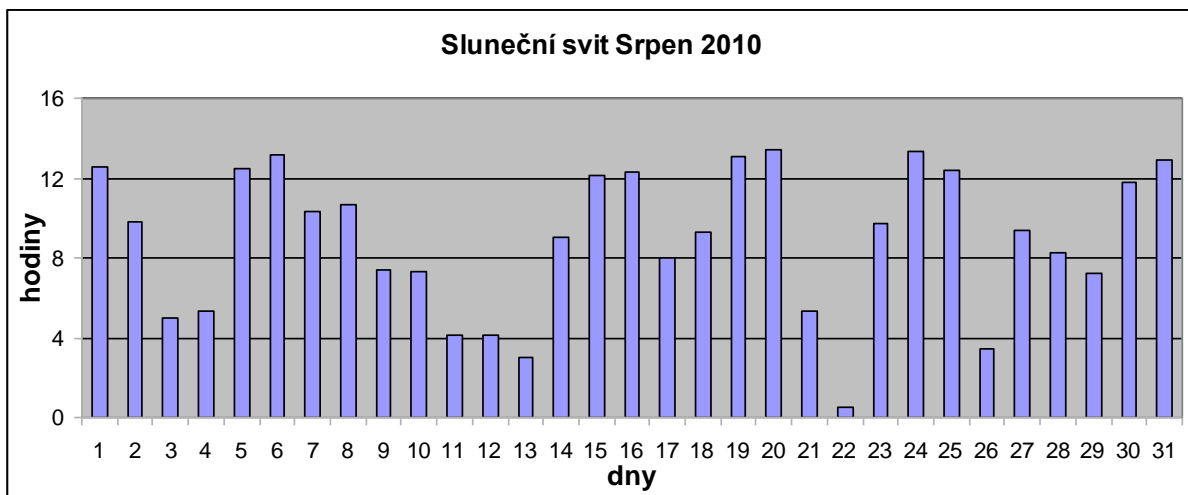
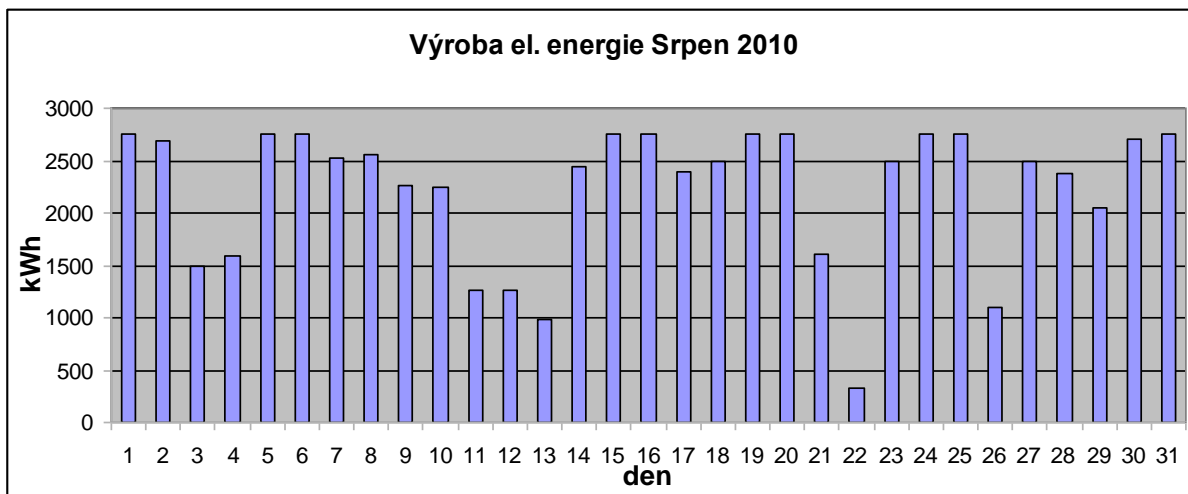


