

Natáčení solárních panelů

Swing round of solar panels

Martin Hoke

Bakalářská práce
2008

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin HOKE**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Natáčení solárních panelů**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na solární energii.
2. Seznamte se s možnostmi využití solární energie pro fotovoltaické panely.
3. Navrhněte způsob otáčení solárního systému za světelným zdrojem.
4. Model prakticky realizujte a provedte na něm základní měření.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. BASTIAN, P.: Praktická elektrotechnika. Europa – Sobotáles, Brno, 2004.
2. KLAUS, T.: Příručka pro elektrotechnika. Europa – Sobotáles, 2005.
3. HORST, J.: Informační a telekomunikační technika. Praha, BEN, 2004.
4. FUKÁTKO, T.: Detekce a měření různých druhů záření. Praha, BEN, 2007.
5. HALLER, A.: Solární energie – využití při obnově budov. Praha, Grada, 2002.
6. MURTINGER, K.: Solární energie pro váš dům. Praha, ERA group, 2005.
7. <http://www.solar-trackers.com/>
8. <http://www.nelumbo.cz/>

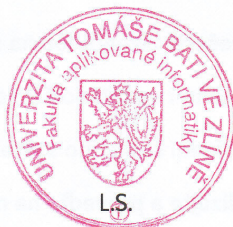
Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Milan Adámek, Ph.D.**
Ústav elektrotechniky a měření

Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2008**

Ve Zlíně dne 20. února 2008


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřená na problematiku fotovoltaických solárních systémů a jejich praktické využití pro dodávku elektrické energie. Úvodem popisuje fotovoltaiku, základní principy solárních článků, solárních panelů a solárních elektráren. Objasňuje podmínky pro provoz solárních systémů na území České republiky a zabývá se také legislativou v ČR. Následuje popis obecných solárních systémů a návrh systému pro využití v rekreačních objektech. V posledním bodě se zabývá naměřením elektrických vlastností konkrétního solárního panelu.

Klíčová slova: solární systém, fotovoltaika, solární panel, solární článek

ABSTRACT

This bachelor work is focused on solar systems and their practical usage for delivery of electric energy. Preliminary describes basic principles of photovoltaic, solar cells, solar panels and solar power stations. Clearing terms for operation solar systems in Czech Republic and put mind to legislation of Czech Republic. After that is description general solar systems and systems design for usage in the recreational objects. In finaly point, there is act of metering electric parameter concrete solar panel.

Keywords: solar system, photovoltaic, solar panel, solar cell

Poděkování patří hlavně vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Milanu Adámkovi, Ph.D., za jeho trpělivost, ochotu a vstřícnost při práci se mnou. Také mi pomohl a věcně poradil vždy, když jsem potřeboval a významně se zasloužil o vznik této práce. Rád bych také poděkoval svému nejbližšímu okolí za vytvoření ideálních pracovních podmínek pro tuto práci.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VLASTNOSTI A VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ	11
1.1 FOTOVOLTAICKÝ JEV	11
1.2 FOTOVOLTAICKÝ ČLÁNEK	12
1.2.1 Materiály pro solární články	14
1.3 SOLÁRNÍ PANEL	15
1.3.1 Křemíkový solární panel	15
1.3.2 Organický solární panel	16
1.4 PRINCIP SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNY	16
1.5 PALIVOVÝ ČLÁNEK.....	17
1.6 SLUNEČNÍ TEPELNÉ ELEKTRÁRNY.....	17
1.7 SOLÁRNÍ ČLÁNKY A JEJICH VYUŽITÍ V SENZORICE A AUTOMATIZACI.....	17
1.8 SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNY A BUDOUCNOST.....	18
2 PROVOZ SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	20
2.1 FOTOVOLTAIKA V ČESKÉ REPUBLICE.....	20
2.1.1 Největší solární elektrárna v ČR	21
2.1.2 Přírodní podmínky v ČR	21
2.1.3 Legislativa v ČR.....	23
2.1.4 Finanční nástroje podpory v ČR.....	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
3 NÁVRH ZPŮSOBU ŘEŠENÍ NAPÁJENÍ NATÁČENÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU	27
3.1 FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY	27
3.1.1 Ostrovní systémy (off-grid).....	27
3.1.2 Síťové systémy (on-grid).....	28
3.2 REGULÁTOR	30
3.2.1 Regulátory ostrovních FV systémů	30
3.2.2 Regulátory síťových FV systémů.....	30
3.3 AKUMULÁTORY PRO SOLÁRNÍ FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY.....	31
3.4 MĚNIČE NAPĚTÍ	32
3.4.1 Typy měničů.....	33
3.5 NAVRŽENÁ SOLÁRNÍ SESTAVA S VÝSTUPEM 12V	34
3.5.1 Polykrystalický fotovoltaický panel KC130GH-2	34
3.5.2 Ventilem řízený olověný akumulátor Fiamm 12 SP 135	36
3.5.3 Regulátor CX 40.....	37
3.5.4 Měnič napětí.....	39

3.6	CENOVÁ KALKULACE NAVRŽENÉHO SYSTÉMU	40
4	PRAKTICKÁ REALIZACE A NAMĚŘENÍ VLASTNOSTÍ SYSTÉMU	41
4.1	MĚŘENÝ SOLÁRNÍ SYSTÉM	41
4.1.1	Měřitelné parametry a provedená základní měření na panelu.....	42
4.1.2	Základní měření ovládání solárního panelu	49
	ZÁVĚR.....	50
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ	55
	SEZNAM TABULEK	56

ÚVOD

Současný trend v energetické politice prosazuje vyrovnaný "energetický mix" jednotlivých druhů zdrojů. Jejich role je přímo závislá jak na hodnocení z hlediska trvale udržitelného rozvoje, tak z hlediska ekonomických ukazatelů. Kromě primárních zdrojů (fosilní paliva, tj. klasické elektrárny, uran, tedy JE Temelín, JE Dukovany) to platí i pro tzv. alternativní zdroje, častěji nazývané jako zdroje obnovitelné. V měřítku existence lidstva a jeho potřeb jde o nevyčerpatelné formy energie Slunce a Země.

Mezi alternativní zdroje patří:

- energie vody
- geotermální energie
- spalování biomasy
- energie větru
- energie slunečního záření
- využití tepelných čerpadel
- energie příboje a odlivu oceánů

Požadavek na maximální využívání alternativních zdrojů je i jedním z klíčových bodů energetické politiky Evropské unie. Podle výsledků průzkumu provedeného statistickým úřadem EU Eurostat považuje zvyšování podílu alternativních zdrojů energie na bilanci spotřeby energie za jeden z prioritních úkolů svých vlád 90 % občanů členských zemí. V přístupové dohodě z Atén z března 2003 se ČR zavázala, že podíl výroby elektrické energie z alternativních zdrojů bude v roce 2010 činit 8 % celkové výroby. Podíl alternativních zdrojů na spotřebě primárních zdrojů se pak k roku 2010 předpokládá 6%. Otázkou dosud zůstává jaké ekonomické podmínky bude třeba splnit, aby se tohoto podílu dosáhlo. Největší producent elektrické energie v ČR, ČEZ, a s., zvýšil v roce 2004 meziročně výrobu v alternativních zdrojích (vodní elektrárny bez přečerpávání, biomasa, větrná a solární elektrárna) o 97 %. [1]

Stejně jako jsou negativní dopady jaderné elektrárny na životní prostředí minimální, získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Jaderná energetika i sluneční elektrárny využívají zdroje energie, kterého je a ještě dlouho bude v přírodě dostatek. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok. V našich podmínkách je ve srovnání se současnými klasickými zdroji elektrická energie ze solárních systémů však stále ještě podstatně dražší. Technologie slunečních elektráren však má teoreticky neomezený růstový potenciál a vyspělé státy s ní do budoucna počítají. Celosvětový meziroční nárůst výroby solárních panelů se po roce 2000 pohybuje okolo 35 %. Celkový instalovaný výkon slunečních elektráren přesáhl na konci roku 2002 hranici 1,5 GW. I tak podíl fotovoltaiky na celkové produkci elektrické energie ve světě stále představuje pouze asi 0,01 %. [2]

Na Zemi dopadá ročně přibližně 1,540 peta kWh sluneční energie, což je asi 15000 krát více, než je celosvětová spotřeba energie.

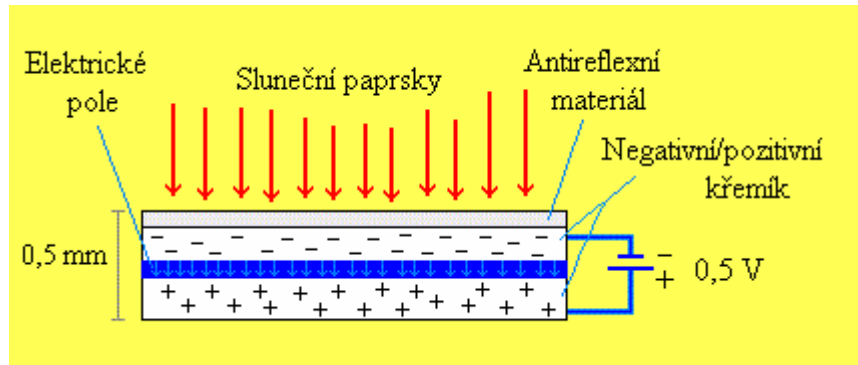
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VLASTNOSTI A VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ

V případě ČR je větší využití sluneční energie zatím na počátku svého rozvoje. V průběhu poslední dekády minulého století se v ČR omezilo na ostrovní systémy pro nezávislé napájení objektů a zařízení v lokalitách bez připojení na rozvodnou síť. První sluneční elektrárna o výkonu 10 kW byla uvedena do provozu až v roce 1998 na vrcholu hory Mravenečník v Jeseníkách (dnes je umístěna jako demonstrační zařízení v areálu JE Dukovany co by součást informačního centra). Státní správa a místní samospráva zavádějí podpůrné nástroje na podporu fotovoltaiky od roku 2000, a to jak podporou demonstračních projektů, tak podporou vývoje a výzkumu. Příkladem je vládou schválený Národní program na podporu úspor a využívání obnovitelných zdrojů energie nebo Státním fondem životního prostředí vyhlášený program Slunce do škol. Od roku 2003 jsou Státním fondem životního prostředí poskytovány 30% dotace na instalaci solárních systémů pro soukromé i právnické osoby. V našich podmínkách je solární systém o výkonu 1 kW schopen vyprodukovat 900-1000 kWh elektrické energie za rok. U současně provozovaných slunečních elektráren o instalovaných výkonech od 2,6 kW do 36 kW (síť solárních systémů na středních odborných školách po 1,2 kW) jde většinou o napájení aplikací bez připojení k rozvodné síti. V souladu s cíli EU by celkový instalovaný výkon solárních systémů v ČR měl do roku 2010 dosáhnout 84 MW a do roku 2020 541 MW. [2]

1.1 Fotovoltaický jev

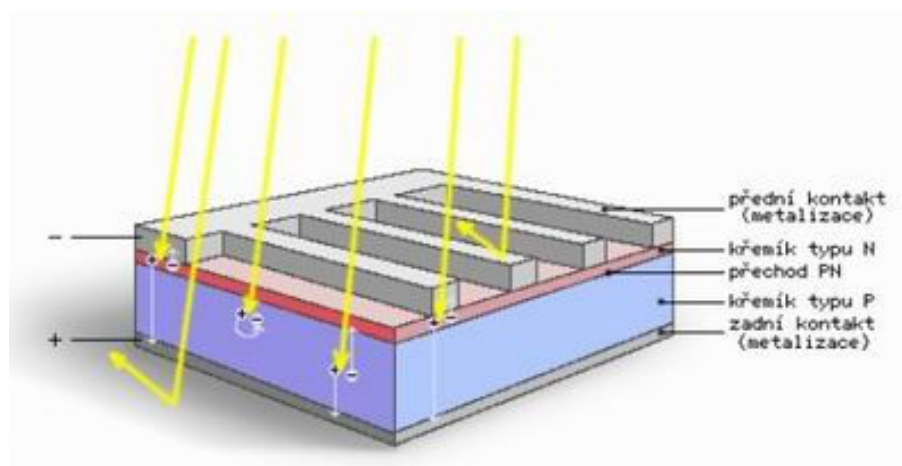
Jak pracují solární články? Využívají tzv. fotovoltaického jevu. Je to jev, při kterém se v látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tento jev může nastat v některých polovodičích. Fotovoltaický článek je nejčastěji tvořen tenkou destičkou (0,5 mm) nařezanou z monokrystalu křemíku (dnes se používá i levnější polykrystalický materiál). Každá strana destičky je obohacena atomy vhodných prvků tak, aby jedna byla kladná a druhá záporná. Když na destičku dopadnou fotony, uvolňují se záporné elektrony a po nich zůstávají kladně nabitá "díry". Přiložíme-li na obě strany elektrody a spojíme je drátem, začne protékat elektrický proud. Jeden cm^2 dává proud kolem 12 mW. Jeden m^2 tak může dát až 150 W stejnosměrného proudu. Solární články můžeme zapojovat, jako každé jiné, buď za sebou (sériově), abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je asi 0,5 V), nebo vedle sebe (paralelně), abychom získali větší proud. [3]



Obr.1: Princip solárního článku

1.2 Fotovoltaický článek

Fotovoltaický článek je velkoplošná polovodičová součástka schopná přeměňovat světlo na elektrickou energii. Využívá při tom fotovoltaický jev. Na rozdíl od fotočlánků může dodávat elektrický proud.



