

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh zásobování elektrinou pro objekt bez možnosti  
připojení k rozvodné síti**

**vedoucí práce: Prof. Ing. Jan Škorpil, CSc.  
autor: Milan Partyngl**

**2012**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Milan PARTYNGL**  
Osobní číslo: **E08B0580P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Návrh zásobování elektřinou pro objekt bez možnosti připojení k rozvodné síti**  
Zadávající 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. Popište možnosti problematiky zásobování elektřinou pro objekt bez připojení k síti.
2. Zpracujte bilanci spotřeby elektřiny v uvažovaném objektu pro různé varianty provozu.
3. Navrhněte systém pro zásobování objektu elektřinou.
4. Zhodnoťte navržený systém z hlediska energetického, ekonomického a environmentálního.

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: Prof. Ing. Jan Škorpil, CSc.  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

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**

Hlavním tématem bakalářské práce je shrnout možnosti získání elektrické energie bez připojení objektu do veřejné rozvodné sítě a to zejména akumulací sluneční energie a jejím následným využitím. Další částí je návrh fotovoltaického systému pracujícího v ostrovním režimu. Závěrečnou částí je zhodnocení z energetického, ekonomického a environmentálního hlediska.

## **Klíčová slova**

Obnovitelné zdroje energie, ostrovní systém, fotovoltaický systém, fotovoltaický panel, měnič napětí

## **Abstract**

The main topic of this bachelor thesis is to summarize the possibilities of obtaining electric energy without connecting the building to the public grid, especially using accumulation of solar energy and subsequent use of it. Next part is involved in the design of photovoltaic systems operating in island mode. The final part is the evaluation of the energy, economic and environmental point of view.

## **Key words**

Renewable sources of energy, island system, photovoltaic system, photovoltaic panels, voltage converter

## **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 vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 8.6.2012

Jméno příjmení

.....

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce prof. Ing. Janu Škorpilovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych rád poděkoval majitelům řešeného objektu za předání cenných zkušeností s provozem systému.

Dále bych rád poděkoval své rodině, především své matce za umožněné studium.

# Obsah

<b>OBSAH.....</b>	<b>7</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ.....</b>	<b>9</b>
<b>1 MOŽNOSTI ZÁSoby ELEKTRICKOU ENERGIÍ V OSTROVNÍM REŽIMU .....</b>	<b>10</b>
1.1 ELEKTRICKÁ ENERGIIE ZE SLUNCE .....	10
1.1.1 Podmínky pro Českou republiku .....	10
1.1.2 Přeměna slunečního záření na elektrickou energii.....	11
1.1.3 Základní typy solárních článků .....	12
1.2 ELEKTRICKÁ ENERGIIE Z VĚTRU .....	12
1.2.1 Podmínky pro Českou republiku .....	13
1.2.2 Přeměna na elektrickou energii .....	13
1.2.3 Základní části větrné elektrárny.....	14
1.2.4 Jednotlivé typy a vlastnosti větrných motorů .....	15
1.3 ELEKTRICKÁ ENERGIIE Z VODY .....	15
1.3.1 Podmínky pro Českou republiku .....	16
1.3.2 Přeměna hydraulické energie vody na elektrickou energii .....	17
1.3.3 Vodní turbíny .....	18
1.4 NAFTOVÁ (BENZINOVÁ) ELEKTROCENTRÁLA .....	20
<b>2 BILANCE SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIIE.....</b>	<b>21</b>
2.1 POPIS A PŘÍKON SPOTŘEBIČŮ.....	21
2.2 RŮZNÉ VARIANTY ROČNÍHO PROVOZU .....	23
<b>3 NÁVRH CELOROČNÍHO SYSTÉMU PRO VYBRANÝ OBJEKT .....</b>	<b>25</b>
3.1 UMÍSTĚNÍ OBJEKTU .....	25
3.2 VÝPOČET PŘEDPOKLÁDANÉ VYROBENÉ ELEKTRICKÉ ENERGIIE VE VYBRANÉ LOKALITĚ.....	25
3.2.1 Zadané a vypočtené hodnoty pomocí PVGIS.....	26
3.3 NÁVRH POUŽITÝCH KOMPONENTŮ .....	28
3.3.1 Typ panelů .....	28
3.3.2 Regulace dobíjení.....	29
3.3.3 Akumulace energie .....	30
3.3.4 Měníč napětí .....	31
3.4 FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM.....	33
<b>4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO OSTROVNÍHO SYSTÉMU.....</b>	<b>34</b>
4.1 ENERGETICKÉ HLEDISKO .....	34
4.2 EKONOMICKÉ HLEDISKO .....	34
4.3 ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO.....	35
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>36</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>37</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>1</b>



## Úvod

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil převážně na možnosti získávání elektrické energie bez připojení k elektrické rozvodné síti. Systémy, které na tomto principu pracují, nazýváme ostrovními. V současnosti se ostrovní systémy stávají fenoménem této doby, dnes se k této variantě získávání elektrické energie obrací čím dál více lidí. Na vině je především nárůst cen elektrické energie či touha lidí oprostít se od poplatků dodavatelům elektrické energie v ČR a stát se tak nezávislími na poskytovatelích této elektrické energie. Cílem praktické části bakalářské práce je návrh systému zásobování elektrickou energií pro uvažovaný objekt, na základě zjištění předpokládané spotřeby elektrické energie a umístění. Důležité bylo uvažovat s rozdílnou spotřebou ve dnech pracovního volna a ve dnech pracovních. Dalším krokem v mé práci je tedy realizace tohoto systému, to znamená určit polohu cílového objektu, jeho možnosti a podmínky, za kterých budeme projekt realizovat například množství možné získané energie ze slunečního záření. Možnost odebírat elektrickou energii nezávisle na dodavatelích ve mně vzbudila velký zájem, a proto bych se do budoucna chtěl zabývat právě touto problematikou.

## Seznam symbolů

DC/AC – stejnosměrné/střídavé napětí

FV – fotovoltaický

PN – polovodičový přechod

E [kWh] - elektrická energie [kilowatthodina]

$E_{\text{rok}}$  [kWh/m<sup>2</sup>/rok] - celková sluneční energie dopadající na metr čtvereční za rok

$E_{\text{vyrobená}}$  [kWh/rok] - energie potřebná vyrobit za rok

P [W] - výkon [watt]

$V_{\text{mp}}$  [V] – jmenovité napětí

$I_{\text{mp}}$  [A] – proud při jmenovitém výkonu

$V_{\text{oc}}$  [V] – napětí na prázdko

$I_{\text{sc}}$  [A] – zkratový proud

CO<sub>2</sub> - oxid uhličitý

SO<sub>2</sub> - oxid siřičitý

NO<sub>x</sub> - oxidy dusíku

TUV - teplá užitková voda

DPH - daň z přidané hodnoty, 20 %

U [V] - elektrické napětí [volt]

# 1 Možnosti zásoby elektrickou energií v ostrovním režimu

Na mnoha místech po celém světě se i v dnešní době potýkáme s problémem připojení k rozvodné síti s elektrickou energií. Místa, jež jsou nezávislá na poskytovatelích elektrické energie, ale jsou schopna si sama vyprodukovat dostatečné množství elektrické energie pro svou spotřebu, jsou označována jako tzv. ostrovní systémy. Důvody vzniku ostrovních systémů jsou převážně ekonomické a také ekologické. Dříve vzniklo velké množství elektrických přípojek, které dnes nemusí být vždy využívány. Pokud ovšem někdy takováto přípojka vznikne, je poskytovatel elektrické energie povinen tuto přípojku udržovat v provozuschopném stavu, což samozřejmě stojí poskytovatele nemálo finančních prostředků. Svou roli v tomto hraje i vzdálenost od nejbližší elektrické rozvodny, samozřejmě čím dále se toto místo nachází, tím více stoupá finanční náročnost údržby, což je pro poskytovatele nevýhodné. Pokud na nějakém pozemku zavedena přípojka není, musel by sám spotřebitel na své vlastní náklady tuto přípojku nechat na pozemek zavést, ovšem opět by bylo na poskytovateli elektrické energie, aby přípojku udržoval v provozu. Tato varianta tedy není moc výhodná ani pro spotřebitele ani pro poskytovatele, proto tedy ostrovní systémy vznikají většinou na odlehlejších místech. Ekologické výhody jsou patrné na první pohled, pokud je totiž energie ostrovních systémů získávána z obnovitelných zdrojů, musí být tedy logicky k přírodě o mnohem šetrnější než běžná výroba. V budoucnu je velká pravděpodobnost, že se lidé budou k tomuto systému obracet stále častěji.