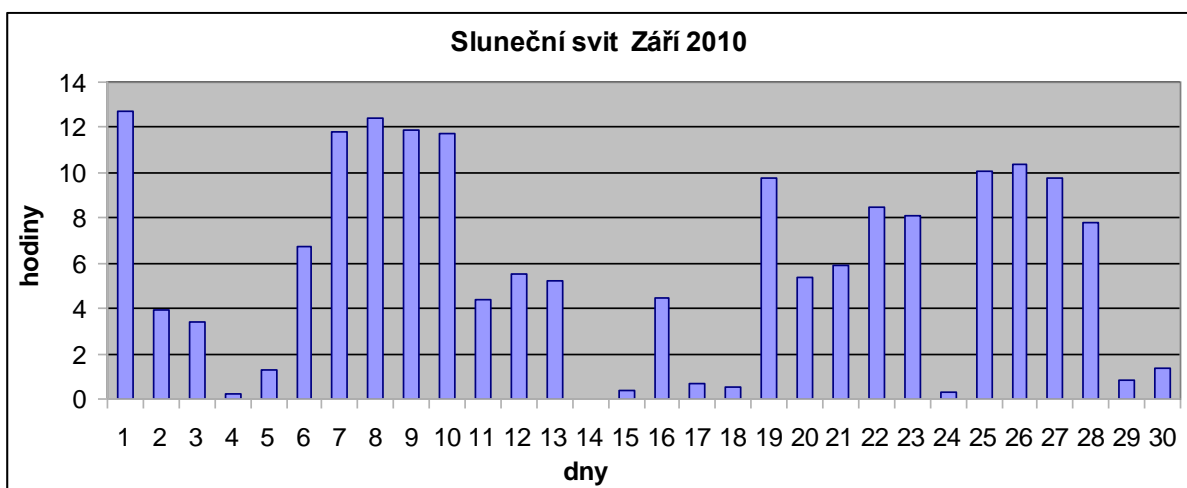
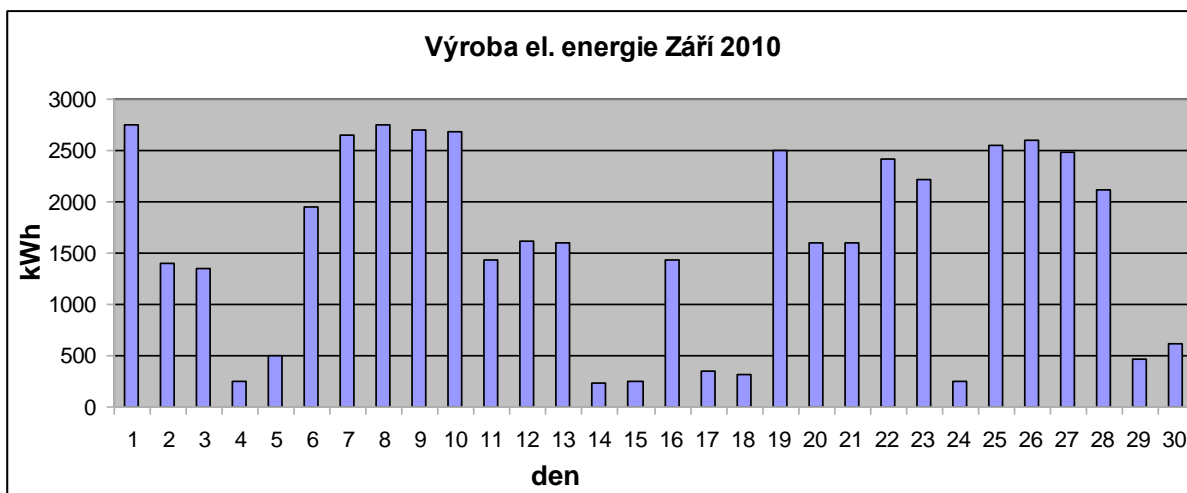