Obr.2: Příklad reálné struktury jednoho solárního článku a generace páru elektron díra po dopadu záření

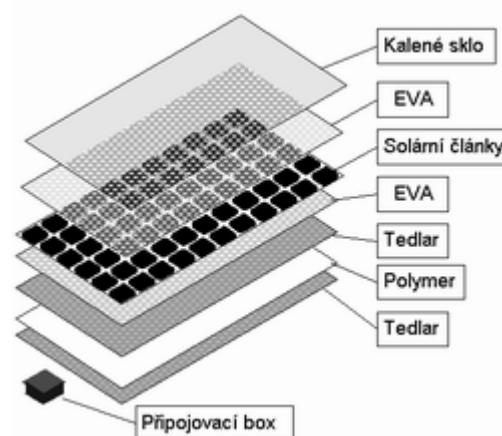
Solární články se vyrábějí z křemenného písku, který je nejprve zbaven nečistot a poté zpracován na monokrystal křemíku. Křemíkový krystal je ponořen do horkého, tekutého křemíku. Tekutý křemík se spojí s ponořeným křemíkovým krystalem, zatímco je tento pomalu vytahován z pánve. Takto vznikají křemíkové tyče s délkou přes 1 metr a průměrem cca 12 cm. U polykrystalických článků je horký křemík odléván do formy a pozvolna ochlazován. Také u této metody vznikají křemíkové tyče. Nyní jsou tyto tyče, které vznikají při obou metodách, řezány na tenoučké plátky ($<0,5$ mm). Každý plátek je leptáním a

broušením vyhlazován. Poté je jedna strana plátku obohacena malým množstvím pětimocného chemického prvku - vznikne polovodič typu N (prvek P, As), zatímco druhá strana je obohacena prvkem trojmocným - vznikne polovodič typu P (převážně B). Toto obohacení se nazývá *dotace* (řízené zavádění příměsí). Zadní strana článku se pak potáhne velmi tenkou vrstvou hliníku, která slouží jako kladný pól. Přední strana je potažena stříbrem, ovšem nikoliv plošně, nýbrž kovová vrstva představuje jen úzké vodivé dráhy, aby mohlo světlo dále dopadat na křemík. Dosažené napětí na jednom článku je v rozmezí 0,6-0,7 V a proto se články zapojují sériově popř. sério-paralelně pomocí vodivých pásků. V případě sériového zapojení je vodivý pásek připájen k přední straně jednoho článku (kladný pól) a zároveň k zadní straně (záporný pól) druhého článku.

Účinnost fotovoltaických článků v závislosti na typu substrátu[4], [2]:

- 4 - 8 % při použití amorfního křemíku
- 10 - 18,5 % při použití polykrystalického křemíku
- 13 - 17 % při použití monokrystalického křemíku pro běžné nasazení
- 34 % u kvalitních monokrystalických článků pro kosmické účely

V roce 2006 Národní laboratoř pro obnovitelnou energii (USA) představila články využívající trojnásobné přechody s efektivitou až 40,7%.



Obr.3: Příklad složení vrstev struktury kompletního solárního článku

1.2.1 Materiály pro solární články

Z pohledu technologie se využívaly nebo dnes využívají nejvíce následující tři typy materiálů:

Křemík (Si) - dnes nejvíce používaný materiál pro výrobu solárních článků. V podstatě se dělí na dva druhy - polykrystalický křemík - vhodný pro menší výkony, hlavní výhodou je poměrně dobrá účinnost i při nižších hladinách osvětlení. Dále je to monokrystalický křemík - vhodný pro větší výkony. Při dostatečném osvětlení mají články z monokrystalického křemíku vyšší účinnost než při použití polykrystalického křemíku. Článek z monokrystalického křemíku o ploše 100 cm² je schopen dodávat proud 3 až 4 A. Čistý křemík je však velmi drahý, což právě způsobuje výsledně vysoké ceny článků. Naopak levnější méně čistý křemík má zase nevhodné vlastnosti a hlavně výrazně nižší účinnost přeměny záření na elektrickou energii. V současné době se již objevili postupy, jak i špinavý křemík v solárních člancích využít. [7]

Arsenid galia (GaAs, příp. GaAs/Ge) - Hlavní výhodou je vyšší účinnost - 20%, větší odolnost proti kosmickému (tvrdému) záření a schopnost pracovat bez snížení efektivity i při teplotách nad 100 stupňů Celsia. Mezi nevýhody patří mnohem vyšší cena a větší hustota GaAs oproti krystalickému křemíku. Nyní se vyvíjejí kombinace obou článků, protože oba materiály mají odlišnou spektrální citlivost. Křemíkové články využívají hlavně oblast viditelného světla směrem k modré barvě a články GaAs oblast spektra směrem k červené barvě. Vhodnou kombinací obou typů, případně místo křemíku Si použití Germania (Ge), lze dosáhnou účinnosti 30% a ve spojení s koncentrátory se očekává dosažení ještě vyšší účinnosti (až k 40%).

Sulfid kademnatý (CdS) - články tvořené přechodem Cu₂S a CdS - dosahují účinnosti 10%. Jejich výhodou je malá hmotnost, díky čemu se používaly při kosmických aplikacích. Nevýhodou je malá stabilita těchto článků a dnes se již nepoužívají. Pokročilejší variantou tohoto historicky nejstaršího typu článků jsou kombinace sulfidu kademnatého s teluridem kademnatým (systém CdS - CdTe). Články vyhovují jen pro napájení zařízení s malým příkonem a proto se nevyužívají v energetice.

Mimo zde uvedené "klasické" struktury a materiály se již objevují zprávy o tzv. Thin-film solárních člancích, využívající nanometrové technologie. Ty by prý měli v budoucnu za-

stínit všechny dosud používané typy, ale zatím se vědci a technici stále ještě potýkají s nízkou odolností a životností. Těž jejich výroba by zatím byla několikanásobně dražší než u "klasických" solárních článků, což je pro komerční firmy zatím nerentabilní. Uvidíme však v budoucnu. [5]

1.3 Solární panel

Solární panel je solární kolektor tvořený solárními (fotovoltaickými) články, které mohou být tvořeny polovodičovými nebo organickými prvky. Tyto prvky mění světelnou energii v energii elektrickou. Přímou přeměnou světla na elektrickou energii se dnes zabývá samostatná specializace. Fotoelektrický efekt vysvětluje vznik volných elektrických nosičů dopadem záření. Celkově se daří za pomoci křemíkových solárních panelů přeměnit v elektrickou energii jen asi 17 % energie dopadajícího záření. Při použití organických solárních panelů vyvinutých v Izraeli by měla být výkonnost až 25%. [6]



Obr.4: Polykrystalický solární panel

1.3.1 Křemíkový solární panel

Solární články jsou tvořeny polovodičovými plátky tenčími než 1 mm. Na spodní straně je plošná průchozí elektroda. Horní elektroda má plošné uspořádání tvaru dlouhých prstů zasahujících do plochy. Tak může světlo na plochu svítit. Povrch solárního článku je chráněn skleněnou vrstvou sloužící jako antireflexní vrstva. A tak je zabezpečeno, aby co nejvíce světla vniklo do polovodiče. Antireflexní vrstvy se většinou tvoří napařením oxidu titanu. Tím získá článek svůj tmavomodrý vzhled. Jako polovodičový materiál se používá převážně křemík. Jiné polovodičové materiály, např. galium arsenid, kadmiumsulfid, kadmiumtellurid, selenid mědi a india, nebo selenid galia se zatím zkoušejí. Krycí sklo chrání povrch solárních článků i před vlivy prostředí. [6]

1.3.2 Organický solární panel

Novou technologii výroby sluneční energie za pomoci speciální techniky, pomocí fotosyntézy vyvinuli izraelští vědci v Univerzitě Tel Aviv. Novou technologií by měly být geneticky zkonstruované bílkoviny, které mají využívat fotosyntézu k výrobě elektrické energie. Nové články by měly být levnější než současné křemíkové. 1 m² solárního panelu na křemíkové bázi v současné době vyjde na 200 dolarů, zatímco stejná plocha solárního panelu z geneticky zkonstruované bílkoviny (*Protein Structure Initiative, PSI*) vyjde na 1 dolar. Větší má být i účinnost, která se má zvýšit z 12-14 % u křemíkových panelů až na 25 %. Nová technologie je umožněna díky poznatkům z genetického inženýrství a nanotechnologií. [6]

1.4 Princip sluneční elektrárny

Elektrickou energii lze získat ze sluneční energie různými způsoby, přímo i nepřímo.

Přímá přeměna využívá fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tento jev může nastat v některých polovodičích (např. v křemíku, germaniu, siričku kadmia aj.). Fotovoltaický článek je tvořen nejčastěji tenkou destičkou z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětimocného prvku (např. arzenu). Když na destičku dopadnou fotony, záporné elektrony se uvolňují a zbývají kladně nabitě "díry". Přiložíme-li na obě strany destičky elektrody a spojíme je drátem, začne protékat elektrický proud. Jeden cm² dává proud okolo 12 mW (miliwattů). Jeden metr čtvereční slunečních článků může dát v letní poledne až 150 W stejnosměrného proudu. Sluneční články se zapojují buď za sebou, abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), nebo vedle sebe tak, abychom získali větší proud. Spojením mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel. [2]

Nepřímá přeměna je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá na tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých drátů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých drátů spojených na koncích se nazývá termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou dráty vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spo-

jem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor. [2]

1.5 Palivový článek

Elektřinu lze získávat ze slunečního záření také prostřednictvím energie chemické tak, že pomocí slunečního záření rozložíme vodu na vodík a kyslík. Tím se původní energie záření uskladní jako energie chemická do obou plynů. Při slučování obou plynů, tj. při oxidování vodíku, vzniká opět voda. Nahromaděná energie se přitom uvolní buď jako teplo (při hoření), nebo v palivovém článku jako elektrický proud. Palivový článek je měnič, ve kterém se energie chemická mění v energii elektrickou. Palivové články budou pravděpodobně - podobně jako jaderné palivo - důležitým zdrojem elektrické energie v budoucnosti. Představují uskladněnou sluneční energii a lze je získávat v neomezeném množství. Účinnost palivových článků je vysoká (až 90 %), zatímco generátory elektráren na fosilní paliva dosahují pouze 35% účinnosti. Provoz palivových článků je absolutně čistý, neboť jejich produktem je voda. Články pracují zcela bezhlučně, jelikož neobsahují žádné pohyblivé části. Pomocí palivových článků lze získávat elektřinu pro domácnost (s výkonem 12 kW). Vyrábějí se však už baterie mnoha palivových článků s výkonem až 13 000 kW (užívají se zejména v astronautice). [2]

1.6 Sluneční tepelné elektrárny

Ve sluneční tepelné elektrárně se sluneční záření mění na elektrickou energii ve velkém měřítku. V principu jde o tepelnou elektrárnu, která potřebné teplo získává přímo ze slunečního záření. Kotel (absorbér) sluneční elektrárny je umístěn na věži v ohnisku velkého fokusačního (ohniskového) sběrače. Sluneční záření se na něj soustřeďuje pomocí mnoha otáčivých rovinných zrcadel - tzv. heliostatů. V kotli se ohřívá např. olej, ve výměníku se získává horká pára, která pak pohání turbínu, turbína pohání generátor a ten vyrábí elektrický proud.

