

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

## NÁVRH SYSTÉMU FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ PRO RODINNÝ DŮM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAN MAREČEK



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND  
COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

# NÁVRH SYSTÉMU FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ PRO RODINNÝ DŮM

DESIGN OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR A DETACHED HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAN MAREČEK

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ PĚCHA

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

**Student:** Jan Mareček

**ID:** 136556

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2012/2013

## NÁZEV TÉMATU:

**Návrh systému fotovoltaických panelů pro rodinný dům**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení se současným stavem.
2. Návrh fotovoltaického systému pro rodinný dům.
3. Ekonomické zhodnocení podle platných právních předpisů.
4. Pořizovací náklady, výnosnost projektu.
5. Zhodnocení výsledků a další návrhy.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

**Termín zadání:** 11.2.2013

**Termín odevzdání:** 31.5.2013

**Vedoucí práce:** Ing. Jiří Pěcha

**Konzultanti bakalářské práce:**

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá seznámením se současným stavem fotovoltaického systému a jeho návrhem pro rodinný dům. Popisuje princip, složení a použití fotovoltaického článku. Seznamuje s rozdělením fotovoltaických systémů a měničů v instalacích. Pojednává o současné platné legislativě podpory fotovoltaických systémů pro rok 2013. V rámci této práce byl vypracován samotný návrh fotovoltaického systému pro rodinný dům a jeho ekonomické zhodnocení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Fotovoltaický systém, fotovoltaika, fotovoltaický článek, fotovoltaický panel, legislativa, zelený bonus, návrh fotovoltaického systému, ekonomické zhodnocení

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on introduction to the current state of photovoltaic system and its design for detached houses. It describes principle, composition and application of a photovoltaic cell and distribution of photovoltaic systems and converters for installations. It discusses current legislation support of photovoltaic systems in 2013. As a part of this thesis was designed photovoltaic system for detached house and its economic evaluation was prepared.

## **KEYWORDS**

Photovoltaic system, photovoltaics, photovoltaic cell, photovoltaic panel, legislation, green bonus, design of photovoltaic system, economic evaluation

MAREČEK, Jan. *Návrh systému fotovoltaických panelů pro rodinný dům*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky, 2013. 58 s. Vedoucí práce byl Ing. Jiří Pěcha

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Návrh systému fotovoltaických panelů pro rodinný dům“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

(podpis autora)

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Pěchovi za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno .....

.....

(podpis autora)

# OBSAH

Úvod	10
<b>1 Energie ze slunce</b>	<b>11</b>
<b>2 Technologie FV panelů</b>	<b>12</b>
2.1 Fyzikální podstata FV přeměny energie . . . . .	12
2.2 PN přechod . . . . .	12
2.3 Solární článek . . . . .	12
2.3.1 Výroba křemíku . . . . .	12
2.4 Stavba FV článků . . . . .	13
2.4.1 Klasické tlustovrstvé . . . . .	13
2.4.2 Voltampérová charakteristika FV článku . . . . .	14
2.4.3 Tenkovrstvé . . . . .	16
2.5 FV panely . . . . .	19
2.5.1 Výroba FV panelu . . . . .	19
2.5.2 Účinnost FV panelu . . . . .	20
2.6 Konstrukce pro upevnění FV panelů . . . . .	22
2.6.1 Statické . . . . .	22
2.6.2 Nastavitelné . . . . .	22
<b>3 Rozdělení a užívání FV panelů a měničů v instalacích</b>	<b>24</b>
3.1 FV systémy . . . . .	24
3.1.1 Off - grid systém . . . . .	24
3.1.2 On - grid systém . . . . .	25
3.2 Měniče . . . . .	27
3.2.1 Podle principu funkce . . . . .	27
3.2.2 Podle konstrukce . . . . .	28
<b>4 Legislativa podpory OZE</b>	<b>29</b>
4.1 Výkupní ceny elektřiny a zelené bonusy . . . . .	29
4.2 Daně . . . . .	30
<b>5 Návrh fotovoltaického systému na rodinný dům</b>	<b>32</b>
5.1 Základní parametry . . . . .	32
5.2 Návrh vhodné technologie . . . . .	33
5.2.1 Panely . . . . .	33
5.2.2 Střídač . . . . .	33