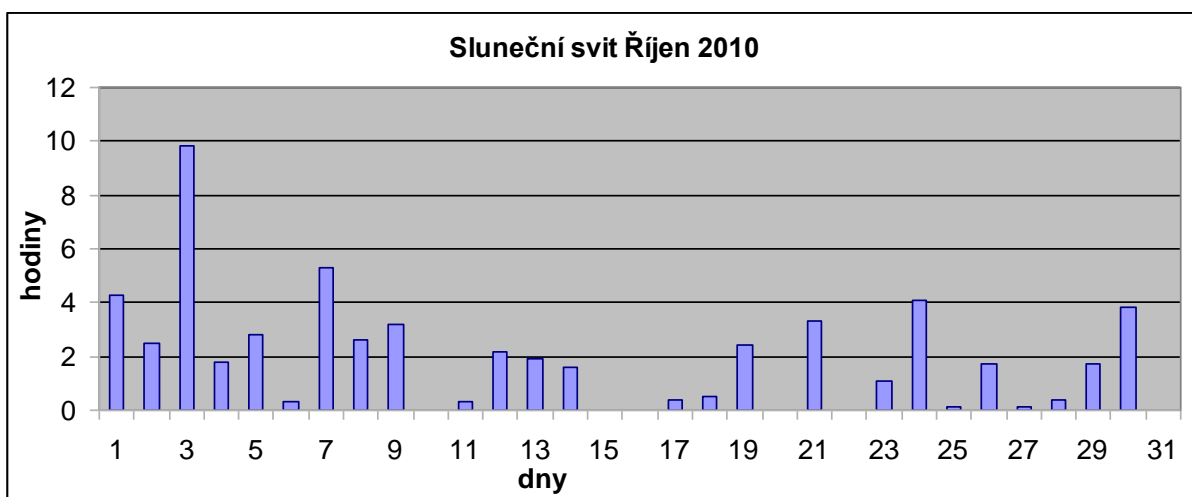
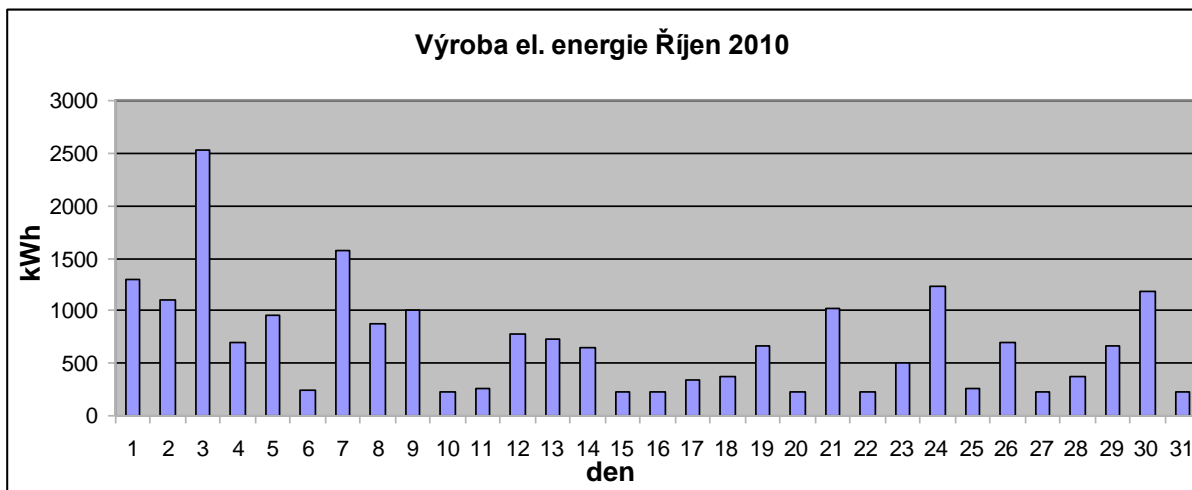