1.7 Solární články a jejich využití v sensorice a automatizaci

Solární články jsou často označovány jako drahé a málo výkonné. Ale například pro napájení kompletně bezdrátových senzorů mohou být velmi zajímavou alternativou k bateriím. Dnes již není problém bezdrátově komunikovat a přenášet data mezi senzorem a řídicím

systemem (PLC, PC apod.). Navíc nejnovější technologie bezdrátové komunikace ZigBee tento trend umocňuje svojí jednoduchostí a velmi nízkou spotřebou vysílače a přijímače. Hlavní cílová skupina v tomto směru jsou pak senzory. Signálové dráty tedy nejsou nutné, ale co napájení takového vzdáleného bezdrátově komunikujícího senzoru? Pokud vypustíme myšlenku "kabelového" napájení, které tak ničí flexibilitu pohybu a navíc by pak tento kabel mohl sloužit i k signálovému přenosu, přichází obvykle na řadu bateriové napájení. To ale má omezenou životnost a po určité době je prostě nutné baterie vyměnit nebo dobýt akumulátor "drahou" a ne vždy spolehlivou lidskou obsluhou. Je tu ale ještě jedna možnost, která však ne každého konstruktéra hned napadne, a to použití solárních článků nebo kompletního solárního panelu. Tam, kde se předpokládá alespoň částečná přítomnost světla v místě výskytu senzoru po určitou dobu, stojí toto řešení alespoň za zvážení. Výhoda je jasná: dlouhodobé napájení bezdrátově komunikujícího senzoru (zařízení) bez nutnosti přítomnosti obsluhy a s možností případného pohybu. [8]

1.8 Sluneční elektrárny a budoucnost

Na Zemi je asi 22 milionů km^2 pouští, které nelze využít ani v zemědělství, ani k chovu dobytka (Sahara, Kalahari, Atakama). Jejich obrovské rozlohy však mohou být alespoň zčásti využity k přeměně sluneční energie na elektřinu nebo k rozkladu vody na vodík a kyslík. Pro Evropu je nejbližší Sahara, která má rozlohu 7 milionů km^2 . Jednoduchý výpočet ukáže, že jen z jedné desetiny Sahary by dnešní technikou slunečních elektráren bylo možné získat asi 50 terawattů, což je 5 krát více, než lidstvo potřebuje. Elektrická energie ze solárních článků ze Sahary by se do Evropy mohla rozvádět přes Gibraltar. Jinou možností je využívat sluneční energii k rozkladu vody a vodík pak do Evropy dopravovat potrubím nebo ve velkých tankerech podobně jako zemní plyn. [2], [9]

Solární panely nenacházejí své uplatnění pouze na zemi, ale také v kosmu. Příkladem může být mezinárodní vesmírná stanice ISS (viz 6).



Obr.6: Využití solárních panelů v kosmu

2 PROVOZ SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Po letech pomalého rozvoje fotovoltaiky v ČR se zdá, že se i v tomto odvětví blýská na lepší časy. Zatímco v předchozích letech se instalovaný výkon pohyboval v řádech několika stovek kWp, v současnosti již překonal hranici 5 MWp a další projekty v řádu desítek megawatt se v ČR chystají. [15]

2.1 Fotovoltaika v České Republice

Jednou z nejrozšířenějších domněnek je, že fotovoltaické elektrárny nikdy nevyprodukují tolik energie, kolik bylo spotřebováno při jejich vlastní výrobě. Doba energetické návratnosti v podmínkách České republiky se podle šesti studií pohybuje v rozmezí 2,6 – 6 let v závislosti na typu použité technologie a typu instalace. Střešní systémy mají dobu energetické návratnosti kratší než pozemní instalace. Pouze výsledky jedné studie z roku 2000 odpovídají době 14 – 19 let v podmínkách České republiky. Jedním z možných vysvětlení, proč tato studie přináší tyto výsledky, je technologický vývoj křemíkových panelů od roku 2000 spojený s nižší energetickou náročností, který také v této studii předpovídají. [16]

Jaké jsou hlavní důvody možného rozvoje?

- Silná koruna. Ačkoliv se v České republice rozvíjí velmi slibně také výroba fotovoltaických komponent (např. firmy Solartec, Schott Solar, Kaneka Corporation, Kyocera), převážně se dosud technologie pro výstavbu elektráren dovážejí ze zahraničí. Posilování koruny tak znamená snížení měrných investičních nákladů. Na druhou stranu je ale nutné zdůraznit, že fotovoltaika zažívá nebývalý rozvoj v celém světě a poptávka po FV technologiích má dlouhodobě vzrůstající tendenci. Mnoho výrobních firem má svou produkci vyprodánu již na dlouho dopředu a zajistit materiál je pro investora často problémem.
- Vstřícný přístup bank. Donedávna se český investor se zájmem o fotovoltaiku setkával u bank s nepochopením a získat úvěr byla velmi složitá záležitost. Důvodem byla počáteční nedůvěra bank vůči této technologii, nedostatek relevantních informací a nejasné legislativní podmínky. Dnes jsou již banky o fotovoltaike poměrně dobře informovány a pokud má investor dobře připravený projekt, neměl by mít problém úvěr získat. Samozřejmě ale musí splnit celou řadu podmínek, mezi které

patří např. určitá výše vlastního kapitálu (obecně 10 – 30 %), kvalitní dodavatel, atd. Úvěr lze dnes získat nejen na financování větších projektů, ale také na výstavbu malých systémů na rodinných domech.

- Dotace (viz kap. 2.1.4.3).
- Srovnání legislativních podmínek v oblasti výkupních cen (feed-in tariff) s vyspělými zeměmi EU.

2.1.1 Největší solární elektrárna v ČR

Na jaře roku 2006 postavila společnost HiTechMedia Systems v Opatově na Svitavsku velkou solární elektrárnu, jejíž výkon je zatím více než 60 kWp. Tatáž firma uvedla v červenci tohoto roku do provozu další, zatím největší tuzemský ekologický zdroj elektrické energie o výkonu 702 kWp, který postavila v ostrožské Lhotě u Uherského Hradiště. Na bývalém poli v průmyslové zóně ji během čtyř měsíců postavila společnost HiTechMedia Systems, s.r.o. a výkonem instalovaných solárních panelů (702 kWp) tak o 9 kWp předstihla solární park v Bušanovicích na Šumavě. Sluneční proud z 3 120 panelů by pokryl roční spotřebu 200 domácností. [10]

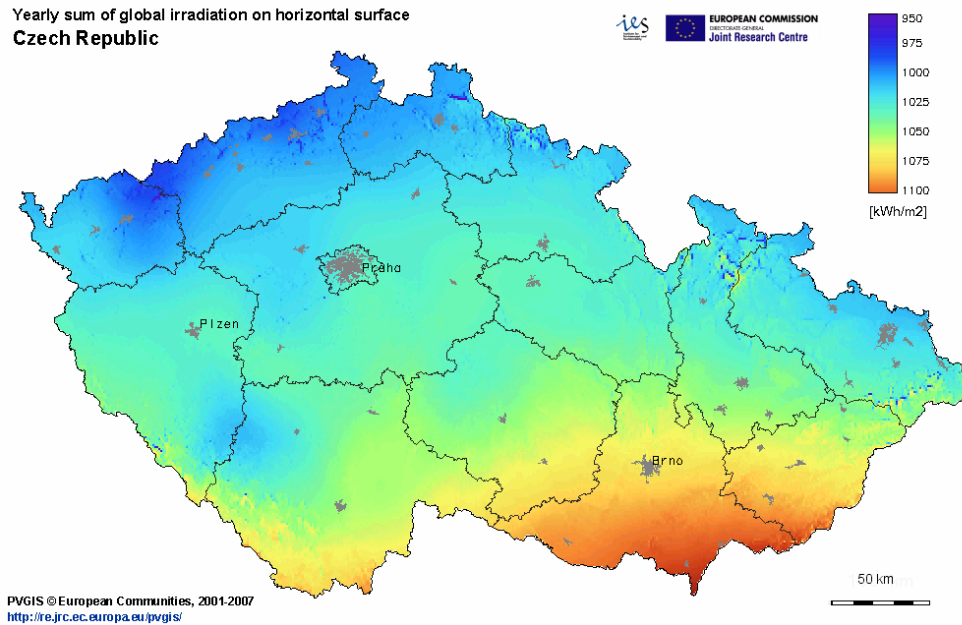
2.1.2 Přírodní podmínky v ČR

Dostupnost solární energie v České republice je samozřejmě ovlivněna mnoha faktory. Patří mezi ně především zeměpisná šířka, roční doba, oblačnost a lokální podmínky, sklon plochy na níž sluneční záření dopadá a další. Zajímavým faktem nicméně zůstává, že se údaje o slunečním záření v ČR z jednotlivých zdrojů v mnohém liší. Shrňme-li dosud publikované informace, dojdeme k následujícím výsledkům:

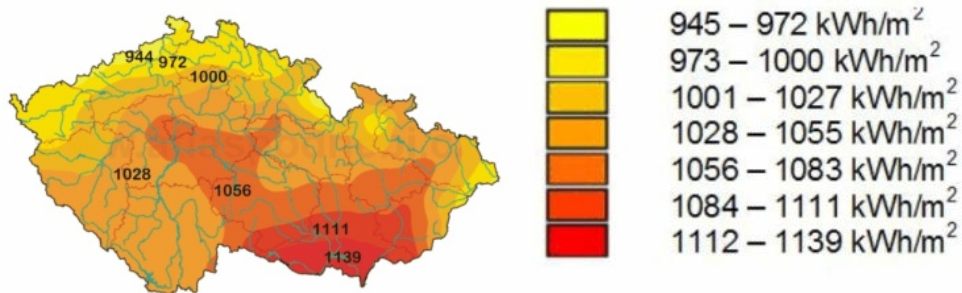
- v České republice dopadne na 1m² vodorovné plochy zhruba 950 – 1340 kWh energie
- roční množství slunečních hodin se pohybuje v rozmezí 1331 – 1844 hod (ČHMÚ), odborná literatura uvádí jako průměrné rozmezí 1600 – 2100 hod.

Z hlediska praktického využití pak platí, že z jedné instalované kilowaty běžného systému (FV články z monokrystalického, popř. multikrystalického křemíku, běžná účinnost střída-

čů apod.) lze za rok získat v průměru 800 – 1100 kWh elektrické energie. [10] Pro lepší názornost jsou podmínky slunečního záření ČR zobrazeny v obr. 7 a 8.