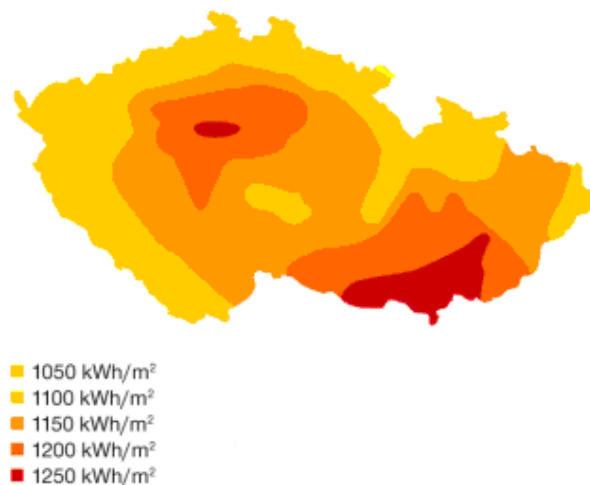
## 1.1 Elektrická energie ze slunce

Slunce existuje stejně jako celá naše sluneční soustava asi 4,6 miliardy. Je jedním z nejdůležitějších zdrojů energie, co má naše planeta k dispozici. Výkon slunce je odhadován na  $4 \cdot 10^{26}$  W, ovšem k Zemi se dostane jen asi 45 miliardtin z tohoto výkonu. Tok sluneční energie, která dorazí k naší planetě je  $1,4 \text{ kW/m}^2$ . Slunce je obrovskou zásobárnou energie a mohlo by být pro naši planetu v podstatě i nevyčerpatelným zdrojem, pokud bychom věděli, jak tuto energii správně využívat. Jedná se o obnovitelný zdroj energie, který je šetrný k přírodě, proto je třeba tuto energii akumulovat a snažit se jí využívat co nejefektivněji. [1]

### 1.1.1 Podmínky pro Českou republiku

Podmínky pro využití slunečního záření v naší republice jsou poměrně příznivé pro ohřev užitkové vody a výrobu elektrické energie. Průměrný roční dopad sluneční energie na naše

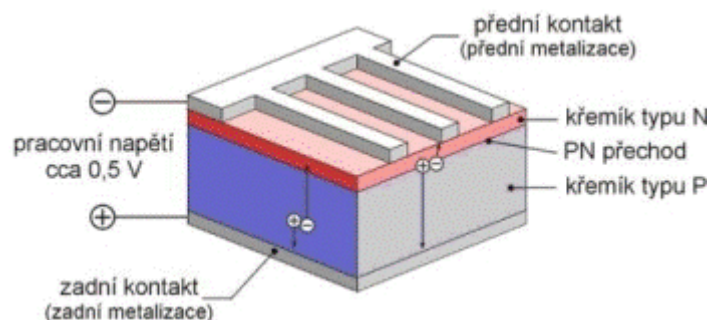
území je 1000 kWh/h. Na Moravě, kde jsou podmínky nejpříznivější, činí až 1100 kWh/h. [2]



Obrázek č. 1 - Průměrný roční dopad slunečního záření na území ČR, převzato z [2]

### 1.1.2 Přeměna slunečního záření na elektrickou energii

K přeměně slunečních paprsků na elektrickou energii nám pomůže tenká křemíková destička s elektrodami na obou stranách neboli solární článek. Tím nám vznikne polovodičový PN přechod, dopadem fotonu na článek se v krystalové mřížce uvolňují záporné elektrony. Tomu se říká fotovoltaický jev, který objasnil Albert Einstein v roce 1905, při kterém vzniká elektrické napětí. Připojením zátěže začne procházet elektrický proud. Větším počtem propojených (serio - paralelně) článků, které mají napětí přibližně 0,5 V, zvětšíme proud a napětí na zpracovatelnou hodnotu 12 nebo 24 V. V dnešní době solární panely jsou na takové úrovni, že dosahují 8 – 24 %.



Obrázek č. 2 - Řez solárním článkem, převzato z [3]

### 1.1.3 Základní typy solárních článků

- **Monokrystalický článek**

Solární články z monokrystalického křemíku jsou sytě modré až černé se zaoblenými rohy o obvyklých rozměrech 156 x 156 mm. Pro výrobu článku je třeba vyrobit jednolitý ingot křemenného krystalu, který je energeticky velice náročný. Při řezání ingotu na fotovoltaické řezy se využije jen 50 %, zbytek je odpad při řezání. Přibližná doba, za kterou vyprodukují energii spotřebovanou při jejich výrobě, je 2,7 let. Velká čistota křemíku zajistí při kolmém dopadu slunečních paprsků účinnost 14 až 16%. [4]

- **Polykrystalický článek**

Polykrystalické články se vyrábí z řezu křemíku získaného slisováním menších křemíkových krystalů za vysokých teplot. Rozměry jsou shodné s monokrystalickým článkem, ale bez zaoblených rohů. Při řezání ingotu na řezy je opět 50 % odpad. Barva těchto článků je jasně modrá s výraznou krystalovou strukturou. Energeticky méně náročná výroba. Lépe přeměňují světlo dopadající z boku článku. Účinnost těchto panelů je nepatrně menší než u předchozího typu. [4]

- **Amorfní článek**

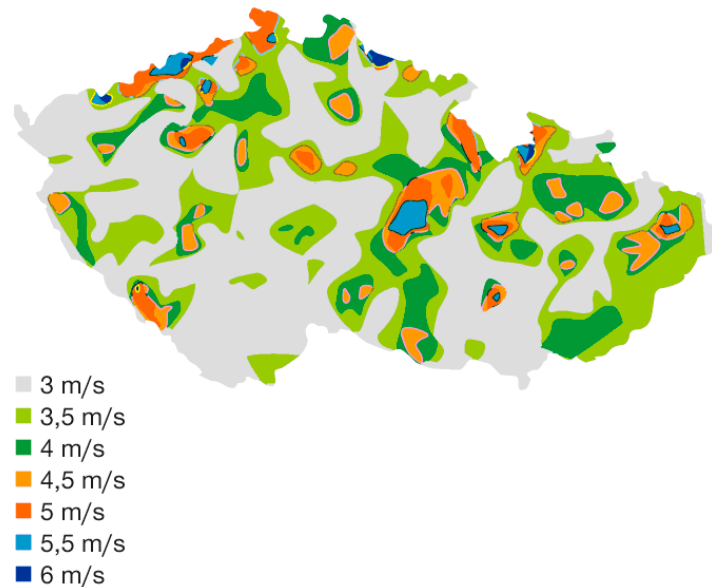
Amorfní křemík je napařováním ve vakuové komoře nanášen na skleněnou tabuli. Jde o tenkovrstvou technologii, nanášená vrstva nepřesahuje 0,001 mm. Materiálově a energeticky velice nenáročná. Účinnost těchto článků je přibližně poloviční oproti krystalickým technologiím. [4]

## 1.2 Elektrická energie z větru

Větrná energie má svůj původ opět v dopadajícím slunečním záření, jehož energie zahřívá vzduch v blízkosti povrchu země. Na proudění vzduchu má vliv střídání teplot mezi pevninou, horami a údolími, zalesněnými a holými plochami. Vlivem rozdílného oslunění v různých oblastech dochází k významným teplotním rozdílům vzduchových oblastí. Důsledkem je potom horizontální proudění vzduchu, známé jako vítr. Účinek síly se zvyšuje úměrně s rychlostí přemísťujícího se vzduchu. Také energie větru byla v minulosti dosti využívána pro celou řadu hospodářských činností. Dnes je energie větru využívána pomocí větrných turbín téměř výhradně pro energetické účely. [5]

### 1.2.1 Podmínky pro Českou republiku

Jelikož je Česká republika ve středu Evropy, nemáme nejvhodnější podmínky pro přeměnu této energie na energii elektrickou. Příhodnější podmínky jsou zde zejména ve výše položených oblastech, kde rychlost dosahuje přes 5 m/s.

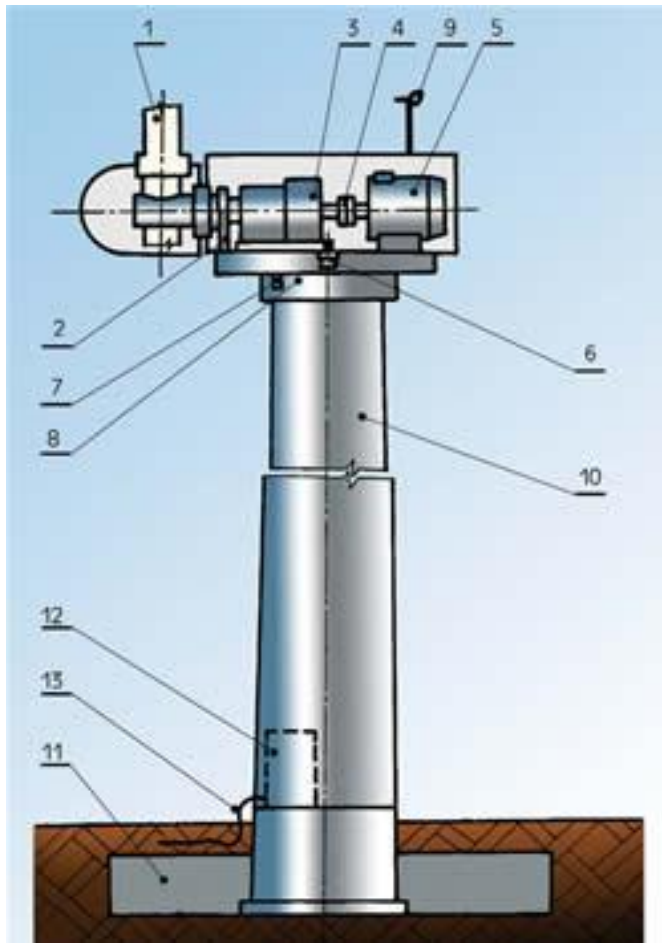


Obrázek č. 3 - Průměrné roční rychlosti větru na území ČR, převzato z [2]

### 1.2.2 Přeměna na elektrickou energii

Princip je velice jednoduchý, prouděním větru na lopatky rotoru dochází k točivé síle. Ta se dále pomocí hřídele nebo převodovky dostává na generátor. Generátor přeměňuje mechanickou energii na elektrickou energii. Pro ostrovní systém se využívají mikroelektrárny o menších výkonech.

### 1.2.3 Základní části větrné elektrárny

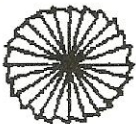





*Popis:*

- 1 - rotor s rotorovou hlavicí,
- 2 - brzda rotoru,
- 3 - planetová převodovka,
- 4 - spojka,
- 5 - generátor,
- 6 - servo-pohon natáčení strojovny,
- 7 - brzda točny strojovny,
- 8 - ložisko točny strojovny,
- 9 - čidla rychlosti a směru větru,
- 10 - několikadílná věž elektrárny,
- 11 - betonový armovaný základ elektrárny,
- 12 - elektrorozvaděče silnoprúdeho a řídicího obvodu,
- 13 - elektrická přípojka.