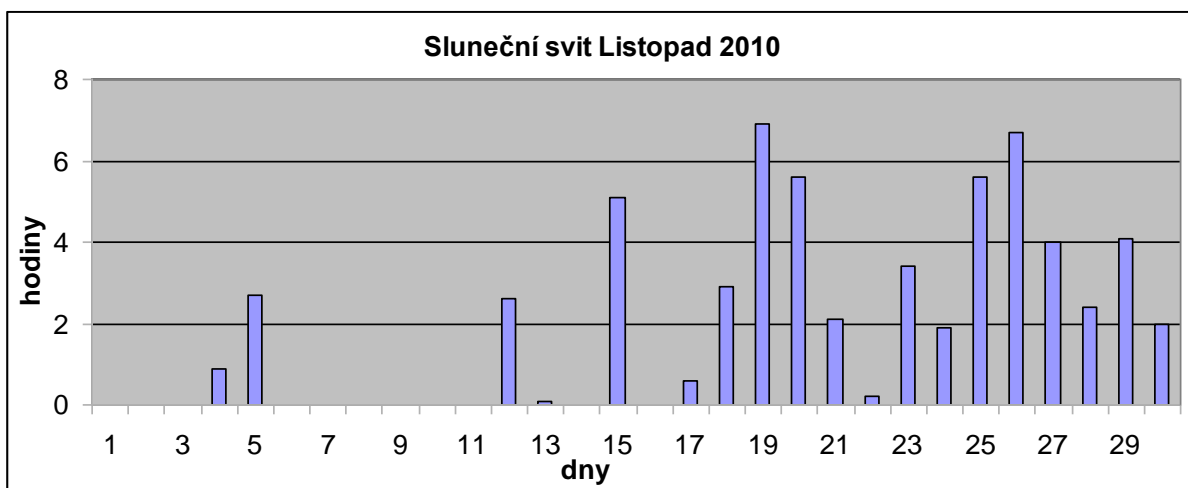
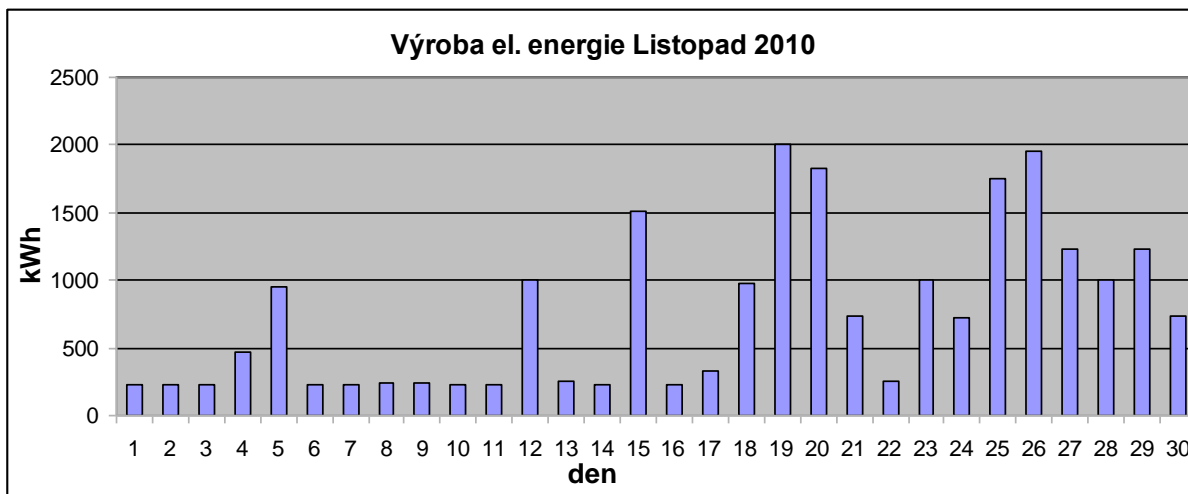