5.3	Postup při výstavbě . . . . .	34
5.4	Návrh elektroinstalace . . . . .	34
5.4.1	Ochrana proti přepětí . . . . .	35
5.5	Projektová dokumentace . . . . .	35
5.5.1	Předpisy a normy . . . . .	36
5.5.2	Jmenovitá napětí a druhy sítí . . . . .	36
5.5.3	Technický popis . . . . .	36
<b>6</b>	<b>Ekonomické zhodnocení</b>	<b>38</b>
6.1	Platné právní předpisy . . . . .	38
6.1.1	Náklady . . . . .	38
6.1.2	Výnosnost . . . . .	39
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>41</b>
	<b>Literatura</b>	<b>42</b>
	<b>Seznam symbolů, veličin a zkratk</b>	<b>45</b>
	<b>Seznam příloh</b>	<b>46</b>
<b>A</b>	<b>Přehled cen podpory elektřiny ze slunečního záření</b>	<b>47</b>
<b>B</b>	<b>Situační plán</b>	<b>48</b>
<b>C</b>	<b>Žádost o připojení zařízení k DS-1</b>	<b>49</b>
<b>D</b>	<b>Žádost o připojení zařízení k DS-2</b>	<b>50</b>
<b>E</b>	<b>Žádost o udělení licence</b>	<b>51</b>
<b>F</b>	<b>Návrh rozložení FV panelů</b>	<b>52</b>
<b>G</b>	<b>Schéma zapojení</b>	<b>53</b>
<b>H</b>	<b>Výstup programu Sunny Design</b>	<b>54</b>
<b>I</b>	<b>Katalogový list střídače</b>	<b>55</b>
<b>J</b>	<b>Parametry panelů</b>	<b>56</b>
<b>K</b>	<b>Pořizovací náklady</b>	<b>57</b>
<b>L</b>	<b>Výnosnost</b>	<b>58</b>



# SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Roční suma globálního záření na vodorovnou plochu České republiky, převzato z [17]. . . . .	11
2.1	Princip FV článku, převzato z [18]. . . . .	13
2.2	Zatěžovací a výkonová charakteristika FV článku, převzato z [5]. . . .	14
2.3	Vliv teploty na výkon FV článku, převzato z [5]. . . . .	15
2.4	Vliv intenzity slunečního záření na výkon FV článku, převzato z [5]. .	15
2.5	Struktury různých typů fotovoltaických článků, převzato z [11]. . . .	17
2.6	Princip tenkých vrstev, převzato z [19]. . . . .	17
2.7	Solární článek CIGS, převzato z [13]. . . . .	18
2.8	Technologie SOLYNDRA, převzato z [14]. . . . .	19
2.9	Solární panel, převzato z [20]. . . . .	20
2.10	VA charakteristika FV modulu . . . . .	20
2.11	Průměrná měsíční výroba FV systému 1kWp pro ČR , převzato z [11]	23
2.12	Super tracker , převzato z [7] . . . . .	23
3.1	Přímé napájení, převzato z [23]. . . . .	24
3.2	S akumulací, převzato z [23]. . . . .	25
3.3	Hybridní systém, převzato z [23]. . . . .	26
3.4	On - grid systém, převzato z [23]. . . . .	26
3.5	Zjednodušené schéma fotovoltaického systému, převzato z [21]. . . . .	27
5.1	Teoretická roční produkce elektrické energie, převzato z [24]. . . . .	32
6.1	Návratnost investice . . . . .	40

## SEZNAM TABULEK

2.1	Účinnosti jednotlivých panelů . . . . .	21
5.1	Přehled testovaných panelů, převzato z [8]. . . . .	33
6.1	Aktuální ceny . . . . .	38

# ÚVOD

Od doby, kdy se začala používat elektřina si člověk nedokáže představit život bez elektrické energie. Již dnes víme, jak negativní je využívání neobnovitelných zdrojů energie (fosilní paliva - ropa, plyn, uhlí). Problém těchto zdrojů je v jejich možnosti vyčerpání a ve znečišťování ovzduší různými skleníkovými plyny a popílky. Vzhledem k přibývajícimu počtu lidí se dostáváme do doby, kdybychom měli začít uvažovat o alternativních zdrojích elektrické energie. Zdrojích, které méně znečišťují životní prostředí. Do této skupiny obnovitelných zdrojů patří právě fotovoltaická výroba elektrické energie.