Obrázek č. 4 - Základní části větrné elektrárny, převzato z [6]

### 1.2.4 Jednotlivé typy a vlastnosti větrných motorů

Typ				
	mnohalopátkový rotor	vtule	Savoniův rotor	Darrieův rotor
Hlavní využití	čerpání vody, výroba elektřiny	výroba elektřiny (střídavý a trojfázový proud)	čerpání vody, výroba stejnosměrného proudu	výroba elektřiny (střídavý a trojfázový proud)
Materiál rotoru	tvarovaný plech	laminát se skelnými vlákny, dřevo a ocel	ocelový plech, plasty	hliník, laminát se skelnými vlákny
Počet listů rotoru	až 150	1 až 4	2	2 až 3
Max. průměr rotoru [m]	12	100	3	25
Max. výška věže [m]	30	100	15	47
Max. počet otáček	900 min <sup>-1</sup> 15 s <sup>-1</sup>	900 min <sup>-1</sup> 15 s <sup>-1</sup>	100 min <sup>-1</sup> 1,67 s <sup>-1</sup>	200 min <sup>-1</sup> 3,33 s <sup>-1</sup>
Max. elektrický výkon [kW]	15	4000	5	230
Účinnost rotoru [%]	20 až 43 %	max. 45 ([3] uvádí max. 48)	23	38 ([3] uvádí max. 48)
Náběhová rychlost [m.s <sup>-1</sup> ]	0,16	3 až 6	2 až 3	5 až 6
Regulace	jednotlivé lopatky se mohou odklonit	nastavení listů, změna počtu generátorů nebo stupně generátoru	mechanická brzda	mechanická brzda
Opatření proti bouři	příčně postavení směrovky vytočí rotor z větru	přestavení listů, vytočení z větru, mechanická brzda	mechanická brzda	mechanická brzda
Zvláštnosti	výkon stoupá se 3. mocninou rychlosti větru (v ostatních případech ovšem také)	nejpoužívanější typ	obvodová rychlost rotoru je větší než rychlost větru, často se používá pro náběh Darrieova rotoru	vyžaduje pomoc při náběhu

Obrázek č. 5 - Jednotlivé typy a vlastnosti větrných motorů, převzato z [7]

### 1.3 Elektrická energie z vody

Co se týče energie vodních toků, jedná se o jeden ze stabilních zdrojů. Pokud řeka nevyschne, lze toto místo považovat s určitou jistotou za relativně jistý zdroj. Z tohoto pohledu je získávání elektrické energie z vodních toků velice perspektivní záležitostí. V přírodě jde v podstatě o koloběh, kdy voda se odpařuje, a pak v podobě deště dopadá na



vyšší místa zemského povrchu, odkud stéká dolů. Tuto energii se člověk naučil využívat nejdříve. Velkou nevýhodou je, že ne všude je vhodný vodní tok, který by se dal využít.

### 1.3.1 Podmínky pro Českou republiku

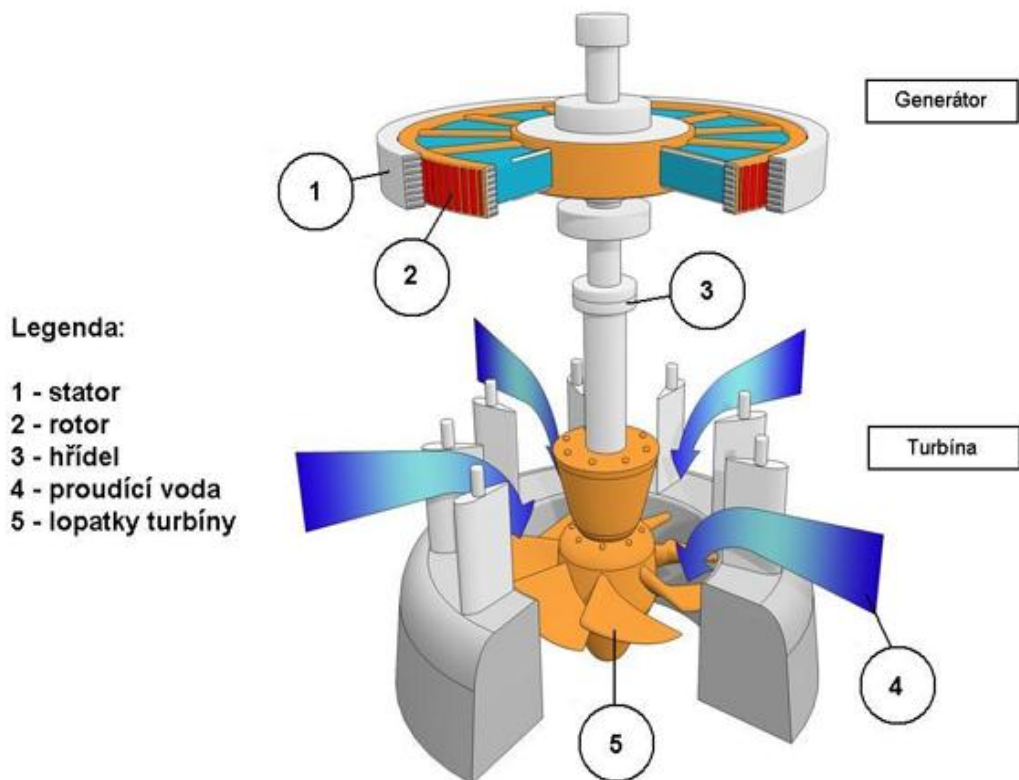
Energie vodních toků v ČR činí asi 3 400 GWh/rok. Z toho malé vodní elektrárny mohou využít až 1 600 GWh/rok. [2]



Obrázek č. 6 - Významné vodní toky, převzato z [2]

### 1.3.2 Přeměna hydraulické energie vody na elektrickou energii

Dnes využívané turbíny byly vyvinuty postupným stále větším zdokonalováním vodních kol. Princip je podobný jako u větrných elektráren, kinetická nebo tlaková energie vody roztáčí lopatky turbíny, důležitý je buď dostatečný spád, nebo průtok. Tím na hřídeli turbíny vzniká mechanická práce, která se dále přenáší na generátor, který ji přemění na elektrickou energii. Dnes mají účinnost kolem 90 %. [8]

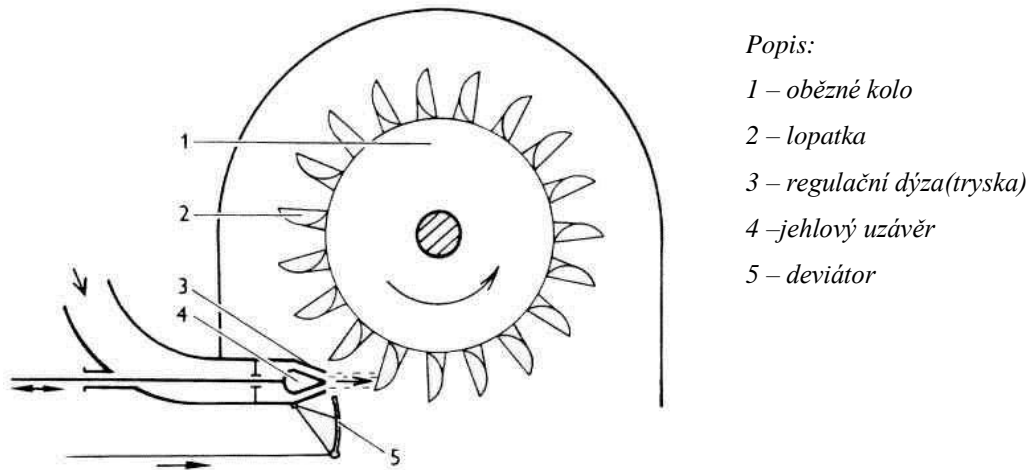


Obrázek č. 7 - Princip funkce vodní elektrárny, převzato z [9]

### 1.3.3 Vodní turbíny

- *Peltonova turbína*

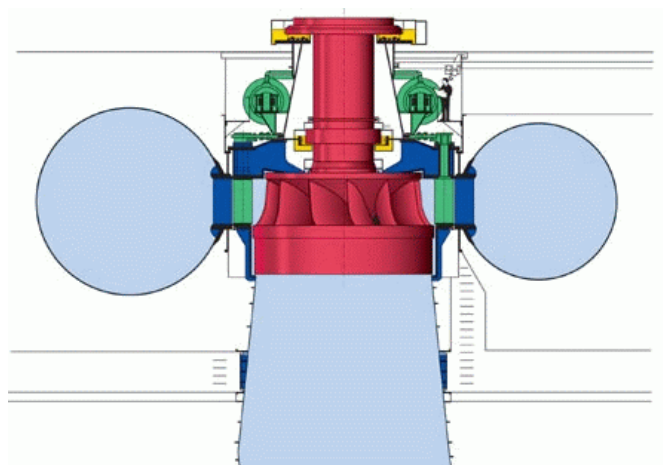
Voda je tryskou vstříkována na lopatky turbíny, tím dojde k předání energie. Z toho plyne, že je vhodná na malé průtoky a velké spády.