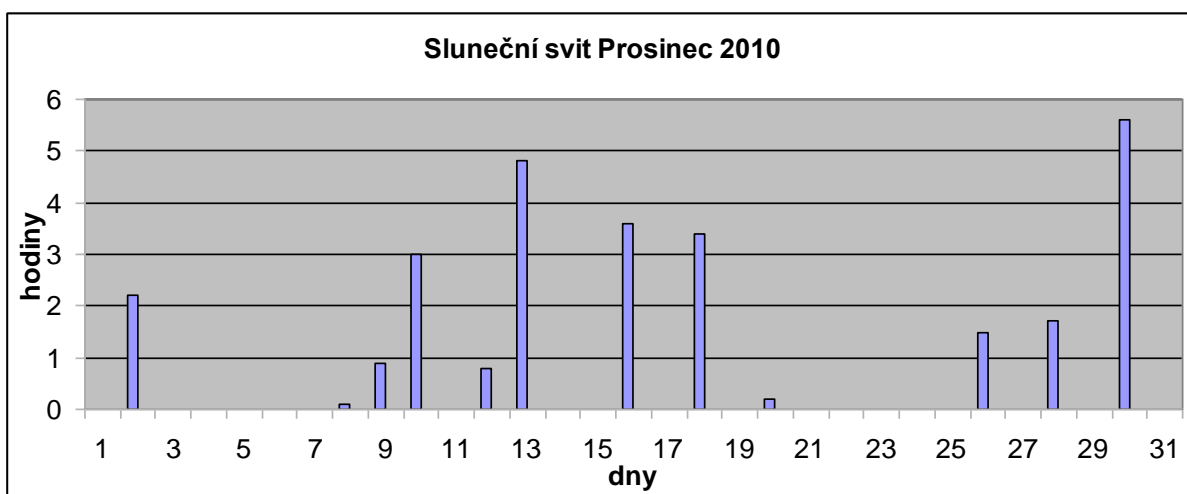
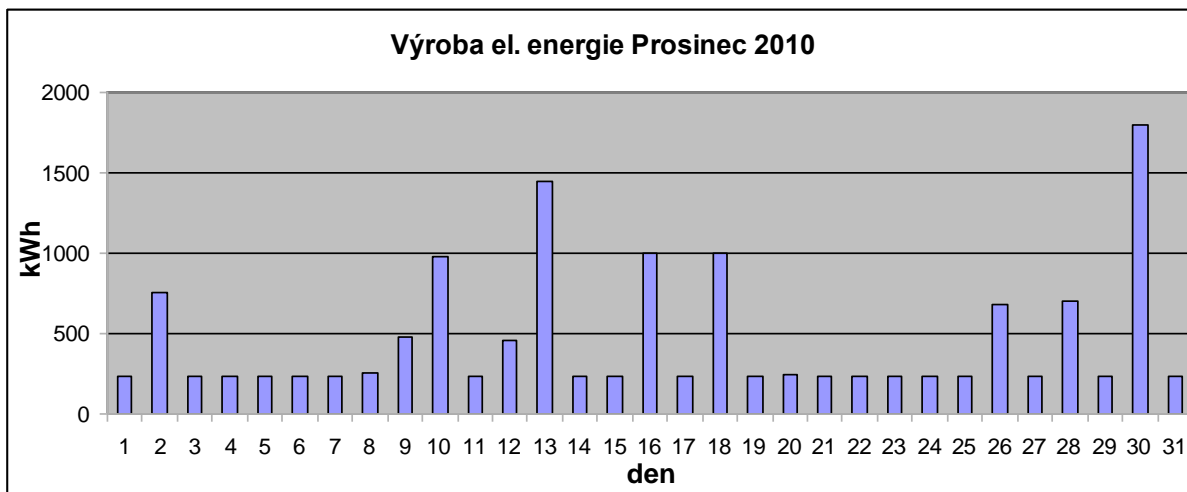