Tato práce se věnuje návrhu fotovoltaického systému pro rodinný dům. V první kapitole se zabývá samotnou energií a množstvím dopadajícím na povrch naší planety. Rozdělením záření, intenzitou a její ovlivňování různými vlivy.

Druhá kapitola je čistě teoretická. Dočteme se zde o pásové teorii polovodičů. O vzniku polovodiče typu N, P a PN přechodu. V následující části je probrána výroba křemíku, fotovoltaického článku, jeho rozdělení a další druhy článků. Následně se dostáváme k fotovoltaickým panelům, jejich výrobě, typům, vlastnostem a účinnosti.

Třetí kapitola pojednává o fotovoltaických systémech a o jejich připojení na distribuční síť. Dále o principu a funkci měničů řízených sítí nebo samostatně řízených.

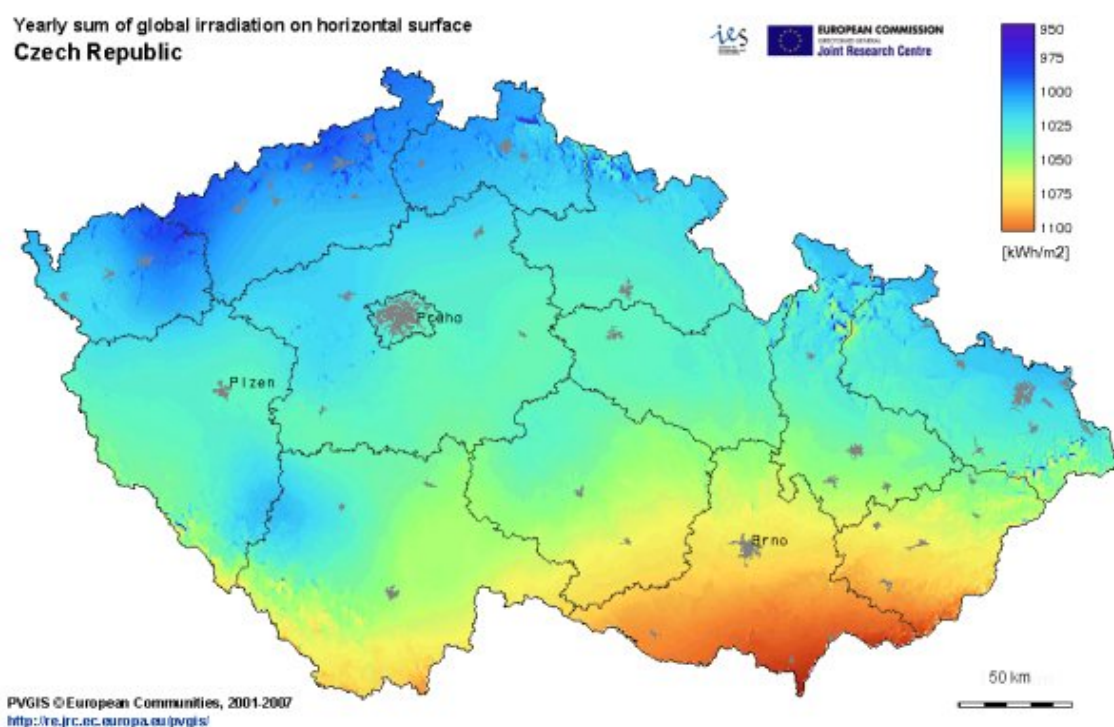
Kapitola čtvrtá se zabývá legislativou obnovitelných zdrojů energie platnou pro rok 2013 a daňovou problematikou. Uvedeny jsou zde také platné výkupní ceny elektrické energie dodané do sítě a ceny zelených bonusů.