Obrázek 8 Peltonova turbína, převzato z [10]

- *Francisova turbína*

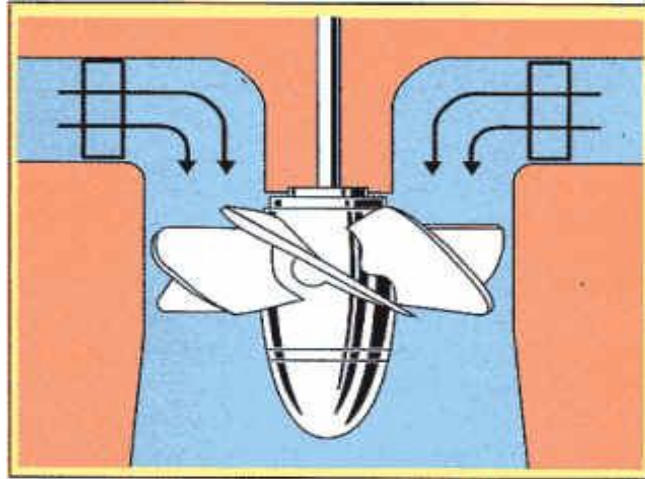
Jsou vhodné pro široký rozsah spádů a průtoků. Nevýhodou je, že při menších průtocích než na které byla navržena, klesá výrazně její účinnost. Jsou to jedny z nejvýkonnějších turbín dosahující výkonů až 1 000 MW. [11]



Obrázek č. 9 - Soustrojí s Francisovou turbínou, Převzato z [12]

- **Kaplanova turbína**

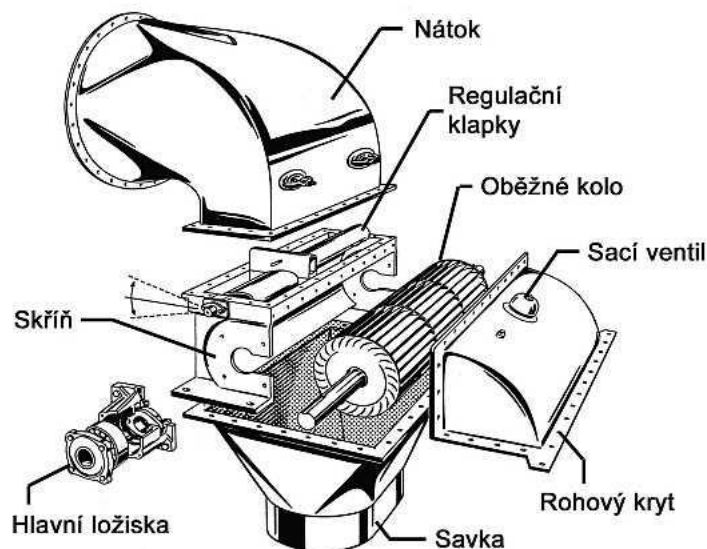
Tato turbína má velkou výhodu, možnost nastavení lopatek umožňuje nekonstantní průtok a rozdíl hladin. Jedná se o nejrozšířenější turbínu.



Obrázek č. 10 - Kaplanova turbína, převzato z [13]

- **Bánkiho turbína**

Typově jde o příčně dvojnásobně protékanou turbínu s parciálním ostřikem. Je vhodná pouze tam, kde je spád 5x až 10x větší než je její průměr. V prostoru mezi zakřivenou stěnou a klapkou se celý spád vody přemění na pohybovou energii. Účinnost je 78 až 84 %. [14]



Obrázek č. 11 - Konstrukce dvoukomorové průtokové Bánkiho turbíny, převzato z[15]

## 1.4 Naftová (benzinová) elektrocentrála

Elektrocentrála je nástroj na výrobu elektrické energie. U silnějších zařízení se jedná o zážehové motory, menší výkony využívají jednoválcové jednoduché benzinové motory, které pohání generátor. Nabízí se velká škála možných výkonů i počtu fází. Při výpadku rozvodné sítě slouží na mnoha místech jako záložní zdroje, které se umějí sami nastartovat. Další možností jsou centrály s výstupním napětím 12 V a 24 V, pro dobíjení baterií například u solárních ostrovních systémů v době špatného osvětlení fotovoltaických panelů.



Obrázek č. 12 - Benzinová elektrocentrála, převzato z [16]

## 2 Bilance spotřeby elektrické energie

### 2.1 Popis a příkon spotřebičů

Důležitou věcí při návrhu ostrovního systému je vybrat vhodné elektrické spotřebiče, bez kterých by se majitelé objektu při běžném životě neobešli. Pro výpočet denní spotřeby elektrické energie námi zvoleného objektu je nutné znát příkony spotřebičů a samozřejmě i předpokládanou dobu jejich denního provozu.

Obyvatele budovy se rozhodli žít nenáročným životním stylem, proto není potřeba předpokládat velkou denní spotřebu elektrické energie. Zvláště potom i fakt, že se v domácnosti nenachází bojler, je vítanou skutečností, protože jeho spotřeba je pro autonomní fotovoltaický systém neúnosná. K ohřevu TUV se využívá tuhých paliv.

Jednou z prioritních věcí je zajistit v objektu elektrické osvětlení na místech, jako je obývací pokoj, kuchyně, ložnice, chodba, WC a zápraží.

V chodbě a na WC použijeme LED osvětlení, protože na rozdíl od úsporných žárovek tato technologie šetří daleko více elektrické energie při častém rozsvěcování a zhasínání, ke kterému právě zde dochází nejčastěji. Využijeme 24V technologii z důvodu přímého připojení světel na akumulátory, tudíž se vyhneme ztrátám elektrické energie v DC/AC měniči. LED technologie je sice až 10x dražší než úsporné žárovky při stejném výkonu, avšak při jejím použití na správných místech lze ušetřit znatelné množství elektrické energie.

V obývacím pokoji, kuchyni, ložnici a na zápraží nainstalujeme žárovky úsporné, neboť jejich pořizovací cena je nižší a doba jejich svitu je dostatečně dlouhá na to, aby doba startu úsporné žárovky byla zanedbatelná. Je možno pořídit i úsporné žárovky 24V, které by stejně jako LED technologie předešly ztrátám elektrické energie v měniči. Pořizovací cena 24V úsporných žárovek je zhruba 2x vyšší než cena 230V úsporných žárovek a jejich nevýhodou je také špatná dostupnost v kamenných obchodech. A protože v našem objektu bydlí dva starší lidé, pro které by byl problém tyto žárovky shánět, rozhodli jsme se pro instalaci obyčejných 230V úsporných žárovek.

Nezbytnou součástí dnešní domácnosti jsou samozřejmě i další elektrické spotřebiče jako je televizor, radiopřijímač, lednice. Všechny tyto spotřebiče budou využívat DC/AC měnič, z důvodu potřeby 230V napájení.

Televizor a radiopřijímač jsou necyklická zařízení, proto můžeme použít jejich štítkové hodnoty jmenovitého příkonu ve wattech. Naproti tomu lednice je zařízení pracující cyklicky. To znamená, že lednice nemá trvale stejný odběr elektrické energie, protože termostat zajišťuje dochlazování lednice na přednastavenou teplotu. Příkon lednice je 70 W a průměrný příkon za hodinu je 0,013 Wh. Důležité je, že se lednice dochlazuje jinak v zimním, a jinak v letním období. Při vyšších teplotách v létě dochází k častějšímu dochlazování lednice, což vede ke zvýšení odběru elektrické energie, zhruba o 10-15 % (jak uvádí výrobce).

V případě pračky a žehličky je nutno podotknout, že v dnešní domácnosti nemohou chybět. Pro takováto zařízení s velkým odběrem elektrické energie, by bylo velice neekonomické řešení pomocí fotovoltaických panelů a po akumulaci ještě střídačem přizpůsobovat napětí. Proto se předpokládá řešení napájení takovýchto zařízení pomocí záložní elektrické centrály, která v budově napájené fotovoltaickými panely nesmí chybět. V případě nedostatku slunečního svitu zajišťuje dobíjení záložních trakčních baterií.

Tabulka č. 1 – Seznam spotřebičů

Seznam spotřebičů	Typ-specifikace	Jmenovitý (štítkový) příkon [W]	Průměrný hodinový příkon (W/h)
televize	LCD televizor Orava LT-822 D62B	70	70
radiopřijímač	Panasonic	20	20
lednice	Whirlpool 3251	70	0,013
pračka	ARISTON ECO8D 1492	2000	1200
žehlička	ETA	750	750

Tabulka č. 2 – Světelné zdroje

Světelné zdroje	Umístění	Napětí [V]	Příkon [W]
úsporná žárovka	obývací pokoj	230 střídavé	23
úsporná žárovka	kuchyně	230 střídavé	20
úsporná žárovka	ložnice	230 střídavé	20
LED	chodba	24 stejnosměrné	5
LED	WC	24 stejnosměrné	5
úsporná žárovka	zápraží	230 střídavé	20

## 2.2 Různé varianty ročního provozu

Rozhodl jsem se, že vypočítám celoroční spotřebu elektrické energie pro rok 2012 ve dnech pracovního volna (svátky, víkendy, dovolená), což je celkem 138 dní, a celoroční spotřebu elektrické energie ve dnech pracovních (227 dnů) [17]. Jejich součtem posléze získám celoroční spotřebu elektrické energie pro námi vybranou domácnost.

Tabulka č. 3 - Předpokládaná denní spotřeba elektrické energie ve dnech pracovního volna [Wh]

Spotřebiče	Umístění	Průměrný hodinový příkon [Wh]	Předpokládaná doba denního použití [h]	Denní spotřeba [Wh]
televize	obývací pokoj	70	8	560
radiopřijímač	kuchyně	20	3	60
lednice	chodba	0,013	24	0,312
<b>Světelné zdroje</b>	<b>Umístění</b>			
úsporná žárovka	obývací pokoj	23	8	184
úsporná žárovka	kuchyně	20	6	120
úsporná žárovka	ložnice	20	3	60
LED	chodba	5	1,5	7,5
LED	WC	5	0,7	3,5
úsporná žárovka	zápraží	20	1	20
<b>Předpokládaná denní spotřeba elektrické energie ve dnech pracovního volna [Wh]</b>				1015,312
<b>Předpokládaná roční spotřeba elektrické energie ve dnech pracovního volna [kWh]</b>				140,113



Tabulka č. 4 - Předpokládaná denní spotřeba elektrické energie pracovního dne [Wh]

Spotřebiče	Umístění	Průměrný hodinový příkon [Wh]	Předpokládaná doba denního použití [h]	Denní spotřeba [Wh]
televize	obývací pokoj	70	6	420
radiopřijímač	kuchyně	20	2	40
lednice	chodba	0,013	24	0,312
<b>Světelné zdroje</b>	<b>Umístění</b>			
úsporná žárovka	obývací pokoj	23	6	138
úsporná žárovka	kuchyně	20	4	80
úsporná žárovka	ložnice	20	2	40
LED	chodba	5	1	5
LED	WC	5	0,5	2,5
úsporná žárovka	zápraží	20	1	20
<b>Předpokládaná spotřeba elektrické energie pracovního dne [Wh]</b>				745,812
<b>Předpokládaná roční spotřeba elektrické energie pracovního dne [kWh]</b>				169,299

Z výše uvedených tabulek je patrné, že v případě víkendového provozu je roční spotřeba elektrické energie 140 kWh. Po sečtení této hodnoty s hodnotou spotřeby elektrické energie ve dnech pracovních získáme spotřebu elektrické energie provozu celoročního. Celoroční předpokládaná spotřeba elektrické energie činí 309 kWh za rok. Tyto hodnoty jsou klíčové při navrhování zásobou elektrické energie celoročních nebo víkendových stavení. Zejména rozhodují o výkonu fotovoltaických panelů, ale také o kapacitě akumulčních baterií.