Obr. 7: Globální sluneční záření na území České Republiky

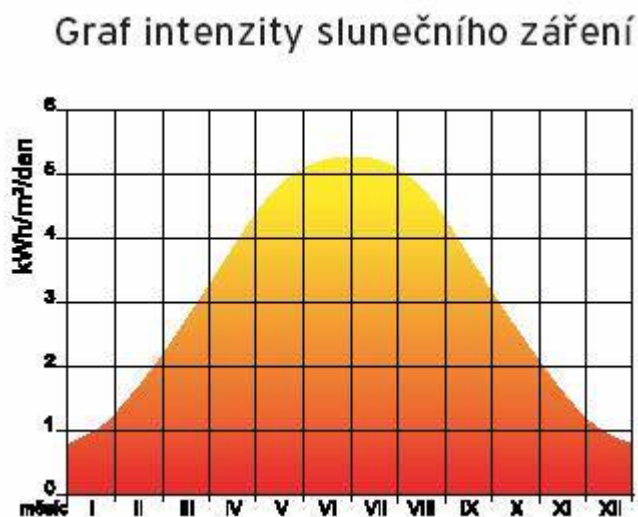


Obr.8: Globální sluneční záření na území České Republiky II

2.1.2.1 Provoz solárních panelů v zimním období

FV panely a jejich příslušenství jsou zkonstruovány k celoročnímu provozu. Pokud jsou solární panely pevně nainstalovány s nedostatečným sklonem (zhruba do 2°), tak je nutné během zimního provozu odklízet sníh z povrchu fotovoltaických modulů. Sklon do 2° je však v podstatě nereálný, neboť taková instalace se dá nazvat „nezodpovědnou“, neboť je

nutné se při instalaci pevného systému snažit dosáhnout optimálního úhlu sklonu (v podmínkách ČR – zhruba 38°). U polohované instalace tento problém odpadá zcela, neboť polohovací jednotka je schopna pomocí teplotního čidla rozpoznat zimní období a v takovém případě je plocha modulů přes celou noc ve vertikální poloze. Jedinou výjimkou je počasí se silným povětrím, neboť v takovém případě dá řídicí jednotka povel ke sklopení plochy modulů téměř do horizontální polohy (sklon 5°). To znamená, že při správném sklonu fotovoltaických modulů nečiní sníh žádné problémy či ztráty. Sluneční záření během celého roku se samozřejmě mění. Intenzita slunečního záření je zobrazena v obr. 9.



Obr. 9: Roční graf intenzity slunečního záření

2.1.3 Legislativa v ČR

Velmi důležitou roli v oblasti fotovoltaiky v ČR hraje Zákon číslo 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), jehož hlavním přínosem by měla být stabilizace podnikatelského prostředí v oblasti obnovitelných zdrojů energie, zvýšení atraktivnosti těchto zdrojů pro investory a vytvoření podmínek pro vyvážený rozvoj OZE v ČR. Mezi další významné právní normy můžeme zařadit zejména tyto dokumenty: Bílá kniha o obnovitelných zdrojích energie (1997), Směrnice 2001/77/EC Evropského parlamentu a Rady EU ze dne 27. září 2001 „o podpoře výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu“, Vyhláška č. 475/2005 (novelizovaná vyhláškou č. 364/2007

Sb.), kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, Vyhláška č. 150/07 Sb. a Cenové rozhodnutí ERÚ č. 7/2007. [10]

2.1.4 Finanční nástroje podpory v ČR

Česká republika se zavázala splnit cíl 8 % hrubé výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny k roku 2010 a společně s tím vytvořit takové legislativní a tržní podmínky, aby zachovala důvěru investorů do technologií na bázi OZE. Tak je to definováno ve Směrnici 2001/77/ES, kterou ČR implementovala do svého právního řádu prostřednictvím Zákona č. 180/2005 Sb. Směrnice již ovšem nedefinuje konkrétní nástroje k dosažení tohoto cíle a ponechává jejich volbu na rozhodnutí členských států. Česká republika se rozhodla zavést mechanismus výkupních cen (tzv. feed-in tariff) v kombinaci se systémem „zelených bonusů“. Ze získaných zkušeností po celém světě dnes můžeme tvrdit, že z pohledu fotovoltaiky a jejího rozvoje se tento systém osvědčil asi nejlépe. Také proto dnes tento systém v Evropě (a nejen tam) dominuje a mnohé další země jej zavádějí, popř. upravují (Francie, Řecko). Existují však i jiné způsoby podpory fotovoltaiky a trhu s těmito produkty, které často feed-in tariff doplňují. [10]

2.1.4.1 Mechanismus výkupních cen a zelených bonusů (feed-in tariff)

Princip výkupních cen: Ze zákona č. 180/05 Sb. vyplývá povinnost pro provozovatele přenosové soustavy nebo distribuční soustavy připojit fotovoltaický systém do přenosové soustavy a veškerou vyrobenou elektřinu (na kterou se vztahuje podpora) vykoupit. Výkup probíhá za cenu určenou pro daný rok Energetickým regulačním úřadem (viz Cenové rozhodnutí č. 8/2006) a tato cena bude vyplácena jako minimální (navyšuje se o index PPI) po dobu následujících patnáct let (investor je povinen podávat hlášení o naměřené výrobě v půlročních intervalech). [10]

2.1.4.2 Daňová úleva

Z hlediska investice do fotovoltaiky je důležitý také zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, který říká, že příjmy z provozu obnovitelných zdrojů energie jsou osvobozeny od daně ze zisku, a to v roce uvedení do provozu a následujících 5 let (§ 4 písmeno e). [10]

2.1.4.3 Dotační tituly v ČR

Státní energetická koncepce ČR předpokládá podporu využívání všech zdrojů energie, které lze dlouhodobě reprodukovat a jejichž používání přispěje k posilování nezávislosti státu na cizích zdrojích energie a k ochraně životního prostředí. Preferovat se budou všechny typy obnovitelných zdrojů – zdroje využívající sluneční energii, energii větru a vodních toků, geotermální energii i biomasu jako zdroje pro výrobu elektřiny a tepelné energie. Výjimkou není ani fotovoltaika a na investici do fotovoltaického zařízení lze získat finanční příspěvek (dotaci). A to jednak z prostředků státního rozpočtu v rámci národních programů a také v rámci Operačních programů (prostředky Strukturálních fondů). [10]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH ZPŮSOBU ŘEŠENÍ NAPÁJENÍ NATÁČENÍ SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

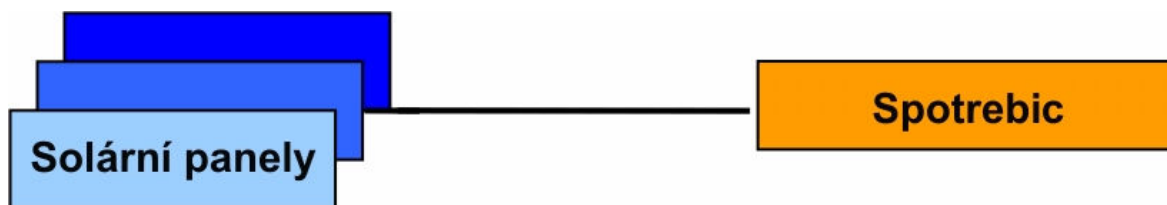
Investice do kvalitního solárního systému je určitě výhodná. Od okamžiku nainstalování jste zcela nezávislí na pohybu cen jiných energií a už jen šetříte. Po uplynutí doby návratnosti dokonce vyděláváte a to tím více, čím jsou dražší ceny jiných energií! Samozřejmě je nutné, aby solární systém přežil svou vlastní dobu návratnosti. Vzhledem k tomu že životnost FV panelů je 25 let, je více než zřejmé, že celková doba po kterou FV systém vydělává je neuvěřitelných 19 let! V současné době se těžko hledá výhodnější investice, která by měla ekonomické parametry na takovéto úrovni.

3.1 Fotovoltaické systémy

Podle účelu použití lze fotovoltaické systémy rozdělit do 3 skupin. Nejvýznamnější skupinou jsou jednoznačně síťové systémy, které například v Německu tvoří více než 90 % veškerých instalací.

3.1.1 Ostrovní systémy (off-grid)

Ostrovní systémy (off-grid) (viz obr. 10) se používají všude tam, kde není k dispozici rozvodná síť a kde je potřeba střídavého napětí 230 V. Obvykle jsou ostrovní systémy instalovány na místech, kde není účelné anebo není možné vybudovat elektrickou přípojku. Důvody jsou zejména ekonomické, tzn. náklady na vybudování přípojky jsou srovnatelné (nebo vyšší) s náklady na fotovoltaický systém (vzdálenost k rozvodné síti je více než 500–1000 m). Jedná se zejména o odlehlé objekty, jakými jsou např. chaty, karavany, jachty, napájení dopravní signalizace a telekomunikačních zařízení, zahradní svítidla, světelné reklamy apod. Off-grid systémy se dále dělí na systémy s přímým napájením, hybridní systémy a systémy s akumulací elektrické energie. U systémů s přímým napájením se jedná o prosté propojení solárního panelu a spotřebiče, kdy spotřebič funguje pouze v době dostatečné intenzity slunečního záření (nabíjení akumulátorů malých přístrojů, čerpání vody pro závlahu, napájení ventilátorů k odvětrání uzavřených prostor atd.). [10]



Obr.10: Ostrovní Off-grid systém

Hybridní ostrovní systémy se používají tam, kde je nutný celoroční provoz se značným vytížením. V zimních měsících je možné získat z fotovoltaického zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat i na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného výkonu systému a podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Z těchto důvodů jsou fotovoltaické systémy doplňovány alternativním zdrojem energie, kterým může být např. větrná elektrárna, malá vodní elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka atd. Typickými představiteli systémů nezávislých na síti jsou systémy s akumulací elektrické energie. Oproti síťové verzi (viz níže) vyžaduje tento systém navíc solární baterie, které uchovají vyrobenou energii na dobu, kdy není dostatek slunečního svitu (v noci). Optimální dobíjení a vybíjení akumulátorové baterie je zajištěno elektronickým regulátorem.

Ostrovní systém se poté skládá z [10]:

- fotovoltaických panelů
- regulátoru dobíjení akumulátorů
- akumulátoru (v 95 % olověný)
- střídače = měniče (pro připojení běžných síťových spotřebičů 230V/~50Hz)
- popř. sledovače Slunce, indikačních a měřících přístrojů

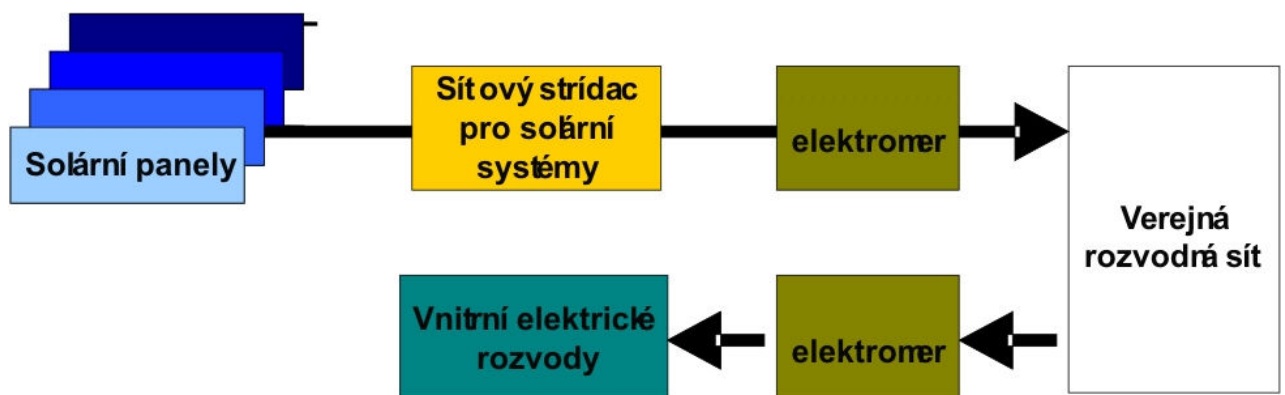
3.1.2 Síťové systémy (on-grid)

Síťové systémy (on-grid) (viz obr. 11) jsou nejvíce uplatňovány v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. V případě dostatečného slunečního svitu jsou spotřebiče v budově napájeni vlastní „solární“ elektrickou energií a případný přebytek je dodáván do veřejné

rozvodné sítě. Při nedostatku vlastní energie je elektrická energie z rozvodné sítě odebírána. Systém funguje zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u rozvodných závodů. Špičkový výkon fotovoltaických systémů připojených k rozvodné síti je v rozmezí jednotek kilowatt až jednotek megawatt. V současnosti se tento typ systémů jeví (za předpokladu dotace) jako zajímavá investiční příležitost, kdy je veškerá produkce FV elektrárny prodávána do sítě za tzv. výkupní tarify. V ČR je výkupní cena pro rok 2007 stanovena na 13,46 Kč/kWh, jakožto cena minimální s garancí této částky po dobu minimálně 15 let. Mezi hlavní možnosti aplikace patří: střechy rodinných domů 1-10 kW_p, fasády a střechy administrativních budov 10 kW_p – stovky W_p, protihlukové bariéry okolo dálnice, fotovoltaické elektrárny na volné ploše atd.