V páté kapitole je zpracován samotný návrh fotovoltaického systému na rodinný dům. Tento návrh je tvořen výběrem vhodné technologie jednotlivých komponentů, elektroinstalace a vyhotovení projektové dokumentace.

Šestá kapitola tvoří ekonomické zhodnocení podle platných právních předpisů. Jsou zde uvedeny náklady a výnosnost celého projektu.

# 1 ENERGIE ZE SLUNCE

Výkon slunečního záření dopadající na atmosférický obal Země činí průměrně  $1367 \text{ W/m}^2$  a nazývá se solární konstanta. Uvedené hodnoty byly převzaty z [4]. Průchodem atmosférou země se výkon slunečního záření zmenšuje a to z důvodů odražení, pohlcování a rozptylování od molekul vzduchu a vodních kapek. Pro odhad jmenovitého výkonu panelů na pokrytí požadované spotřeby energie můžeme použít vědomost, že z  $1 \text{ kW}$  instalovaného výkonu dostaneme 800 až 1100 kWh elektrické energie za rok.



Obr. 1.1: Roční suma globálního záření na vodorovnou plochu České republiky, převzato z [17].

Záření dopadající na zemský povrch se dělí na dva druhy a to na přímé a difúzní (rozptýlené). Sečtením přímého i difúzního slunečního záření všech hodin, kdy svítí slunce, dostáváme celkové roční ozáření v kWh na  $1 \text{ m}^2$  za rok. Například v Česku dosahuje hodnot 950 až  $1340 \text{ kWh/m}^2$ , jak můžeme vidět na obrázku 1.1. Sluneční záření je složeno ze složek různých vlnových délek. Krátké vlnové délky tvoří ultrafialové světlo, střední energeticky bohaté viditelné světlo a dlouhé infračervené světlo. Různé solární články mají rozdílnou spektrální citlivost.

## 2 TECHNOLOGIE FV PANELŮ

### 2.1 Fyzikální podstata FV přeměny energie

K fotovoltaické přeměně energie elektromagnetického záření na energii elektrickou dochází v polovodičových FV (fotovoltaických člancích). Nejspolehlivější jsou FV články na bázi krystalického křemíku. Fotovoltaický jev je založen na uvolňování elektronů z látky příčinou absorbování elektromagnetického záření.

Podle typu nosiče náboje dělíme polovodiče na vlastní (intrinsické) a příměsové. Příměsové mohou být dopované typu N (majoritními nosiči náboje jsou elektrony) nebo typu P (majoritními nosiči jsou díry, které se chovají jako částice s kladným nábojem).[1]

### 2.2 PN přechod

PN přechod vznikne mikroskopickým spojením polovodiče typu P a polovodiče typu N. Spojením a následným vytvořením přechodu dochází k difúzi (rozptýlení) děr z polovodiče typu P do polovodiče typu N. Tyto díry rekombinují (slučují se) s elektrony v polovodiči typu N. U přechodu v polovodiči typu P vznikají elektricky nevykompenzované nepohyblivé záporné ionty akceptorů (příjemci - přijímají elektron).

Potom, co díry z okolí přechodu zčásti přešly do polovodiče typu N a tam rekombinovaly (neutralizovaly se) s elektrony dochází k difúzi elektronů z polovodiče typu N do polovodiče typu P, kde elektrony rekombinují s dírami. V blízkosti přechodu mezi polovodiči vznikají v polovodiči typu N nepohyblivé nevykompenzované kladné ionty donorů (dárci - dávají k dispozici elektron). [2] PN přechod se může nacházet v těchto stavech:

- bez zdroje napětí,
- propustný směr,
- závěrný směr.