### 3 Návrh celoročního systému pro vybraný objekt

V blízkosti objektu není žádný vhodný vodní tok a větrná elektrárna by hyzdila vzhled této oblasti. Proto jsem se rozhodl pro realizaci zásoby elektrickou energií využít energii slunce. Návrh bude realizován fotovoltaickou elektrárnou.

#### 3.1 Umístění objektu

Lokalita: Skočice, pošta Přeštice, okres Plzeň-jih  
GPS souřadnice: 49°33'15.616"N, 13°16'51.915"E  
Sklon střechy: 45°  
Orientace: odchylka od jižního směru je nulová  
Nadmořská výška: 446 m.n.m.

Tato bývalá hájovna se nachází mezi obcemi Roupov a Skočice přibližně na polovině cesty. Domek spadá pod obec Skočice a je veden pod číslem popisným 116. Skočice jsou vedeny pod poštou v Přešticích. Domek je na samotě u lesa. Přesto by nemělo docházet k zastínění využitelné části střechy stromy. V nejbližších místech prochází vedení elektrické energie 110kV, přesto je domek bez elektrické přípojky. Využitelná plocha střechy 28,5 m<sup>2</sup> nám nabízí dostatek plochy na fotovoltaický systém. Orientace je velice vhodná, je čistě jižní a sklon střechy je 45°. To není pro autonomní systém nejvýhodnější. V zimních měsících je slunce níže než v letních, a proto by pro nás byl nejlepší sklon okolo 20° až 30°, z důvodu většího zisku energie v zimních měsících.

#### 3.2 Výpočet předpokládané vyrobené elektrické energie ve vybrané lokalitě

S řešením tohoto problému nám pomůže on-line program PVGIS dostupný zdarma veřejnosti. Tento software má dostupné informace o dopadech slunečního záření z různých umístěných stanic a je schopen přibližně stanovit tyto hodnoty pro jakékoliv námi zvolené místo.

PVGIS software nedělá rozdíl mezi účinnostmi monokrystalickým a polykrystalickým modulem. Využitím dat ze všech možných typů krystalických panelů vznikl tak průměr, s kterým PVGIS počítá.

Začneme tím, že pomocí souřadnic zvolíme lokalitu, pro kterou provádíme výpočet. Následně je třeba vložit zásadní parametry pro výpočet předpokládané vyrobené elektrické

energie. Předpokládaný maximální instalovaný výkon panelů je 775 Wp. Tato hodnota je pro výpočet velmi důležitá, bohužel systém počítá jen se stovkami, vložil jsem tedy zaokrouhlenou hodnotu 800 Wp. Další podstatné informace pro výpočet jsou předpokládané ztráty systému. Do těchto ztrát jsem zahrnul 5% ztráty na regulátoru dobíjení a 4% ztráty na kabeláži. Do výpočtu programu jsem nezahrnul státy v akumulaci a ve střídači napětí, tyto ztráty budou započtené později. Proto celkové odhadované ztráty jsou 9 %. Ještě je třeba vyplnit informace o sklonu panelů, ty jsou shodné se sklonem střechy 45°, a také je důležité určit orientaci střechy, v našem případě jde o čistě jižní uložení solárních panelů. [18]

### 3.2.1 Zadané a vypočtené hodnoty pomocí PVGIS

Lokalita 49°33'15'', sever, 13°16'52'' východ, nadmořská výška 446 m. n. m

Nejbližší město: Klatovy, Česká republika (18 km vzdáleně)

Nominální výkon FV systému: 0,8 kW (technologie krystalického křemíku)

Sklon modulů: 45,0°

Orientace (azimut) modulů: 0,0°

Odhadované ztráty vlivem teploty: 6,5% (s použitím databáze teplot)

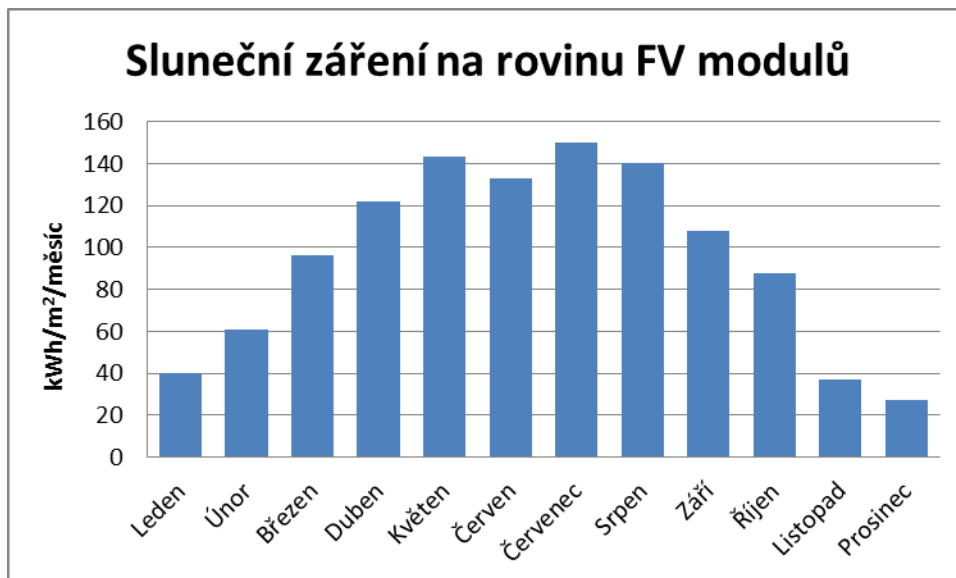
Odhadované ztráty vlivem úhlové odrazivosti: 2,9 %

Jiné ztráty (kabely, měnič, apod.): 9,0 %

Celkové ztráty systému: 18,4 %

Tabulka č. 5 – Sluneční záření na rovinu FV modulů v konfiguraci

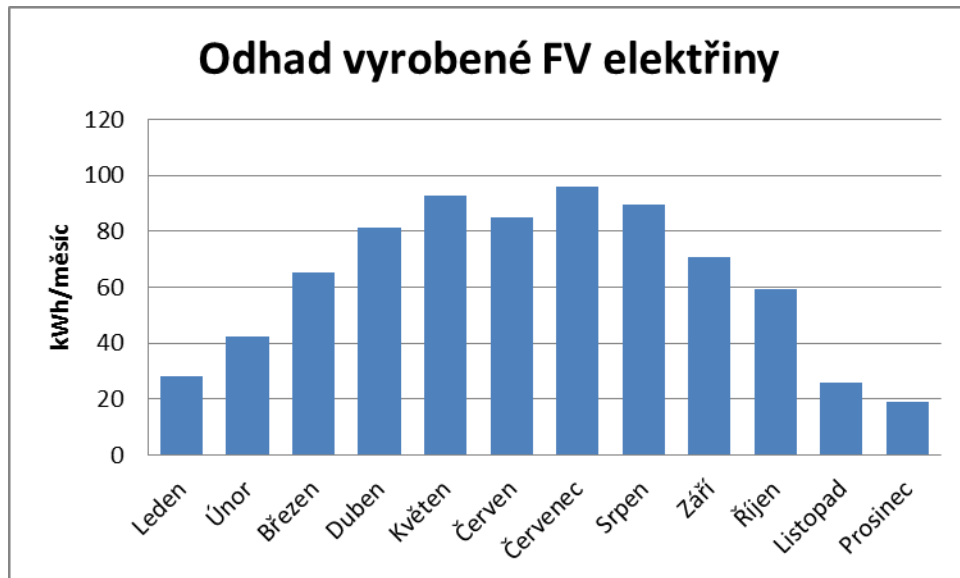
náklon = 45°, orientace = 0°		
Měsíc	Měsíční úhrn slunečního záření [kWh/m <sup>2</sup> ]	Denní úhrn slunečního záření [kWh/m <sup>2</sup> ]
Leden	40	1,3
Únor	61	2,2
Březen	96	3,1
Duben	122	4,1
Květen	143	4,6
Červen	133	4,4
Červenec	150	4,8
Srpen	140	4,5
Září	108	3,6
Říjen	88	2,8
Listopad	37	1,2
Prosinec	27	0,9
<b>Roční průměr</b>	95	3,1
<b>Roční úhrn slunečního záření [kWh/m<sup>2</sup>]</b>		1144



Graf. č. 1 – Sluneční záření na rovinu FV modulů

Tabulka č. 6 – Elektrická elektřina vyrobená FV systémem v konfiguraci

Nominální výkon: 0,8 kWp,		
Předpokládané ztráty systému: 9%		
náklon = 45°, orientace = 0°		
Měsíc	Výroba za měsíc [kWh]	Výroba za den [kWh]
Leden	28,2	0,91
Únor	42,3	1,51
Březen	65,3	2,11
Duben	81,2	2,71
Květen	92,6	2,99
Červen	85	2,83
Červenec	95,8	3,09
Srpen	89,4	2,88
Září	70,9	2,36
Říjen	59,2	1,91
Listopad	25,9	0,86
Prosinec	18,9	0,61
<b>Roční průměr</b>	<b>62,9</b>	<b>2,07</b>
<b>Celková roční výroba [kWh]</b>		<b>755</b>



Graf č. 2 – Odhad vyrobené FV elektřiny

### 3.3 Návrh použitých komponentů

#### 3.3.1 Typ panelů

Dnešní trh nabízí nepřehledné možnosti, co se týká výběru technologií a výkonu FV panelů. Pro vybranou střechu, která má čistě jižní natočení a skoro ideální náklon, jsem se rozhodl pro monokrystalickou technologii FV panelů. Výběr byl celkem jasný, protože výhodou těchto panelů je větší účinnost při kolmém dopadu slunečního záření. Kolmé záření se dá předpokládat při takto orientovaných FV panelech. Jejich větší pořizovací cena nás při výkonu 775 Wp příliš neovlivní.