Základními prvky on-grid FV systémů jsou [10]:

- fotovoltaické panely
- měnič napětí (střídač), který ze stejnosměrného napětí vyrábí střídavé (230V/~50Hz)
- kabeláž
- měření vyrobené elektrické energie (elektroměr)
- popř. sledovač Slunce, indikační a měřící přístrojů



Obr.11: Síťový systém on-grid

3.2 Regulátor

Prvotními zařízeními, která plnila funkci regulace u fotovoltaických (FV) systémů, byly regulátory dobíjení, které jsou již dnes na takové úrovni, že jde o jednotky s vlastní inteligencí řízené procesorem. Další prvky regulace následovaly, když FV systémy sestoupily z kosmických výšin a začaly být připojovány přes střídače k elektrické rozvodné síti. Regulátor je mozek našeho elektrického obvodu. Pracuje jako ochrana před přebíjením, současně jako kontrola a odpojení při hlubokém vybití a zároveň jako elektronická pojistka. Jsou srdcem solárních fotovoltaických systémů, kde se používají společně se solárními panely, akumulátory, elektrospotřebiči a se střídači. Umožňují řízenou akumulaci elektřiny pro použití v noci nebo v době s nepříznivým osvětlením solárních panelů. [11]

3.2.1 Regulátory ostrovních FV systémů

Ostrovní FV systémy slouží pro řízené dobíjení a ochranu akumulátorů proti přebíjení proudem z FV solárních panelů a pokud jsou rozvody provedeny ve 12 V nebo 24 V, slouží též k ochraně akumulátorů před hlubokým vybíjením (pozn. jinak přebírá odpojování spotřebičů v případě hlubokého vybíjení akumulátorů centrální střídač). Vhodný regulátor volíme podle pracovního (nominálního) napětí v systému, podle typu akumulátoru, podle proudového výkonu panelů, proměnlivosti teploty v okolí akumulátoru a celkového příkonu elektrospotřebičů. Regulátory se dále cenově liší podle toho, zda disponují schopností pulzně modulovat nabíjecí napětí (jsou schopny měnit pouze šířku nabíjecích pulsů) od regulátorů, které mají zabudovanou funkci pulzní šířkové modulace (jsou schopny měnit šířku i výšku nabíjecích pulsů). Regulátory dobíjení jsou srdcem solárních FV systémů, protože umožňují řízenou akumulaci elektřiny pro použití v noci nebo v době s nepříznivým osvětlením solárních panelů. [12]

3.2.2 Regulátory síťových FV systémů

V těchto systémech bývají solární regulátory použity jako nadstavba u síťových měničů, které jsou vybaveny funkcí zálohování (v případě výpadku dodávky energie z rozvodné sítě pracují jako UPS). V případě síťových FV systémů je však důležitější z hlediska dodávaného výkonu schopnost sledovat bod maximálního výkonu tzv. MPPT. Tento pracovní bod maximálního výkonu FV zdroje závisí na oslunění a na teplotě solárních článků. Aby-

chom využili výkon FV panelů maximálně, je nutné, aby střídač automaticky v pravidelných intervalech hledal a našel bod maximálního výkonu. Vyhledávání bodu maximálního výkonu (MPPT) je prováděno v pravidelných časových intervalech (zpravidla po 2 minutách). Střídač mění své vstupní napětí a takto sleduje část charakteristiky FV zdroje. Jakmile objeví maximální pracovní bod, řídicí obvody začnou pracovat v tomto bodě. Přibližně po 30 až 35 minutách je celá voltampérová křivka FV zdroje prohledávána znovu, aby střídač našel další maxima. Náhlé změny oslunění způsobené mraky, činnost síťového střídače neruší. MPPT bývá obzvláště přesná a stabilní, protože při přechodu na nový pracovní bod má v paměti uložen i předchozí pracovní bod. Díky této vlastnosti je účinnost přizpůsobení vyšší než 99 %. Samozřejmě tato funkce souvisí s celkovou deklarovanou účinností nabízeného střídače. Každý tok energie musí být efektivně regulován, tak aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám na jedné straně a na straně druhé k poškození zařízení (akumulátory v případě ostrovních systémů). U všech typů FV systémů (ostrovní, síťový) jsou na regulace kladeny velmi vysoké nároky na co nejmenší vnitřní spotřebu a spolehlivost, protože jinak jsou fotovoltaické systémy (kromě občasné výměny akumulátorů u ostrovních systémů) absolutně bezúdržbové. [12]

3.3 Akumulátory pro solární fotovoltaické systémy

Elektřinu generovanou solárními panely je nutno v ostrovních solárních systémech skladovat, aby ji poté bylo možno využít v noci nebo v období s méně příznivým osvětlením. Solární olověné akumulátory jsou v současnosti nejvhodnějším a nejvíce osvědčeným řešením. Používají se rovněž v záložních fotovoltaických systémech.

Přednosti solárních akumulátorů:

- vyšší odolnost proti hlubokému vybíjení
- nízký minimální nabíjecí proud
- nízké samovybíjení (1-3% za měsíc)
- dlouhá životnost (vysoký počet pracovních cyklů)
- vysoká akumulace el. energie (disponibilní povrch elektrod)

- gelové - žádné riziko vytečení při překlopení
- dobré ekologické vlastnosti (nízké emise nabíjecího plynu)
- minimální nároky na údržbu (doplnění elektrolytu 1x ročně)
- o 60% větší cyklovatelnost než startovací a trakční akumulátory

Výrobci doporučují akumulátory určené pro dlouhodobé vybíjení vybíjet maximálně do 80% jmenovité kapacity. Pokud je vybíjen více, snižuje se jeho životnost (vydrží menší počet cyklů). Při použití v solárním zařízení je třeba, aby toto zařízení bylo vybaveno regulátorem nabíjení a vybíjení. Akumulátory pro dlouhodobé vybíjení jsou konstruovány pro dlouhou životnost při cyklických zátěžích s nízkou úrovní samovybíjení a jako bezúdržbové dle normy DIN. Speciální akumulátory pro dlouhodobé vybíjení lze dobít na plnou kapacitu 100% teprve asi po 10-ti cyklech, protože musí být překonána ochranná vrstva na deskových elektrodách, což je záměr výrobce. [13]

Jak vypočítat, jaký akumulátor potřebujeme?

výkon spotřebiče [W] / napětí [V] = příkon [A]

příkon [A] x požadovaná doba provozu [h] = potřebná kapacita [Ah]

potřebná kapacita [Ah] x bezpeč. faktor [1,3] = **požadovaná kapacita [Ah]**

3.4 Měniče napětí

Měniče slouží k přeměně stejnosměrného napětí na jinou hodnotu, případně ke změně jeho polarity. Můžeme je použít v kombinaci s klasickým stabilizátorem k vytvoření napájecího zdroje. Rovněž je využíváme v zařízeních, které jsou napájeny z baterií a u kterých je důležitá maximální účinnost. Z jednoho zdroje v nich často potřebujeme vytvořit různá napětí. V těchto obvodech používáme integrované obvody, které řídí spínací výkonové prvky S (tranzistory MOS). Tyto obvody obsahují **zdroj referenčního napětí, zesilovač odchylky** a další pomocné obvody. Činnost těchto obvodů se odehrává na kmitočtech vyšších než 20 kHz (aby nebylo slyšet pískání). Obvyklý provozní kmitočet je **100 až 200 kHz**. Potřebu-

jeme zde proto rychlé Schottkyho diody, kvalitní filtrační kondenzátory (malý sériový odpor) a feritové tlumivky. [14]

3.4.1 Typy měničů

- **Snižující měnič** (viz obr. 6a)

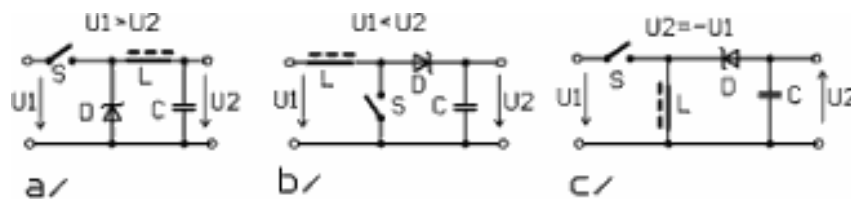
Při sepnutí spínače se nabíjí kondenzátor a roste proud tekoucí cívkou. Až napětí dosáhne potřebné výstupní úrovně, spínač se rozezne. Proud tekoucí cívkou se začne uzavírat přes rekuperační diodu. Proud cívkou klesá, kondenzátor se vybíjí do zátěže. Až výstupní napětí klesne, řídicí logika opět sepne spínač a celý cyklus se opakuje. Oproti výše popsanému stabilizátoru má tento obvod výrazně menší ztráty. Na spínacím prvku jsou vždy mnohem menší ztráty než na proměnném odporu. [14]

- **Invertující měnič** (obr. 6c)

Při sepnutí spínače roste proud tekoucí cívkou. Potom se spínač rozezne. Na cívce se indukuje napětí opačné polarity. Proud tekoucí cívkou se začne uzavírat přes rekuperační diodu a kondenzátor se nabije záporným napětím. Účinnost tohoto měniče je maximálně 60 %.

- **Zvyšující měnič** (obr. 6b)

Nejprve se kondenzátor při rozepnutém spínači nabije na napětí U_1 . Při sepnutí spínače roste proud tekoucí cívkou. Po určité době, aby se cívka nepřesýtila, se spínač rozezne. Na cívce se indukuje napětí, které se přičítá ke vstupnímu napětí U_1 . Proud tekoucí cívkou potom musí téct přes diodu, nabíjí kondenzátor a teče do zátěže. Proud cívkou postupně klesá, kondenzátor se vybíjí do zátěže. Až napětí klesne pod předem nastavenou hodnotu, řídicí logika opět zapne spínač a celý cyklus se opakuje. [14]

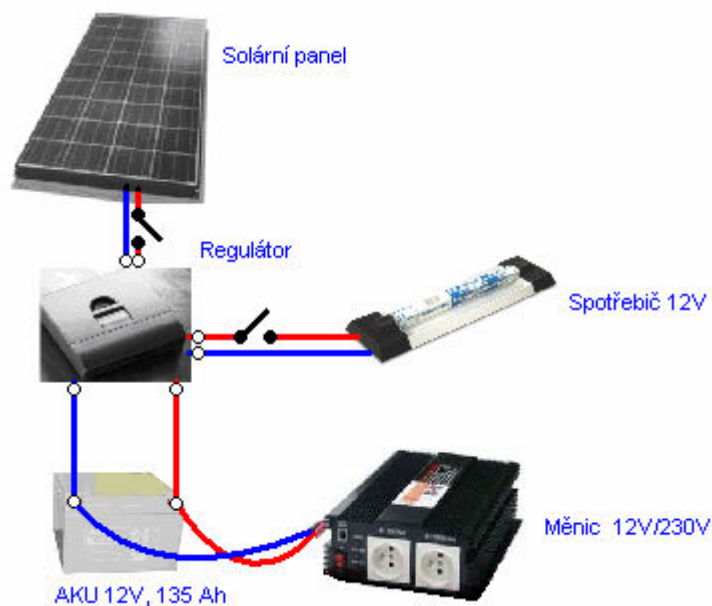


Obr.12: Schémata jednotlivých měničů

3.5 Navržená solární sestava s výstupem 12V

Předpokládejme využití našeho solárního systému například na chatě, kde potřebujeme malou ledničku (do 60 l), čerpadlo na vodu (1 hodina denně, 12V/50W), občas si chceme odpočinout u televize (4 hodiny při 12V/35W) a taky potřebujeme svítit (12 úsporných zářivek – 1 zářivka 12V/11W). Naplno můžeme využívat tyto spotřebiče v létě každý den a v zimním období většinou jenom o víkendu.

Návrh sestavy vychází z faktu, že konstrukce pro otáčení panelu za sluncem je již zkonstruovaná a že stačí upevnit panel do rámu na konstrukci. Solární systém si budeme stavět svépomocí a tím eliminujeme náklady na instalaci třetí stranou. Navržený solární systém je na obr. 13.