### 2.3 Solární článek

#### 2.3.1 Výroba křemíku

Křemík je druhý nejčastěji se vyskytující prvek v zemské kůře. Je relativně levný, snadno dostupný a není jedovatý. V přírodě ho obvykle nalezneme ve formě křemene ( $SiO_2$  - oxidu křemičitého), jeho drobná zrnka tvoří křemenný písek, který je třeba vyčistit a vytvořit z něj polotovar pro další výrobu. Na to se používá technologie

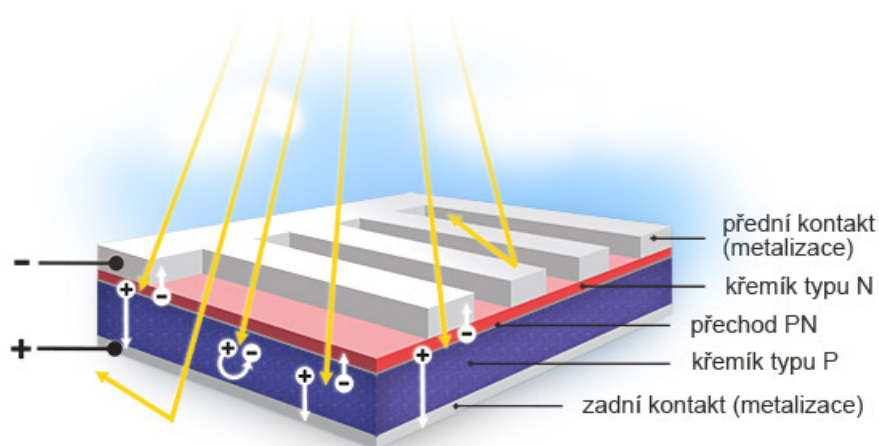
firmy Siemens, po které se vytváří hrudky čistého polykrystalického křemíku. Z nich se dále vyrábějí polykrystalické či monokrystalické ingoty, které se řezají na tenké destičky. Tyto destičky nazývané wafery, které tvoří základní část pro výrobu fotovoltaických článků. Po nařezání se destičky zabrušují, a dále vyhlazují ponořením do kyseliny. Dotováním či legováním waferů příměsemi ve formě plynu vzniká již dříve popsaná N a P vrstva. [3],[1]

## 2.4 Stavba FV článků

### 2.4.1 Klasické tlustovrstvé

Tyto křemíkové články můžeme rozdělit na dva základní typy a těmi jsou monokrystalické a polykrystalické. Dnes se vyrábějí dva druhy velikostí o rozměru strany přibližně 15 cm a 20 cm. Jejich tloušťka bývá kolem  $d \approx 0,2$  mm. S velikostí solárního článku stoupá proud, zatímco napětí zůstává konstantní. Napětí solárního článku je kolem 0,6 - 0,7 V. Převzato z [3].

Klasický solární článek se skládá ze dvou různě dotovaných křemíkových vrstev. Vrchní strana, na kterou dopadá sluneční svit je záporně dotovaná fosforem. Vrstva ležící pod ní je kladně dotovaná bórem. Aby článek dodával proud jsou na obou stranách článku umístěny kovové elektrody jako kontakty viz. obrázek 2.1.



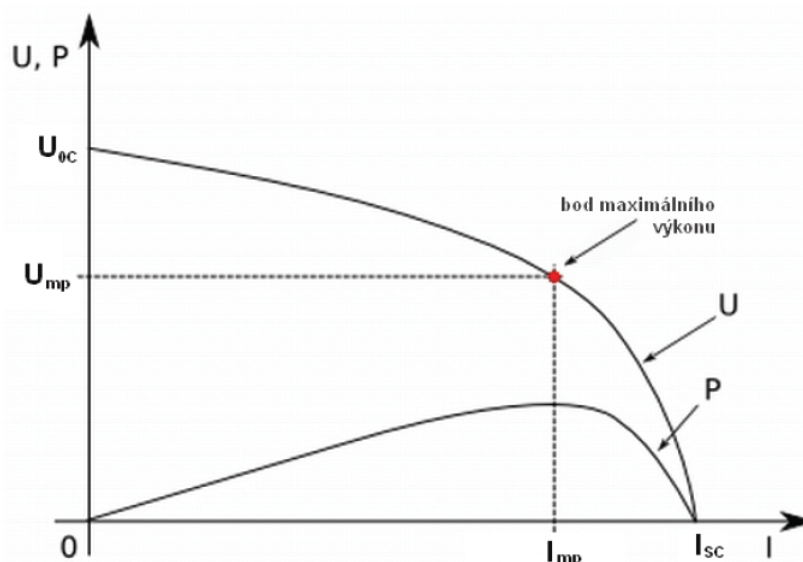
Obr. 2.1: Princip FV článku, převzato z [18].