Abych předešel výpadku velké části výkonu, rozhodl jsem se pro větší počet méně výkonných panelů. Při neočekávaného výpadku jednoho kusu není problém tento FV panel v obvodu vynechat. Při počtu pěti kusů by tato porucha znamenala ztrátu přibližně 155 Wp. To by případně v letních měsících obyvatele objektu energeticky neovlivnilo a měli by dostatek času výpadek vyřešit.

Vybrané FV panely vyrábí firma RICH SOLAR. Jedná se o pět kusů monokrystalických panelů o výkonu 155Wp. Prodejce GM Elektronik tyto panely prodává pod označením RS-M 36V/155W. Třívrstvá technologie EVA slouží k ochrannému uložení FV článků. Robustní hliníkový rám zajistí snadnou montáž ke konstrukci. Velmi spolehlivé bypass diody ochrání FV panel před poškozením vlivem zastínění nebo vadným FV článkem. Fotovoltaické panely

splňují normu ISO 9001:2000. Výrobce udává toleranci výstupního výkonu +/- 3%. Záruka na výkon je 25 let a na materiál a provedení je 5 let.

Tabulka č. 7 – Parametry zvoleného FV panelu

Typ	RS-M155
Výkon (Pmax)	155 [W]
Typ článků	monokrystal silikon, 25mm x 125mm
Počet článků	72
Hmotnost	15,5 [kg]
Rozměry	1580 x 808 x 50 mm
Jmenovité napětí (Vmp)	35,2 [V]
Proud při jmenovitém výkonu (Imp)	4,4 [A]
Napětí na prázdko (Voc)	43,3 [V]
Zkratový proud (Isc)	4,98 [A]
Maximální napětí systému	DC 1000 [V]
Tolerance výkonu	±3%
Teplotní koeficient max. výkonu	-0,549%/°C
Teplotní koeficient napětí na prázdko	-0,397%/°C
Teplotní koeficient zkratového proudu	0,06%/°C
Provozní teplota	44,4±2°C

### 3.3.2 Regulace dobíjení

Regulátor dobíjení slouží pro regulaci napětí při dobíjení akumulátorů. Maximální možné napětí systému se může dostat až na hodnotu 183V. Tato hodnota je nepřijatelná pro dobíjení 24V baterií. Proto pomocí regulátoru optimalizujeme napětí na vhodnou velikost vyhovující akumulátorům.

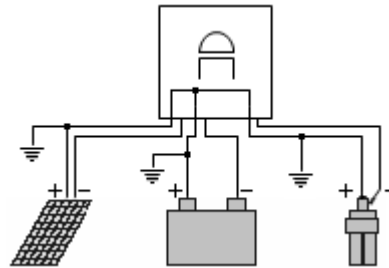
V našem případě jsem zvolil regulátor typu PHOCOS CX40 s maximálním dovoleným průchozím proudem 40 A. Ten byl navržen po provedení výpočtu maximálního dodávaného proudu  $I_n = 32,3$  A. Regulátor je nenáročný na instalaci a údržbu a jeho vybavením je LCD displej, který signalizuje stav baterie, funkci nabíjení/vybíjení a velikost nabíjecího proudu.

Tabulka č. 8 - Parametry solárního regulátoru napětí

Max. proud z panelu:	40A
Max. proud zátěže:	40A
Systémové napětí:	12V i 24V
Vlastní spotřeba:	menší než 4mA
Ochrana proti převrácení polarity	ANO
Akustická signalizace	ANO
LCD displej	ANO
Typ akumulátoru:	Pb (olověné)
Krytí:	IP20

Rozměry (mm):	89x90x39mm
Rozsah pracovních teplot:	-15 až +50°C

Zařízení je schopno kontrolovat hodnotu napětí na akumulátoru a při maximální hodnotě odpojí dobíjení, aby nedocházelo k nadbytečnému přebíjení baterií, které by vedlo k jejich následnému vysoušení. Zároveň regulátor sleduje kritickou minimální hodnotu napětí baterií a při jejím překročení odpojí spotřebiče od olověných akumulátorů. [19]



Obrázek č. 11 - Zapojení solárního regulátoru, převzato z [20]

### 3.3.3 Akumulace energie

Vyrobenou energii je nutné akumulovat pro využití v době, kdy do systému nebudou dodávat elektrickou energii fotovoltaické panely. Pro naše účely jsou plně dostačující čtyři trakční olověné akumulátory o hodnotách napětí 12 V zapojených do série pro výstupní hodnotu napětí 24 V.

Pro stanovení vhodné kapacity baterií jsem provedl jednoduchý výpočet. Vypočítal jsem předpokládaný průměrný týdenní odběr všech spotřebičů. Použil jsem předpokládanou spotřebu elektrické energie ve dnech pracovních a ve dnech pracovního volna. Standardní týden má pět pracovních a dva volné dny ( $5 \times 941 + 2 \times 1015 = 6735$  Wh). Z výsledku je patrné, že předpokládaná týdenní spotřeba představuje hodnotu 6735Wh, při vydělení této hodnoty použitým napětím akumulátorů dostaneme vhodnou kapacitu olověných článků 280 Ah. Aby nedocházelo k využívání celé kapacity baterií, je dobré navýšit hodnotu o 20% a o dalších 10% kvůli ztrátám na měniči. Zvolil jsem čtyři kusy trakčních olověných baterií o kapacitě 180 Ah a napětí 12V. Sérioparalelním zapojením jsem dostal potřebné hodnoty kapacity 360 Ah a výstupního napětí 24V.



Obrázek č. 12 – Trakční akumulátor VARTA, převzato z [21]

Zvolené solární akumulátory jsou VARTA HOBBY 12V/180Ah s minimálním samovolným vybíjením díky kalciové technologii a inovativnímu řešení mřížky. Baterie je navržena pro dlouhodobou životnost při cyklickém nabíjení a vybíjení díky použití separátorů s absorpčními skleněnými mikroválknými. Výrobce udává, že vlastnosti akumulátoru jsou vhodné pro použití v ostrovním systému. [22]

Tabulka č. 9 - Parametry solárních akumulátorů

Napětí:	12 V
Kapacita:	180Ah
Rozměry (mm):	513x223x223mm
Hmotnost:	44Kg

### 3.3.4 Měnič napětí

Úkolem měniče napětí je umožnit napájení běžných síťových spotřebičů ze zdroje 24V baterií. Postará se o přeměnu stejnosměrného 24V napětí na hodnotu střídavého 230V napětí. Měnič je schopen sledovat výstupní napětí na svorkách baterií a včas odpojit zátěž při poklesu napětí na akumulátorech, aby nedošlo k poškození nadměrným vybitím. Měnič by měl být dostatečně výkonný, aby byl mohl dodávat výkon všem zapnutým spotřebičům, případně je potřeba předimenzovat z důvodu zakoupení dalších spotřebičů v domácnosti. Důležitou hodnotou je mžikový výstupní výkon. Spotřebiče s induktivním charakterem mají při rozběhu vyšší příkon a měnič by měl být schopen po krátkou dobu tento výkon dodat. Výstupní křivka určuje cenu měniče, protože některá elektronická zařízení mají s modifikovanou sinusoidou problém a nemusí pracovat správně. [23]



Pro zvolení vhodného měniče jsem sečetl štítkový příkon všech uvažovaných spotřebičů připojených na měnič. Hodnota tohoto příkonu činí 243 W. Dále je třeba počítat s možností přikoupení dalších spotřebičů a je vhodné měnič nezatěžovat v maximálním výkonu. Proto jsem zvolil optimální výkon 1000 W.



Obrázek č. 13 – Měnič napětí, převzato z [24]

Měnič napětí HQ-1000W 24V/230V s modifikovanou sinusoidou dodá dostatek výkonu pro zvolený objekt. Je vhodný pro všechny spotřebiče nenáročné na sinusový průběh napětí s výjimkou výbojkových svítidel. [24]

Tabulka č. 10 - Parametry měniče napětí

Trvalý výst. výkon:	1000 W
Max. výst. výkon po dobu 30 min.:	1200 W
Mžikový výst. výkon:	2000 W
Výstupní napětí:	230 V AC
Výstupní křivka:	Modifikovaná sinusoida
Vstupní napětí :	20-30 V DC
Indikace kritické hranice:	21 V +/- 0.8 V
Vypnutí při nižším vst. napětí než:	20 V +/- 0.8 V
Výstupní kmitočet:	50 Hz
Spotřeba naprázdno:	< 0.2 A
Účinnost:	85-90%
Chlazení:	ventilátor
Ochrana proti přehřátí:	60 +/- 0.5 °C
Ochrana proti přetížení	ANO
Jištění:	15 A x 5
Rozměry:	310 x 210 x 85 mm
Hmotnost:	3.3 Kg
Výstupní zásuvka:	2 x CZ

### 3.4 Fotovoltaický systém

Elektrická energie vyrobená ve fotovoltaických panelech je vedena přes regulátor do 12V trakčních akumulátorů o celkovém napětí 24 V a kapacitě 360 Ah. Na regulátor je připojené 24V LED osvětlení. K akumulátorům je připojen měnič napětí, který přizpůsobí napětí ostatním domácím spotřebičům.