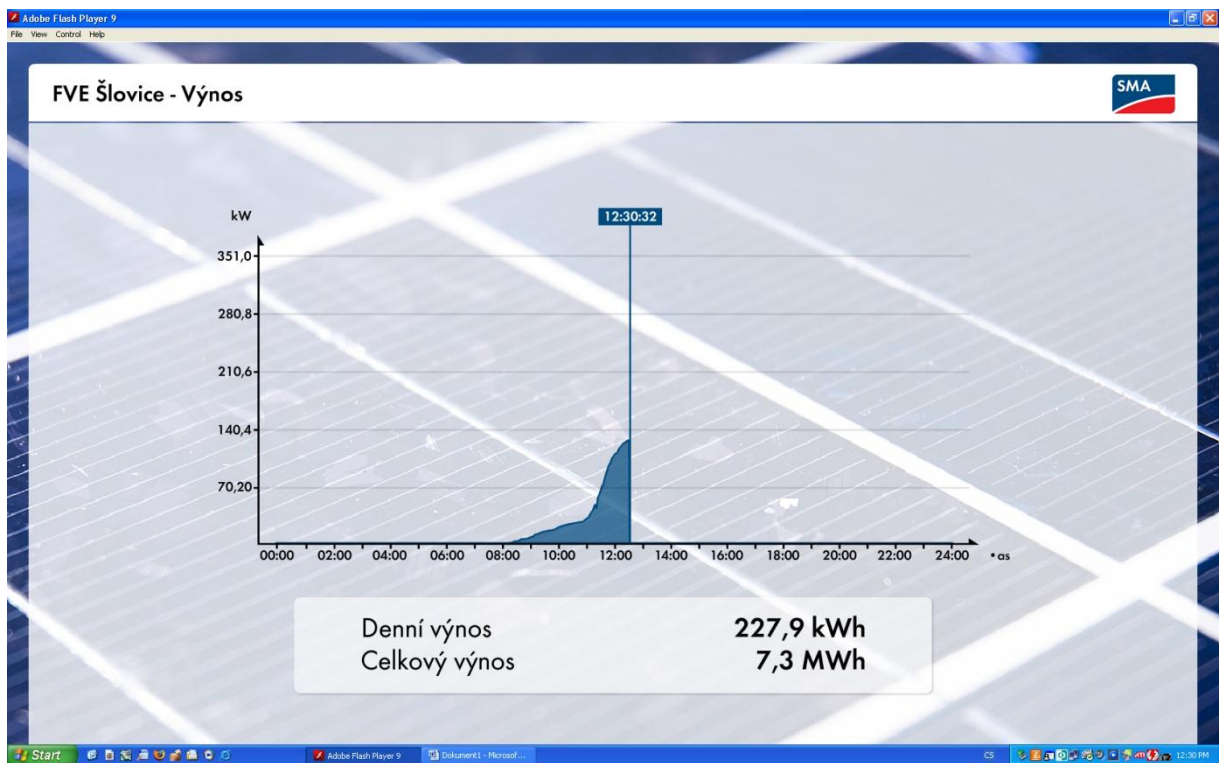
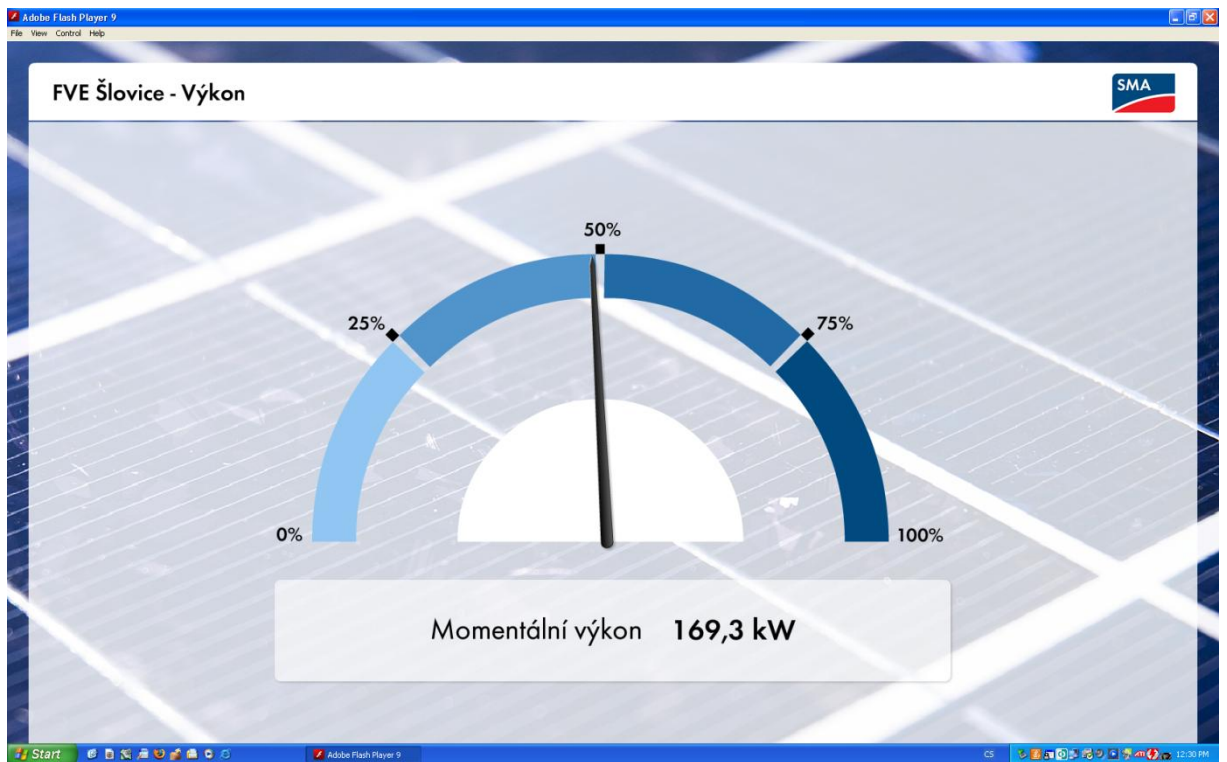