Kontakty se nanášejí buď sítotiskem nebo složitějším vakuovým napařováním. Povrch článku by měl být přizpůsoben tak, aby odrazil co neméně slunečních pa-

prsků a absorboval co nejvíce fotonů. To umožňuje antireflexní vrstva, která se umístí na povrch článku. Čerpáno z [4]. Pod touto vrstvou je umístěna vrstva nevodivého oxidu, která článek chrání proti korozi. Pro lepší vstup fotonů do článku se přední strana leptá do struktury malých jehlanů. Pokud fotony projdou článkem bez vyvolání fotovoltaické přeměny, odrazí se od zadní strany článku a vyleptané jehlany způsobí, že se foton nedostane ven z článku a úplným odrazem jsou vráceny zpět do oblasti PN přechodu. [1]

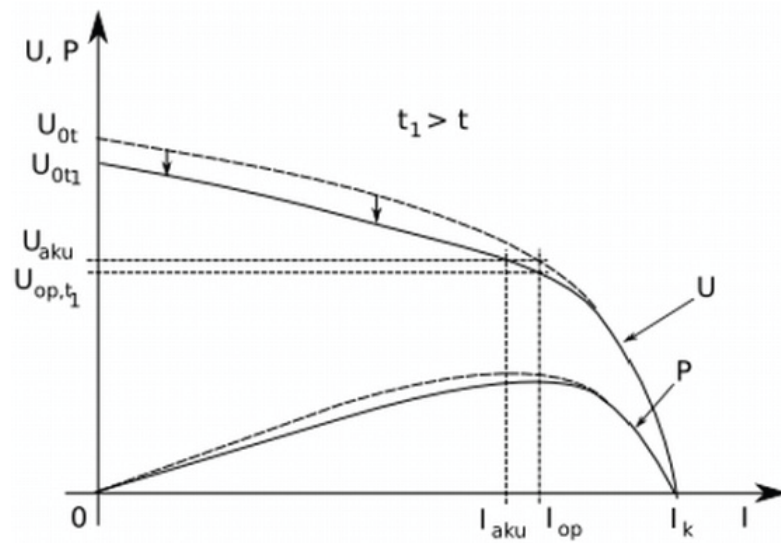
## 2.4.2 Voltampérová charakteristika FV článku

Voltampérová charakteristika FV článku zobrazuje základní parametry článku viz. obázek 2.2.

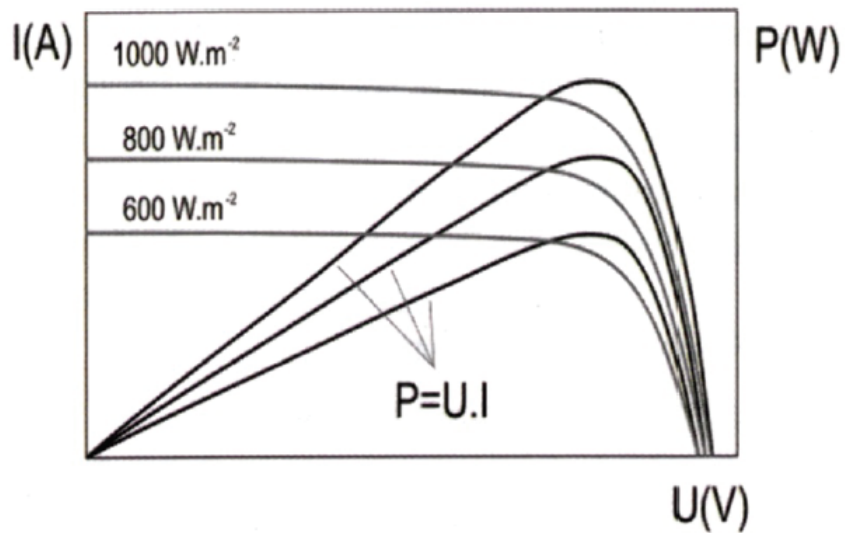


Obr. 2.2: Zatěžovací a výkonová charakteristika FV článku, převzato z [5].