Obr.13: Navržený solární systém

3.5.1 Polykrystalický fotovoltaický panel KC130GH-2

Solární systém se skládá ze 4 ks fotovoltaických panelů Kyocera KC 130GHT-2 s výkonem $130 W_p / 12 V$, zapojených paralelně s celkovým výkonem $520 W_p / 12 V$, regulátoru dobíjení CX 40 s proudovým omezením 40 A, který zajistí trvalé dobíjení, ochranu proti přebíjení a zabraňuje vybíjení přes fotovoltaický modul v době bez slunečního svitu a 4 ks akumulátoru Fiamm 12 SP 135 s kapacitou $C_{10}=135 Ah$ a celkovou kapacitou 540 Ah, který zajistí napájení pro případ dní bez slunečního svitu.



Obr.14: Polykrystalický fotovoltaický panel KC130GH-2

- Pokročilá technologie zpracování fotovoltaických článků a automatizovaná zařízení zajišťují výrobu vysoce efektivních polykrystalických fotovoltaických panelů.
- Konverzní účinnost fotovoltaických článků Kyocera překračuje hranici 16%.
- Fotovoltaické články jsou zapouzdřeny v EVA folii. Přední tvrzené sklo a Tedlar na zadní straně.
- Poskytuje účinnou ochranu proti nepříznivým povětrnostním podmínkám.
- Celá vrstvená deska je umístěna v eloxovaném hliníkovém rámu, který poskytuje konstrukční pevnost a umožňuje snadnou instalaci. V následujících jsou zobrazeny základní vlastnosti solárního panelu.

Tab.1: Elektrické parametry KC130GH-2

FV modul Kyocera	KC130GH-2
Maximální výkon	130 Wp
Modulové napětí	17,6 V
Jmenovitý proud	7,39 A
Proud nakrátko	8,02 A

Tab.2: Další elektrické parametry KC130GH-2

Elektrické parametry		
Maximální výkon	[W]	130
Tolerance	[%]	-2
Maximální napětí	[V]	17,6
Maximální proud	[A]	7,39

Napětí naprázdno	[V]	21,9
Proud nakrátko	[A]	8,02
Teplotní koeficient	[V/°C]	-8,21x10 ⁻²
Teplotní koeficient	[A/°C]	3,18x10 ⁻³
NOCT	[°C]	47
Maximální napětí systému	[V]	1000

Tab.3: Rozměry KC130GH-2

Rozměry		
Výška	[mm]	652
Délka	[mm]	1425
Hloubka	[mm]	36
Hmotnost	[kg]	12,2

Tab.4: Článek KC130GH-2

Články	
Počet článků	36
Tvar článků	Obdélníkový
Technologie	Polykristalická

3.5.2 Ventilem řízený olověný akumulátor Fiamm 12 SP 135

- Desky a mřížky: odlévané silné mřížkové (pastované) desky zabezpečují dlouhou a spolehlivou životnost.
- Nádoby a víka: plastický materiál ABS.
- Bezpečnostní ventily: přetlakové bezpečnostní propouštěcí ventily.



Obr.15: Olověný akumulátor Fiamm 12 SP 135

Tab.5: Elektrická charakteristika akumulátoru VRLA 12 SP 135

Akumulátor Fiamm	12 SP 135
Kapacita C10	135 Ah
Životnost dle Eurobat	10 let
Hmotnost baterie	48,1 kg

Tab.6: Elektrická charakteristika akumulátoru II Fiamm 12 SP 135

Elektrické charakteristiky	
Jmenovité napětí	12V
Udržovací napětí při 25°C	2,25-2,30V/článek
Rychlé nabíjení/cyklické použití	2,40-2,50V/článek
Maximální nabíjecí proud	0,25 C20 A (například pro 100Ah blok je max. nabíjecí proud 25A)

3.5.3 Regulátor CX 40

CX série jsou důmyslné solární regulátory nabíjení s výjimečnými vlastnostmi v této cenové kategorii. Vedle zdokonalené PWM regulace (s integrovanou teplotní kompenzací) nabízí CX série zvláštní displej, programovatelné a bezpečnostní funkce. Stav nabíjení baterie je zobrazen sloupcovým diagramem na displeji, stejně jako je zobrazení proudu z a do baterie, stav zátěže (např. přetížení nebo zkrat zátěže). Ochrana před hlubokým vybitím

může být nastavena ve třech režimech: napět'ovým řízením, SOC řízením nebo fuzzy logikou. CX série dále nabízí vestavěné akustické výstrahy a funkci nočního svícení. CX regulátor dále obsahuje řídicí funkci pro nadbytek energie, což znamená, že v kombinaci se zvláštním navrhovaným zatížením (například pro sluneční mrazničky/chladničky SF32E, SF50E), je možné využít nadbytek energie, která by jinak byla ztracena díky ochraně před přehřátím baterií. Kompaktní design krabice je připraven pro montáž na DIN kolejnici.

Popis regulátoru CX40:

- LCD displej stavu nabíjení baterií
- Zobrazení stavu nabíjení / vybíjení
- Akustický signál před odpojením zátěže
- Indikace stavu zátěže
- Výběr mezi 3 algoritmy odpojení zátěže
- PWM-regulátor (typová řada)
- Připravený pro DIN lištu
- Automatická 12 / 24 voltová detekce
- Integrovaná tepelná kompenzace
- Krytá svorkovnice (až do 16mm, průměr drátu)
- Polovodičová ochrana
- Programovatelný režim noční svícení



Obr.16: Regulátor CX 40

Tab.7: Technické parametry regulátoru CX 40

Technické parametry CX	
40	
Max. proud z panelu	40 A
Max. proud zátěže	40 A
Systémové napětí	12 i 24 V
Vlastní spotřeba	< 4 mA
Rozměry	80x100x32 mm
Krytí	IP 20

3.5.4 Měníč napětí

Uvedený měnič je vhodný pro provoz ledniček, mikrovlnných trub, kávovarů atd. v automobilech. Připojuje se na napětí 12V. Výstupní napětí na zásuvce je 230V, trvalá zatížitelnost je 1200W, špičkově 2400W. Chlazení je ventilátorem.



Obr.17: Měníč napětí SP 1200

Základní elektrické vlastnosti:

Vstupní napětí:	(DC) 10 – 15 V
Výstupní napětí (AC):	230 V s tolerancí +10 -15%
Trvalý výstupní výkon:	1200 W
Špičkový výstupní výkon:	2400 W
Vstupní plné proudové zatížení:	120 A
Pohotovostní vstupní proud:	méně než 0,3 A
Výstupní vlnový tvar:	modifikovaná sinusoida
Výstupní frekvence:	50 Hz

Účinnost:	85-90 %
Vypnutí při poklesu napětí:	10 V s tolerancí 0,5 V
Výstražný signál při sníženém napětí baterie:	10,5V s tolerancí 0,5 V
Tepelná ochrana:	60 0C s tolerancí 5 C
Ochrana před přetížením:	Ano
Ochrana proti připojení 24V vst.napětí:	Ano
Ochrana polarity baterie:	Ano (pojistkou)
Pojistka:	20 A 9ks

3.6 Cenová kalkulace navrženého systému

Do cenové kalkulace jsem zahrnul pouze základní komponenty z celého solárního systému a to FV panel, měnič napětí, regulátor a akumulátor. Abychom se dostali k částce, za kterou podobné solární systémy nabízejí specializované firmy, museli bychom do kalkulace zahrnout také elektrický materiál nutný pro instalaci, náklady na výrobu odpovídajícího systému natáčení, spojovací materiál pro uchycení systémových prvků na příslušná místa, náklady na dopravu jednotlivých komponent a materiálu. Započítat bychom měli i mzdu za práci na projektu.

Tab.8: Ceny základních komponent navrženého solárního systému

zařízení	označení	délka [mm]	šířka [mm]	výška [mm]	váha [kg]	popis	cena bez DPH	cena s DPH
AKU	12 SP 135	345	172	279	48,1	M8/18	12 793,00 Kč	15 224,00 Kč
regulátor	CX40 40A	80	100	32	0,2	IP 20	2 615,00 Kč	3 112,00 Kč
měnič	SP 1200 (12V)	300	198	80	3,1	12/230V	7 110,00 Kč	8 461,00 Kč
FV panel	KC 130GH-2P	1425	652	36	12,2	130 Wp	13 216,00 Kč	15 727,00 Kč
Celková cena:							35 734,00 Kč	42 524,00 Kč

Prověřil jsem cenové nabídky u různých výrobců v České Republice a zjistil jsem, že běžná cena za pořízení pevného systému připojeného do sítě je zhruba 130.000,- bez DPH za 1kWp a polohovacího systému zhruba 160.000,- bez DPH za 1kWp.

4 PRAKTICKÁ REALIZACE A NAMĚŘENÍ VLASTNOSTÍ SYSTÉMU

Vzhledem k tomu, že navrhnutý solární systém stojí značné finanční prostředky, musel jsem provést základní měření na již hotovém modelu se samostatným natáčením.

4.1 Měřený solární systém

Měřený solární systém se skládá z 8 paralelně zapojených monokrystalických solárních článků. Jak uvádí konstruktér, systém není primárně určen pro konkrétní praktické nasazení ve venkovním prostředí za účelem výroby elektrické energie, slouží jako model pro další fázi vývoje. Systém. Není tedy vybaven žádným druhem IP krytí. Tomuto kritérium také odpovídá rozměr použitého panelu, který je pro energetické nasazení a pro zapojení do energeticky nezávislého okruhu příliš malý. Konstrukce pro natáčení byla sestavena při diplomové práci studenta UTB ve Zlíně. Solární články byly zakoupeny jako již použité s vědomím, že budou sloužit pro demonstrační účel a s konkrétním využitím za účelem výroby elektrické energie se nepočítá. Sestava tudíž slouží jako vývojová verze.

Solární článek má rozměry 112 x 115 x 3,2 mm. Prodejce udává hodnotu napětí až 9,8V a proud do 140mA. Na systému byla potřeba provést měření pro ověření jejich vlastností.

Zapůjčený model je zobrazen na obr. 18.



Obr.18: Měřený model solárních panelů

4.1.1 Měřitelné parametry a provedená základní měření na panelu

K měření jsem použil dva multimetry značky METEX pro měření napětí a proudu a odporovou dekádu v rozsahu 0 – 1000 Ω (vnitřní odpor dekády byl 20 Ω). Pro měření intenzity světla byl použit luxmetr značky EXTECH.

4.1.1.1 Nominální napětí solárních panelů

Nominální napětí je 9,8 V

4.1.1.2 Watt Peak

Nominální výkon fotovoltaických panelů je udáván v jednotkách Watt peak (Wp), jde o výkon vyrobený solárním panelem při standardizovaném výkonnostním testu, tedy při energetické hustotě záření 1000W/m², 25°C a světelném spektru odpovídajícím slunečnímu záření po průchodu bezoblačnou atmosférou Země (Air Mass 1,5). Watt peak je jednotkou špičkového výkonu dodávaného solárním zařízením za ideálních podmínek, jde

tedy přibližně o výkon dodávaný panelem nebo systémem za běžného bezoblačného letního dne.