Diagnostika výkonu při dálkovém přístupu.



Vyvedení výkonu FVE do sítě ČEZ vzdušnou přípojkou 22kV.



Pohled na dispozici FVE včetně přípojky.

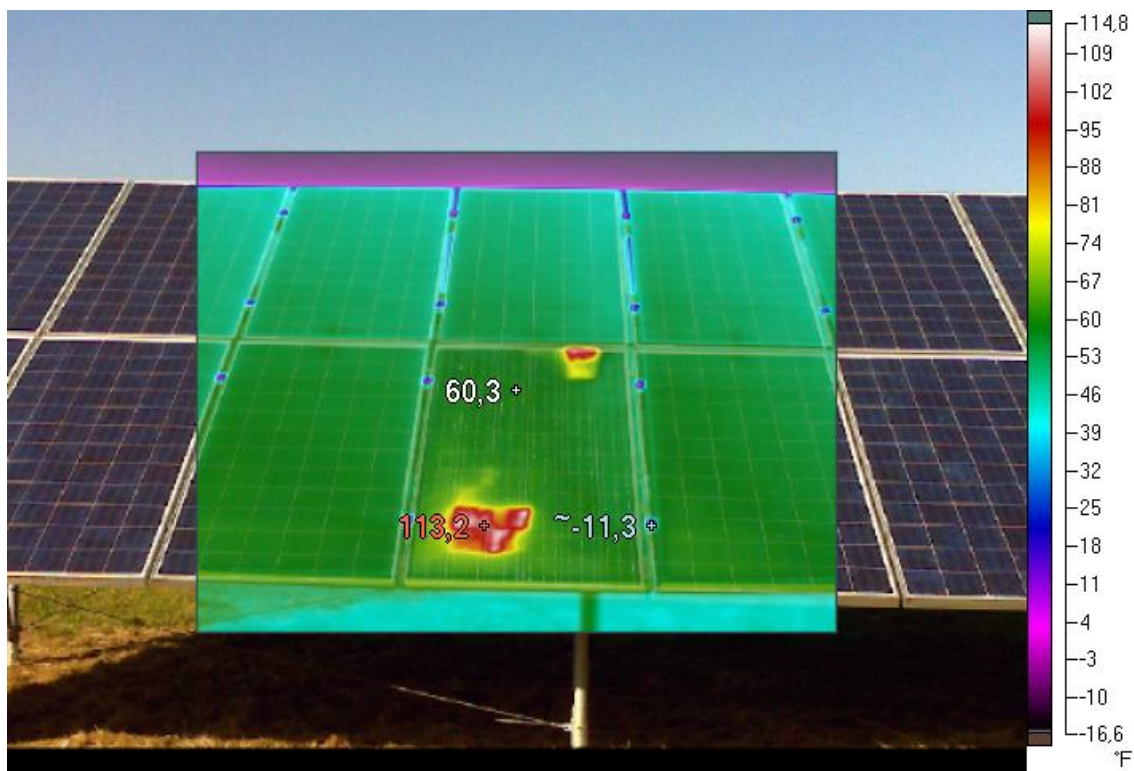


Zimní údržba.



Termografické proměření poškozeného panelu s vyznačení teplotních odchylek.





Termosnímek panelu s vadnými buňkami.



Panel s poškozeným (prasklým) krycím sklem.