Napětí naprázdno  $U_{0C}$  znázorňuje maximální možné napětí na článku v případě, kdy ke článku není připojen žádný spotřebič. Proud nakrátko  $I_{SC}$  znázorňuje maximální (zkratový) proud, který článek může dodávat. Bod maximálního výkonu (MPP) je pracovním bodem na charakteristice, při kterém je dosahovaný výkon největší. Výkon je dále závislý na intenzitě ozáření, jeho spektru a na teplotě článku. Například při bezvětří dosahuje povrchová teplota článku až  $80^{\circ}\text{C}$ . Zvýšením teploty se zvýší fotonový proud, poklesne napětí naprázdno a dochází ke snížení zatěžovací charakteristiky tím i k nižšímu napětí. To způsobí pokles výkonu viz. obrázek 2.3, což je nežádoucí. Další faktory ovlivňující účinnost jsou intenzita záření a velikost sériového a paralelního odporu. Při malém sériovém odporu a s rostoucí intenzitou



Obr. 2.3: Vliv teploty na výkon FV článku, převzato z [5].



Obr. 2.4: Vliv intenzity slunečního záření na výkon FV článku, převzato z [5].



záření účinnost roste do maxima a až při velkých intenzitách záření klesá viz. obrázek 2.4 . Při velkém sériovém odporu, zejména u tenkovrstvých článků je průběh opačný. Informace byly čerpány z [5].

### 2.4.3 Tenkovrstvé

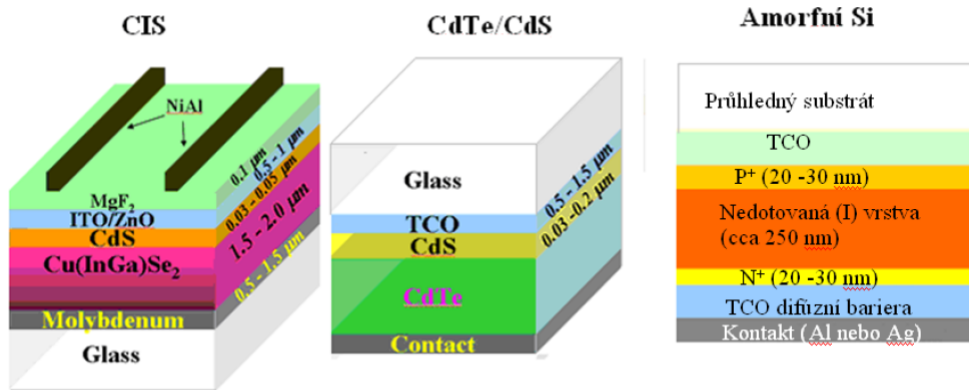
U těchto článků jsou výrobní náklady a spotřeba materiálu podstatně nižší, mají také kratší dobu energetické návratnosti. Tenkovrstvá technologie má mnoho různých vlastností, jako je menší citlivost na teplotu a zastínění, ohebnost, lepší využití spektra slunce, různé rozměry a tvary, možná průhlednost materiálu, homogenní vzhled, možnost integrace a použití umělého světla. Nejvýznamnější je však automatizovaná výroba, která je jednodušší než u křemíkových destiček. Do budoucna má tenkovrstvá technologie velký potenciál a čím bude levnější, tím bude její podíl na trhu větší.