4.1.1.3 Naměřená zatěžovací charakteristika osmi solárních panelů

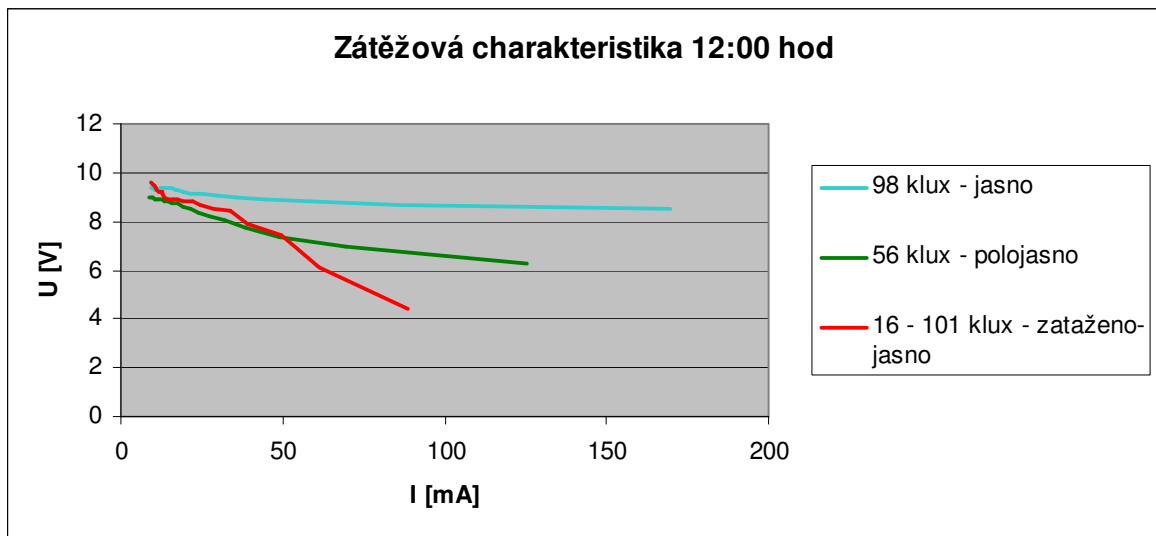
Měření jsem provedl v domácích podmínkách s měřicími přístroji zapůjčené ze školy při třech různých intenzitách osvětlení. Měření bylo provedeno 21., 22. a 23. srpna 2008. První za slunečného počasí s oblohou bez mraků. Druhé za polojasné oblohy, při menší oblačnosti. Třetí při střídání oblačnosti od zatažena, doprovázeného těžkými bouřkovými mraky, po úplně jasnou oblohu. Zde je možné pozorovat v momentě jasné oblohy vyšší proudy než při prvním (Jasno) měření. To může být způsobeno jinými vzdušnými podmínkami v některé z vrstev atmosféry.

Hodnoty měření jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tab.9: Naměřené hodnoty zatěžovacích charakteristik

E= 56			E= 98					
Polojasno	12:00 klux		Jasno	12:00 klux		Zataženo - jasno	12:00	
R[Ω]	I[mA]	U[V]	R[Ω]	I[mA]	U[V]	R[Ω]	I[mA]	U[V]
1000	8,93	8,97	1000	9,24	9,35	1000	9,46	9,58
950	9,46	8,96	950	9,78	9,35	950	9,84	9,55
900	9,92	8,95	900	10,34	9,32	900	10,37	9,41
850	10,51	8,94	850	10,97	9,33	850	10,91	9,29
800	11,15	8,93	800	11,66	9,32	800	11,74	9,25
750	11,89	8,91	750	12,41	9,33	750	12,54	9,21
700	12,69	8,88	700	13,31	9,34	700	12,75	9,11
650	13,65	8,85	650	14,31	9,34	650	13,7	8,98
600	14,67	8,81	600	15,56	9,34	600	14,78	8,92
550	15,93	8,76	550	16,88	9,29	550	16,12	8,91
500	17,44	8,71	500	17,41	9,28	500	17,73	8,9
450	19,19	8,63	450	19,21	9,22	450	19,53	8,85
400	21,29	8,51	400	21,78	9,17	400	22,05	8,82
350	23,93	8,38	350	25,13	9,12	350	24,73	8,64
300	27,44	8,24	300	29,46	9,07	300	28,44	8,53
250	32,08	8,02	250	35,5	9,01	250	33,76	8,47
200	38,73	7,74	200	44,5	8,91	200	39,12	7,89
150	49,05	7,35	150	58,6	8,84	150	49,56	7,43
100	69,62	6,95	100	85,9	8,66	100	61,24	6,12

50	125,1	6,24	50	169,7	8,53	50	88,56	4,43
----	-------	------	----	-------	------	----	-------	------



Obr.19: Zátěžovací charakteristiky 8 FV panelů

4.1.1.4 Zkratový proud – I_{sc}

Zkratový proud, je proud tekoucí fotovoltaickým článkem při napětí 0 V. Aby bylo měření přesné, lze tento parametr na solárním článku změřit pouze speciálním ampérmetrem s nulovým vnitřním odporem. Běžné ampérmetry mívají vnitřní odpor kolem 100 miliohmů a napětí na článku při měření takovým ampérmetrem může být kolem 300 mV.

4.1.1.5 Naměřené napětí naprázdno – U_{oc}

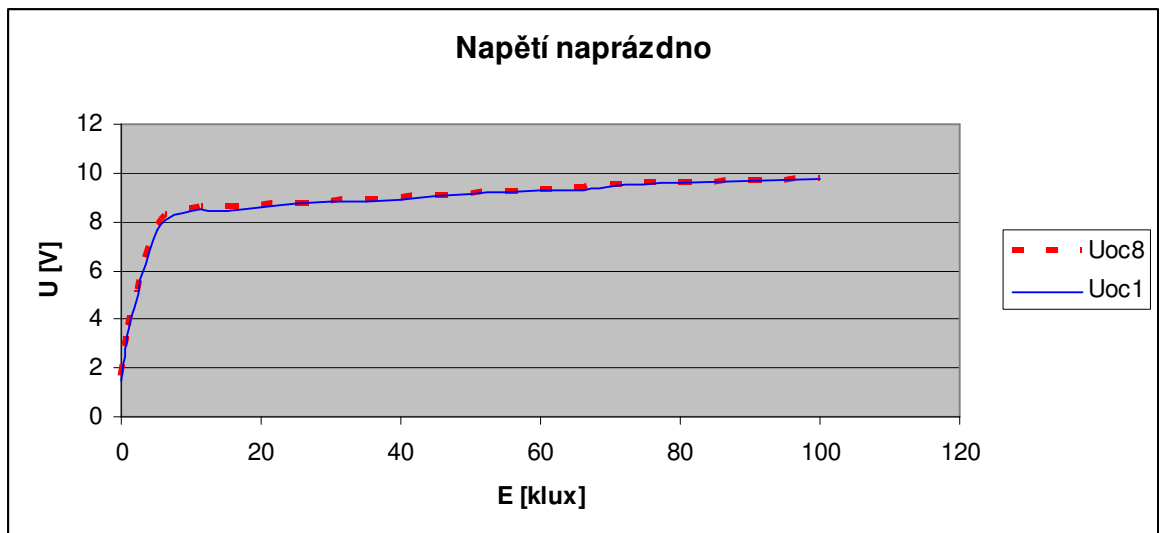
Napětí na solárním článku naprázdno, bez zátěže pro jeden a osm paralelně spojených panelů. Měření probíhalo v garáži pro snadnou regulaci osvětlení a venku s regulací osvětlení přes bílé plátno. Graf nám ukazuje závislost výstupního napětí naprázdno a intenzitou osvětlení. Vyplývá také, že hodnoty napětí jsou přibližně stejné.

Hodnoty měření jsou v tabulce.

Tab.10: Naměřené hodnoty napětí naprázdno

Jasno	E[klux]	U1[V]	U2[V]
1	0,1	1,74	1,45
2	0,5	2,87	2,75
3	1	3,72	3,65
4	5	7,93	7,64
5	10	8,51	8,42

6	15	8,59	8,47
7	20	8,67	8,63
8	25	8,75	8,71
9	30	8,83	8,79
10	35	8,87	8,85
11	40	9,01	8,89
12	45	9,09	9,08
13	50	9,17	9,15
14	55	9,23	9,21
15	60	9,29	9,28
16	65	9,36	9,29
17	70	9,49	9,48
18	80	9,63	9,61
19	90	9,68	9,68
20	100	9,73	9,74



Obr.20: Graf napětí naprázdno při různých světelných podmínkách pro 1 a 8 panelů

4.1.1.6 Naměřený maximální dodávaný výkon – P_m

Maximální výkon, který může článek dodávat. Bod maximálního výkonu solárního článku je na charakteristice zhruba uprostřed ohybu. Zařízení, odebírající energii ze solárních článků, by mělo zatěžovat fotovoltaický článek takovým způsobem, aby článek pracoval právě v okolí bodu maximálního výkonu. Jen tak může fotovoltaický článek využít sluneční energii optimálně.

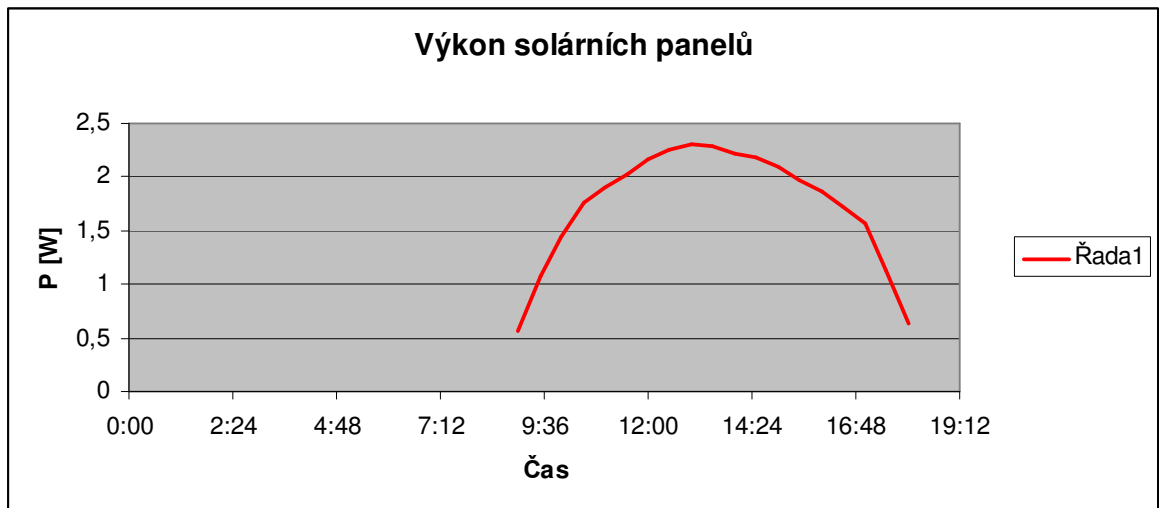
Hodnoty byly naměřeny za jasného počasí v době od 9:00 – 18:00 hodin. Z naměřených hodnot jsme mohli vypočítat výsledný výkon. Pomocí jednoduchého vzorce:

$$P = U I .$$

V našem případě se maximální výkon solárních panelů pohybuje okolo 2,3 W v čase od 12:30-14:00 hodin

Tab.11: Hodnoty naměřeného výkonu proudu a napětí v závislosti na čase

Čas	I[mA]	U[V]	P[W]
9:00	70,4	7,9	0,56
9:30	113	8,12	1,07
10:00	172	8,43	1,45
10:30	206,8	8,51	1,76
11:00	221,5	8,62	1,91
11:30	231,2	8,78	2,03
12:00	244,1	8,89	2,17
12:30	251,3	8,95	2,25
13:00	256,6	9	2,31
13:30	255,3	8,97	2,29
14:00	248,1	8,91	2,21
14:30	246,3	8,85	2,18
15:00	239,7	8,72	2,09
15:30	228,9	8,65	1,98
16:00	218,9	8,54	1,87
16:30	205,7	8,41	1,73
17:00	188,4	8,28	1,56
17:30	140,7	8,03	1,13
18:00	83,7	7,64	0,64



Obr.21: Charakteristika výkonu solárních panelů

Z naměřených hodnot a z vykreslené charakteristiky je patrné, že maximální dodávaný výkon je:

$$P_m = 2,31 \text{ W}$$

4.1.1.7 Proud při maximálním výkonu – I_m

Proud, při kterém solární článek dodává maximální výkon. Vyčteme ho z tabulky naměřených hodnot pro maximální výkon.

Proud při maximálním výkonu je:

$$I_m = 256,6 \text{ mA}$$

4.1.1.8 Napětí při maximálním výkonu – U_m

Napětí, při kterém solární článek dodává maximální výkon. Vyčteme ho z tabulky naměřených hodnot pro maximální výkon.

Napětí při maximálním výkonu je:

$$U_m = 9 \text{ V}$$

4.1.1.9 *Fill Factor – FF*

Protože jsem nemohl zjistit zkratový proud na článku, nemohl jsem vypočítat ani hodnotu Fill Faktoru.