Obrázek č. 14 - Funkční schéma FV systému, vlastní zdroj

## 4 Zhodnocení navrženého ostrovního systému

V této části jsem zhodnotil navržený systém z několika základních hledisek. V první řadě se jedná o velmi důležité energetické hledisko, dále ekonomické a jako poslední environmentální.

### 4.1 Energetické hledisko

Fotovoltaický systém byl navržen pro daný objekt za předpokladu dodržení všech požadavků. Roční předpokládaná spotřeba elektrické energie je 309,5 kWh, tím se dostáváme na průměrnou spotřebu 25,75 kWh za měsíc bez započtených ztrát na akumulaci a měniči. Tyto ztráty mají za následek přibližně 30% navýšení spotřebované měsíční elektrické energie. Po přičtení ztrát dostáváme hodnotu 33,5 kWh. Nainstalovaný fotovoltaický výkon je 775 Wp. Roční předpokládaná vyrobená energie činí 755 kWh. Podle tabulky výroby elektrické energie je patrné, že v zimních měsících bude vyrobená energie:

listopad	25,9 kWh
prosinec	18,9 kWh
leden	28,2 kWh

Tím je patrné, že bude pravděpodobně energie nedostatek. Obyvatele se v těchto měsících budou muset energeticky uskromnit. Nastane situace, kdy majitel bude muset použít jiného zdroje například benzínové elektrocentrály pro dodání zbytku elektrické energie. Navrhovat systém, který by byl schopen stoprocentně pokrývat spotřebu domácnosti v zimních měsících je velice neekonomické.

### 4.2 Ekonomické hledisko

Materiál na realizaci FV ostrovního systému byl nakupován z různých internetových e-shopů.

Tabulka č. 11 – Seznam cen použitého materiálu

Položka	počet kusů	cena bez DPH [Kč]	cena s DPH [Kč]	dodavatel
fotovoltaické panely RS-M 36V/155W	5	8458	10150	GM Electronic
regulátor nabíjení/vybíjení CX-40	1	1847	2217	WIFI.ASPA.cz
akumulátory trakční	4	4043	4851	nejlevnějšíautobaterie.cz

VARTA HOBBY 12V 180Ah				
měníč napětí HQ-1000W 24V/230V	1	2574	3089	MULAČ.cz
konektory FV panelů	2	100	119	GM Electronic
kabel SOLAR PLUS 6mm	20	24	29	E.T.B. SOLAR
konstrukce + Al profily na jeden panel	5	950	1130	E.T.B. SOLAR
<b>celkem bez DPH</b>		<b>68315</b>		
<b>celkem s DPH</b>			<b>81933</b>	

Pro úplnost je třeba konstatovat, že vzhledem k tomu, že elektrická energie v objektu dosud nakupována nebyla, není proto možné seriózně zpracovat pro tuto akci ekonomické vyhodnocení. Hlavním přínosem instalace fotovoltaického systému v tomto případě není ekonomický efekt, ale zvýšení komfortu bydlení v objektu.

### 4.3 Environmentální hledisko

Při výrobě 1MWh hnědouhelnou elektrárnou s 65% odsířením SO<sub>2</sub> a 98% odlučivostí tuhých částí vznikají následující emise: [25]

Emise	Tuhé látky [kg/MWh]	SO <sub>2</sub> [kg/MWh]	NO <sub>x</sub> [kg/MWh]	CO [kg/MWh]	CO <sub>2</sub> [kg/MWh]
Energetické uhlí	3	5,3	7,7	0,65	1213

Na navrhovaném objektu je použitý obnovitelný zdroj elektrické energie. Fotovoltaický systém je schopen vyrobit za rok 755kWh tím ušetříme přírodě následující roční emise:

Emise	Tuhé látky [kg/MWh]	SO <sub>2</sub> [kg/MWh]	NO <sub>x</sub> [kg/MWh]	CO [kg/MWh]	CO <sub>2</sub> [kg/MWh]
Ušetřené emise za rok	2,265	4,0015	5,8135	0,49075	915,815

## **Závěr**

V mé bakalářské práci jsem se věnoval ostrovnímu napájení elektrickou energií malého celoročně obývaného objektu. Podmínkou bylo zajistit dostatečné množství elektrické energie pro normální chod této domácnosti. Pro tento návrh jsem použil obnovitelného zdroje energie. Po většinu roku bude systém dostatečně výkonný pro pokrytí spotřeby objektu. V zimních měsících se bude muset využít elektrocentrály, která v objektu stejně zajišťuje provoz výkonnějších spotřebičů, jako je například pračka. Je patrné, že pomocí FV systémů lze vyrobit dostatečné množství požadované elektrické energie. Tato energie z pravidla nezatěžuje naši planetu zbytečným spalováním fosilních paliv a následným vypouštěním emisí. Vývoj ostrovních systémů roste všude kolem nás. Lidé nemají možnost se připojit k rozvodným sítím nebo jen nechtějí být ovlivňováni, neustálým růstem cen za elektrickou energii. U mnoha případů je vidět, že ostrovní systémy fungují a má cenu je prakticky realizovat. V budoucnu lze proto předpokládat, že bude vznikat neustále víc nezávislých objektů. Neustále se vyvíjející technologie fotovoltických článků má za následek snižování ceny a zvyšování účinností. To znamená možnost více využívat těchto obnovitelných zdrojů v řešení ostrovních provozů. Domnívám se, že moje bakalářská práce může být přínosem pro řešení malých ostrovních systémů a jejich praktické realizace.

## Použitá literatura

- [1] Fotovoltaika: Slunce a jeho energie. [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://fotovoltaika.falconis.cz/slunce/>
- [2] ČEZ: *Spořte od základu* [online]. [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-zakazniky/chci-usetrit/na-cem-chcete-usetrit/sporte-od-zakladu.html>
- [3] Řez solárním článkem [online]. [cit. 2012-06-10]. Dostupné z: <http://fotovoltaika.falconis.cz/fotovoltaika/rez-clankem.jpg>
- [4] Solar envi: Alternativní technologie - amorfní křemík. [online]. [cit. 2012-04-015]. Dostupné z: <http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/technicke-informace/alternativni-technologie/>
- [5] Czech RE Agency: Větrná energie. [online]. [cit. 2012-04-015]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/vetrna-energie>
- [6] *Schéma větrné elektrárny* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.wodagreen.com/jaknato/wind/wdsvitr.htm>
- [7] CSc. KLEIN Zdeněk. *Větrné elektrárny od A do Z* [online]. 2009 [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/77876/pedf\\_m/](http://is.muni.cz/th/77876/pedf_m/). Diplomová. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Doc. RNDr. Petr Sládek.
- [8] EnviWeb: Vodní elektrárny. [online]. [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/vodenerg/79300/vodni-elektrarny>
- [9] Princip funkce vodní elektrárny [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.energetickypracovnice.cz/obnovitelne-zdroje/energie-vody.html>
- [10] *Peltonova turbína* [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: [http://www.energyweb.cz/web/index.php?display\\_page=2&subitem=2&slovník\\_page=pelton\\_turb.html](http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=2&slovník_page=pelton_turb.html)
- [11] Transformační technologie: Využití energie vodního spádu. [online]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.transformacni-technologie.cz/vyuziti-energie-vodniho-spadu.html>
- [12] *Soustrojí s Francisovou turbínou* [online]. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: <http://www.transformacni-technologie.cz/vyuziti-energie-vodniho-spadu.html>
- [13] *Kaplanova turbína* [online]. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: [http://www.gjar-po.sk/heureka/ucastnici/snezienky\\_z\\_kosic/vodne\\_koleso.htm](http://www.gjar-po.sk/heureka/ucastnici/snezienky_z_kosic/vodne_koleso.htm)
- [14] Mve.energetika: Přímotlaké turbíny. [online]. [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/banki.htm>
- [15] *Konstrukce dvoukomorové průtokové turbíny* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.hydroelectric.cz/hy-ossberger-cz.php>
- [16] *Benzínová elektrocentrála* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://elektrocentraly.heureka.cz/gude-gse-1200-4t/galerie/>
- [17] Calendar.sk. [online]. [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://calendar.zoznam.sk>
- [18] *PVGIS: Odhad výroby elektřiny z FV systému* [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z:

- <http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/pvest.php?lang=sk&map=europe>
- [19] Wifi.aspa: Solární regulátor pro 12V/24V panely. [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://wifi.aspa.cz/solarni-regulator-cx40-pro-12v-24v-panely-do-240w-40a-z99323/>
- [20] *Zapojení solárního regulátoru* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: [http://www.ecoshop.cz/vyrobek/64/0\\*14\\_fv-regulatory/](http://www.ecoshop.cz/vyrobek/64/0*14_fv-regulatory/)
- [21] *Trakční akumulátor VARTA* [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: [http://www.autobaterievrana.cz/index.php?main\\_page=popup\\_image&pID=1687](http://www.autobaterievrana.cz/index.php?main_page=popup_image&pID=1687)
- [22] Autobaterie Vrána: Trakční solární baterie. [online]. [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.autobaterievrana.cz/trakcni-solarni-baterie-varta-hobby-12v-180ah-doprava-zdarm-p-1687.html>
- [23] Měníče napětí. [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: <http://www.menice-napeti.cz/>
- [24] Autobaterie Mulač: Měnič napětí 24V na 230V 1000W HQ měnič napětí DC/AC. [online]. [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.mulac.cz/24v-na-230v-dc-ac/menic-napeti-24v-na-230v-1000w-hq-menic-napeti-dc-ac.htm>
- [25] Ing. Srdečný Karel, Ing. Truxa Jan. *Obnovitelné zdroje energie: V JIŽNÍCH ČECHÁCH A HORNÍM RAKOUSKU*. Praha: EkoWATT, 2000.
- [26] ING BERANOVSKÝ PHD., Jiří a ING. TRUXA Jan. *Alternativní energie pro váš dům*. Brno: EkoWATT, 2003.
- [27] *Alternativní energie: Informace o úsporách paliv a energie a využívání netradičních zdrojů energie v domácnostech a podnikání*. Praha: CEMC-České ekologické manažerské centrum. ISSN 1212-1673.