Fill Factor je přímo úměrný součinu proudu, při kterém dodává solární článek maximální výkon a napětí, při kterém solární článek dodává maximální výkon a nepřímo úměrný součinu napětí solárního článku naprázdno a zkratovým proudem. Tento parametr se zjišťuje výpočtem podle vzorce:

$$FF = (I_m \times U_m) / (U_{oc} \times I_{sc})$$

4.1.1.10 *Účinnost solárního článku – EEF*

Sluneční světlo vzniká termonukleární reakcí ve slunečním centru při teplotách okolo 15 milionů Kelvinů. Na povrchu slunce už je teplota kolem 6 tisíc Kelvinů. Zářivý výkon celého slunce je $3,85 \times 10^{23}$ kW. Většina tohoto výkonu se vyzáří do prostoru a k Zemi dorazí je asi půl miliardy. I tak je to výkon $1,744 \times 10^{14}$ kW na celou ozářenou polokouli. Při průchodu atmosférou se část sluneční energie ztratí. Asi 300 W/m² se v atmosféře absorbuje, kolem 100 W/m² se rozptýlí. Část rozptýlené energie přispívá k celkovému osvětlení jako difuzní záření oblohy. Účinnost solárních článků se měří při definovaném osvětlení AM1.5 - energetická hustota tohoto spektra je 1 kW/m², ale silně závisí na průhlednosti atmosféry. Ve fotovoltaickém článku tak lze na elektřinu přeměnit teoreticky maximálně padesát procent dopadajícího světla. Prakticky se dosahuje účinnosti asi patnáct procent u průmyslově vyráběných článků. U experimentálních laboratorně vyráběných článků se dosahuje účinnosti až třicet procent.

Fotovoltaický modul je schopen vyrábět elektřinu i v okamžiku kdy není přímo osvětlen. Samozřejmě za jasného počasí bude výstup fotovoltaického panelu vyšší, ale fotovoltaické panely jsou schopny vyrábět i při difúzním (rozptýleném) světle, tzn. když je obloha zatažená. Účinnost polohovacích jednotek je při difúzním světle vyšší než účinnost pevné instalace, neboť sluneční sensor pomocí řídicí jednotky dá povel ke sklopení plochy panelů do vodorovné polohy pro zachycení co největšího množství rozptýleného záření.

4.1.2 Základní měření ovládání solárního panelu

Pohon zajišťují dva stejnosměrné motory využívající převodové zařízení. Jsou ovládané elektrickým obvodem, který zajišťuje jejich oddělený pohyb, v chodu je tak v jeden okamžik pouze jeden motor. Model má nominální napětí 12V. Jakmile si systém najde optimální polohu a je v pohotovostním režimu a odebírá proud 65 mA.

- Pohon pro vertikální pohyb

Odebíraný proud za chodu: $I = 395 \text{ mA}$

- Pohon pro horizontální pohyb

Odebíraný proud za chodu: $I = 300 \text{ mA}$

ZÁVĚR

Na základě zpracování této bakalářské práce, jsem se přesvědčil, že přínosy fotovoltaických systémů jsou jednoznačné. Majitel fotovoltaického solárního systému má možnost vyrábět elektřinu z nevyčerpatelného zdroje elektrické energie – slunce a hlavní výhodou je, že je zdarma. Neprodukuje žádné znečištění a jeho životnost může být až 25 let. Nesporná výhoda je jistě i v tom, že Česká Republika finančně podporuje nové projekty. To, že je fotovoltaika vhodná i pro českou republiku dokazuje fakt, odborníci chtějí v České Republice počet solárních elektráren zvyšovat. Důvodem jsou i nižší teplotní podmínky než v jižních zemích, což je vhodné pro FV panely. Instalace fotovoltaického systému je možná v podstatě kdekoliv, existují pouze dvě základní podmínky, které by se měly při instalaci dodržet. Orientace musí být k jihu - nejlépe 10° jihozápad a sklon 38° (platí pouze pro pevnou instalaci). A minimální zastínění pro maximální využití slunečního svitu.

Cílem práce bylo navrhnout systém tak, aby byl zapůjčený polohovací systém (tracker) osmi solárních panelů energeticky nezávislý na vnějším zdroji elektrické energie. Na základě provedených měření jsem zjistil, že elektrické vlastnosti solárních panelů nespĺňují podmínky k tomu, aby mohl být tento cíl realizován. Navrhl jsem tedy solární systém tak, aby byl implementovatelný do podmínek rekreačního objektu. Počítal jsem přitom s tím, že bude navržený nový polohovací systém uzpůsobený pro navržený solární panel.

Při dalším návrhu polohovacího systému bych v rámci lepšího využití drahých solárních článků do systému začlenil odrazné plochy (zrcadla) nebo čočky, které koncentrují sluneční záření na solární článek a umožňují osvětlovat článek mnohem vyššími intenzitami světla. Pro práci takového systému je nutné články chladit. Běžně vyráběné fotovoltaické články jsou určené pro práci při osvětlení slunečním zářením o intenzitě 1kW/m² (1 slunce). Především metalizace běžných fotovoltaických článků není uzpůsobená vyššímu proudovému zatížení, proto se používají speciální koncentrátorové solární články.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

I take up with principles of fotovoltaic. I make sure, that contribution fotovoltaic systems are unambiguous. The fotovoltaic system owner can make electric energy from exhaustles generator electric energy – the Sun and head advantage is, that is free. That is no produces pllution and that's lifetime is 25 years. The advantage is in the support from Czech Republic to new projects solar systems. The fotovoltaic is right for Czech Republic and the specialists want blow up a number of solar power station. The reason is a lower temperature conditions then southern countries. That is more suitable for FV panels. The instalation FV system is possible enywhere, there have been two basic conditions. The orientation must be in the direct to south – 10° south-west and drift 38° (static instalation). And minimal shadow for a maximum efectivity.

The objectives was to propose system, so that was borrowed tracker of eight solar panels energy independet. On the basis mettering I find that electric properties solar panels are not convenient for realization this objective. I was proposed solar system so that was implemented to condition of recreational object. I was conjectured with a new solar tracker project in the future for this proposal solar panel.

At Further proposal of positioner system I would like to in therms of better utilize expensive solar articles into system incorporate reflecting sheet or lenses,which concentrate solar radiation on solar article and enable illumine article much higher intensity lights .For work of those system is necessary articles cool down.Routinely manufacturing fotovoltaicke articles are designed for work on light solar radiation about intensities 1kW/m^2 (1 sun). First of all metallization common fotovoltaickyh articles isn't modification higher current load, that is why are used special concentrator solar cell.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MURTINGER, K.: Solární energie pro váš dům. Praha, Era group, 2005.
- [2] *Sluneční elektrárny (solární energie)* [online] Dostupný z WWW:
<<http://www.alternativni-zdroje.cz/slunecni-solarni-elektrarny.htm>>
- [3] *Solární článek* [online] Dostupný z WWW:
<<http://www.quido.cz/objevy/fotovolt.htm>>
- [4] *Fotovoltaický článek* [online] Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaick%C3%BD_%C4%8Dl%C3%A1nek>
- [5] *Solární články a jejich využití v senzorce a automatizaci* [online] Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2005120501>>
- [6] *Sluneční energie* [online] Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD>
- [6] *Solární panel* [online] Dostupný z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sol%C3%A1rn%C3%AD_panel>
- [7] *Solární články a jejich využití v senzorce a automatizaci* [online] Dostupný z WWW: <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2005120501>>
- [8] *Energie ze slunce* [online] Dostupný z WWW: <<http://oze.hu.cz/solarenergy.php>>
- [9] *Nejčastější otázky a odpovědi z oblasti fotovoltaiky* [online] Dostupný z WWW:
<<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#syst2>>
- [10] *Regulátory* [online] Dostupný z WWW: <http://www.jiraneck.cz/sp_regulatory.htm>
- [11] *Regulace u fotovoltaických systémů* [online] Dostupný z WWW:
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/regulace-u-fotovoltaickych-systemu>>
- [12] *Akumulátory* [online] Dostupný z WWW: <http://www.jiraneck.cz/sp_pbaku.htm>
- [13] *Měniče napětí a spínané zdroje – teoretická základna* [online] Dostupný z WWW:
<<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4263&h=292&pl=42>>
- [14] *Schyluje se v ČR k boomu fotovoltaiky?* [online] Dostupný z WWW:
<<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4700&h=13&pl=49>>

- [15] *Energetická návratnost fotovoltaických systémů v ČR* [online]Dostupný z WWW:
<<http://biom.cz/zpravy.stm?x=2091739>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

JE	Jaderná elektrárna.
kWh	kilowatthodina.
GW	Gigawatt.
EU	Evropská unie
USA	Spojené Státy Americké
PSI	Protein Structure Initiative - geneticky zkonstruované bílkoviny
PLC	Programmable Logic Controller – Programovatelný automat (PA)
PC	Personal Computer – Osobní počítač
kWp	kilowattpeak
FV	fotovoltaika
ČHMÚ	Český Hydro-Meteorologický Ústav
OZE	Obnovitelné zdroje energie
ERÚ	Energetický regulační úřad
PPI	Producer price index – index cen výrobců
UPS	Uninterruptible Power Supply - nepřerušitelný zdroj energie
MPPT	Maximum Power Point Tracker - bod maximálního výkonu
DIN	Deutsches Institut für Normung - Německý ústav pro průmyslovou normalizaci
Ah	Ampérhodina
MOS	Metal–Oxide–Semiconductor – technologie kov-oxid-polovodič
PWM	Pulse Width Modulation- regulace využívající změny šířky proudového impulsu
LCD	Liquid Crystal Display – Displej z tekutých krystalů
IP 20	stupeň elektrického krytí
DC	stejnoseměrné napětí
ISS	International Space Station – Mezinárodní vesmírná stanice

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr.1: Princip solárního článku.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr.2: Příklad reálné struktury jednoho solárního článku a generace páru elektron díra po dopadu záření.....</i>	<i>12</i>
<i>Obr.3: Příklad složení vrstev struktury kompletního solárního článku.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr.4: Polykrystalický solární panel.....</i>	<i>15</i>
<i>Obr.6: Využití solárních panelů v kosmu</i>	<i>19</i>
<i>Obr.7: Globální sluneční záření na území České Republiky</i>	<i>22</i>
<i>Obr.8: Globální sluneční záření na území České Republiky II</i>	<i>22</i>
<i>Obr.9: Roční graf intenzity slunečního záření.....</i>	<i>23</i>
<i>Obr.10: Ostrovní Off-grid systém.....</i>	<i>28</i>
<i>Obr.11: Síťový systém on-grid.....</i>	<i>29</i>
<i>Obr.12: Schémata jednotlivých měničů.....</i>	<i>33</i>
<i>Obr.13: Navržený solární systém</i>	<i>34</i>
<i>Obr.14: Polykrystalický fotovoltaický panel KC130GH-2.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr.15: Olověný akumulátor Fiamm 12 SP 135</i>	<i>37</i>
<i>Obr.16: Regulátor CX 40.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr.17: Měnič napětí SP 1200</i>	<i>39</i>
<i>Obr.18: Měřený model solárních panelů.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr.20: Graf napětí naprázdno při různých světelných podmínkách pro 1 a 8 panelů.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr.21: Charakteristika výkonu solárních panelů</i>	<i>47</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab.1: Elektrické parametry KC130GH-2.....</i>	<i>35</i>
<i>Tab.2: Další elektrické parametry KC130GH-2</i>	<i>35</i>
<i>Tab.3: Rozměry KC130GH-2</i>	<i>36</i>
<i>Tab.4: Článek KC130GH-2</i>	<i>36</i>
<i>Tab.5: Elektrická charakteristika akumulátoru VRLA 12 SP 135.....</i>	<i>37</i>
<i>Tab.6: Elektrická charakteristika akumulátoru II Fiamm 12 SP 135</i>	<i>37</i>
<i>Tab.7: Technické parametry regulátoru CX 40.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab.8: Ceny základních komponent navrženého solárního systému</i>	<i>40</i>
<i>Tab.9: Naměření hodnoty zatěžovacích charakteristik</i>	<i>43</i>
<i>Tab.10: Naměřené hodnoty napětí naprázdno</i>	<i>44</i>
<i>Tab.11: Hodnoty naměřeného výkonu proudu a napětí v závislosti na čase.....</i>	<i>46</i>