## Přílohy

### Příloha A – List produktu - solární panel



155-185watt photovoltaic module

## RICH MODULE

RS-M155	155Wp	RS-M160	160Wp
RS-M165	165Wp	RS-M170	170Wp
RS-M175	175Wp	RS-M180	180Wp
RS-M185	185Wp		

## MONO-CRYSTALLINE SOLAR PANEL

### EFFICIENCY

- Low voltage-temperature coefficient allows higher power output at high-temperature condition
- High efficient, high reliable solar cells ensure our product output stability

### MATERIALS

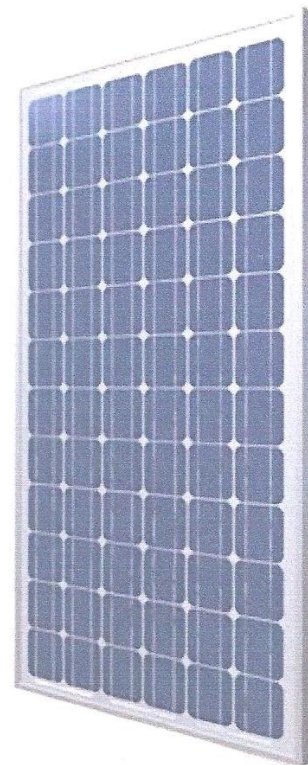
- Advanced EVA encapsulation system with triple-layer back sheet meets the most stringent safety requirements for high-voltage operation
- The sturdy, anodized aluminum frame allows the modules to be mounted on a variety of standard racking systems and to withstand harshest conditions
- Ultra reliable bypass diodes prevent damage through overheating due to shaded or defective cells
- Innovative, environmentally friendly packing method using pile-edges ensures modules arrive in perfect condition
- New frame design incorporating hexagonal shaped drainage holes, with more grounding holes, provide flexible installation and use

### BENEFITS

- Manufactured in an ISO 9001:2000 certified plant
- High efficiency, high safety, high reliability
- Output power tolerance of +/-3%
- 25-year limited warranty on power output, 5-year limited warranty on materials and workmanship

### NOTE

This publication summarizes product warranty and specifications, which are subject to change without notice. Additional information may be found on our web site: [www.richsolar.com](http://www.richsolar.com)





# RICH MODULE

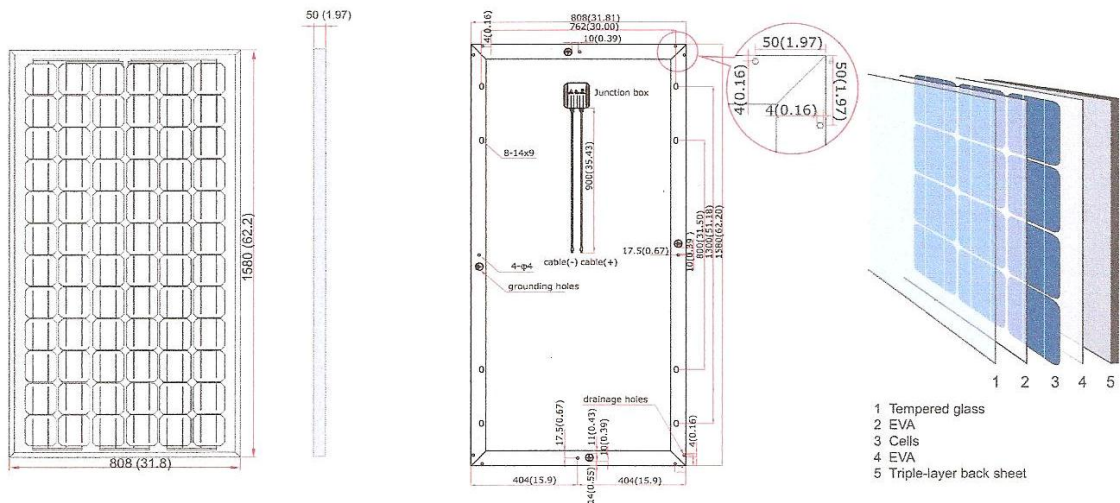
RS-M155 155Wp	RS-M160 160Wp	RS-M165 165Wp
RS-M170 170Wp	RS-M175 175Wp	RS-M180 180Wp
RS-M185 185Wp	MONO-CRYSTALLINE SOLAR PANEL	

## SPECIFICATIONS

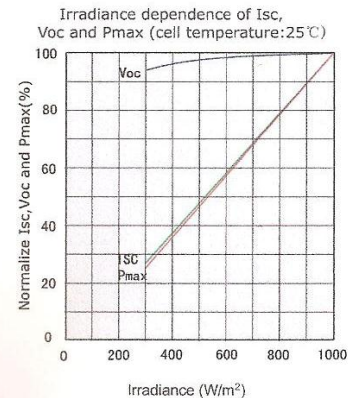
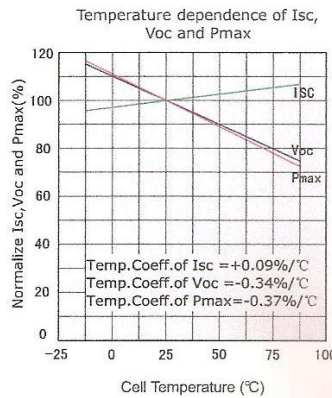
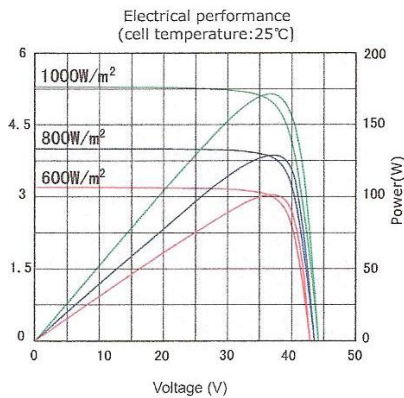
Model type	RS-M185	RS-M180	RS-M175	RS-M170	RS-M165	RS-M160	RS-M155
Peak power (Pmax)	185W	180W	175W	170W	165W	160W	155W
Cell type	MonoCrystalline Silicon, 125mm x 125mm						
Number of cells	72 cells in series						
Weight	15.5 kg (34.2 lbs)						
Dimensions	1580x808x50 mm (62.2x31.8x1.97 inch)						
Maximum power voltage (Vmp)	36.30V	36.30V	36.24V	36.13V	35.80V	35.62V	35.20V
Maximum power current (Imp)	5.09A	4.95A	4.83A	4.71A	4.60A	4.49A	4.40A
Open circuit voltage (Voc)	44.60V	44.60V	44.25V	44.16V	44.12V	43.90V	43.30V
Short circuit current (Isc)	5.80A	5.61A	5.50A	5.30A	5.19A	5.07A	4.98A
Maximum system voltage	DC 1000V						
Temp. Coeff. of Isc (TK Isc)	0.06 %/°C						
Temp. Coeff. of Voc (TK Voc)	-0.397 %/°C						
Temp. Coeff. of Pmax (TK Pmax)	-0.549 %/°C						
Normal Operating Cell Temperature	44.4±2 °C						

Note: the specifications are obtained under the Standard Test Conditions (STCs): 1000 W/m<sup>2</sup> solar irradiance, 1.5 Air Mass, and cell temperature of 25 °C.

## PHYSICAL CHARACTERISTICS Unit:mm (inch)



## ELECTRICAL CHARACTERISTICS



## Příloha B – List produktu - solární regulátor

Datasheet\_CX\_ENG

Final Version



## CX10, CX20, CX40

Solar Charge Controller with LCD Display



- Battery State-of-Charge display LCD
- Charge and discharge status display
- Acoustic load disconnect pre-warning
- Load status indication
- Choose between 5 load disconnect algorithms
- boost/absorption/float PWM-regulation (series type)
- Integrated temperature compensation
- Covered terminals (up to 16mm<sup>2</sup> wire size)
- Full solid-state protection

The CX series is a sophisticated solar charge controller family with exceptional features in this price range. Beside a perfect PWM regulation with integrated temperature compensation the controllers provide extraordinary display, programming and safety functions.

The battery state of charge is clearly displayed with a bar chart, as well as energy flows from and to the battery and the load status (e.g. overload, load short circuit). The deep discharge protection function can be set up to three different modes: voltage controlled, SOC controlled or adaptive (fuzzy logic).

Acoustic warnings are built in, also A programmable nightlight function.

As an accessory we can provide an Excess Energy Management output to control special Phocos appliances like the SF solar refrigerators/coolers.

The compact case design is prepared for DIN rail mounting (mounting device available as an accessory).

TYPE	CX10	CX20	CX40
Charge current max.	10A	20A	40A
Load current max.	10A	20A	40A
System voltage	12/24V	12/24V	12/24V
Self power consumption	<4mA	<4mA	<4mA
Dimensions(wxhxd)	92x93x38mm	92x93x38mm	92x93x38mm
Type of protection	IP22	IP22	IP22

20081026  
Subject to change without notice

[www.phocos.com](http://www.phocos.com)

Phocos AG, Germany  
info@phocos.com

Phocos China Ltd., China  
Info-china@phocos.com

Phocos India Solar Pvt. Ltd., India  
Info-india@phocos.com

Phocos Latin America S.R.L., Bolivia  
Info-latinamerica@phocos.com

Phocos Rep. Office Australia, Australia  
Info-australia@phocos.com

Phocos Rep. Office Brazil, Brazil  
Info-brazil@phocos.com

Phocos Rep. Office Eastern Africa, Kenya  
Info-easternafrica@phocos.com

Phocos Eastern Europe S.R.L., Romania  
Info-easterneurope@phocos.com

Phocos SEA Pte Ltd, Singapore  
Info-sea@phocos.com

Phocos Rep. Office South Africa  
Info-sadc@phocos.com

Phocos Tunisia  
Info-maghreb@phocos.com

Phocos USA  
Info-usa@phocos.com