Nejperspektivnější technologie pro levné solární články jsou:

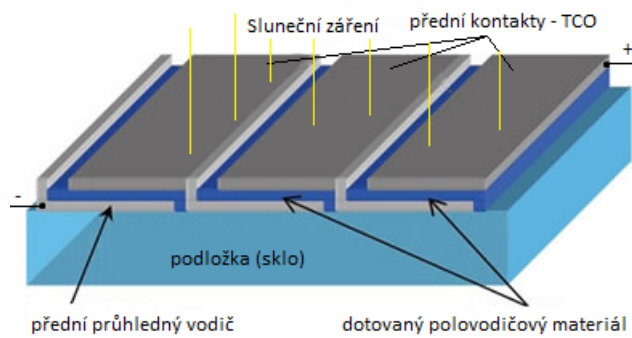
- nanokompozity - CIGS solární články,
- barvivové solární články (nanosolární články),
- solární článek s nanokrystaly (kvantovými tečkami),
- polymerové (plastové) solární články (s fullereny),
- nanosolární články ve formě antén.

To co spojuje tyto technologie pracující na různých principech je použití nanostruktur ve formě trubic nebo koulí, které slouží jako kanály nebo cestičky pro uvolněné elektrony. Tím dochází k výraznému zvýšení účinnosti přeměny. Tenkovrstvá technologie je sice levnější, ale potřebuje pro stejný výkon větší solární plochu. Z toho důvodu vzrostou montážní, instalační a projekční náklady. Tenkovrstvé články se vyrábějí z CdTe, amorfního křemíku (někdy v kombinaci s mikrokrystalickým křemíkem) a  $\text{CuInSe}_2$  nanášením několika mikrometrové tenoučké vrstvy materiálu na sklo. Místo skla se dále používají levné nosné materiály, jako jsou umělé hmoty a kovové fólie. Struktury různých typů tenkovrstvých článků můžeme vidět na obrázku 2.5.

Přední kontakty jsou tvořeny průhlednou vysoce vodivou vrstvou oxidu kovu TCO (Transparent Conductive Oxide), která je rozhodujícím nákladovým faktorem při výrobě viz. obrázek 2.6. Elektrické oddělení a propojení článků se provádí strukturálními kroky zahrnutými do procesu výroby. Z důvodu ochrany je modul tvořen skleněnou tabulí a zapouzdřen materiály složených z různých prvků, jako kopolymér etylén - vinylacetát (EVA). Největší nevýhodou je malá účinnost  $\eta \approx 10 \%$  a krátká doba životnosti. [4]



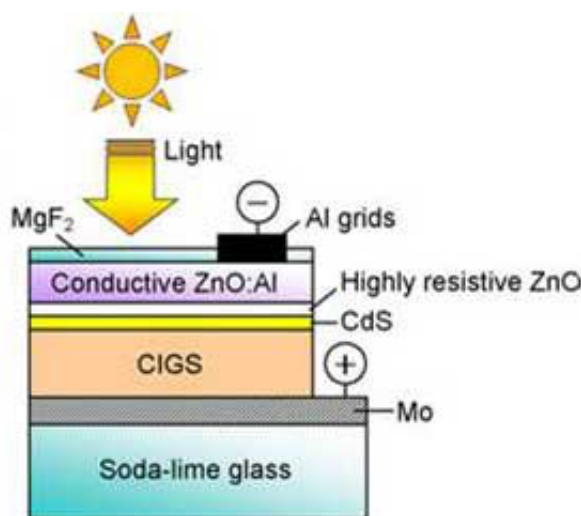
Obr. 2.5: Struktury různých typů fotovoltaických článků, převzato z [11].



Obr. 2.6: Princip tenkých vrstev, převzato z [19].

## CIGS články

Tyto tenkovrstvé solární články jsou vyráběné tiskem fotocitlivé vrstvy v podobě inkoustu na velmi vodivou pružnou metalickou fólii. Polovodičový materiál CIGS je vytvořen z mědi (Copper), india (Indium), gallia (Gallium) a selenu (Selenium). Na rozdíl od křemíku zachycuje dopadající záření již v prvním mikrometru pod povrchem materiálu a může tak být tenký jen několik milimetrů. Článek je tvořen strukturami viz. obrázek 2.7, které se umísťují na podložku z molybdenem pokrytého skla, hliníku nebo nerezové oceli. V laboratorních podmínkách se povedlo dosáhnout 20,4% účinnosti. [13]

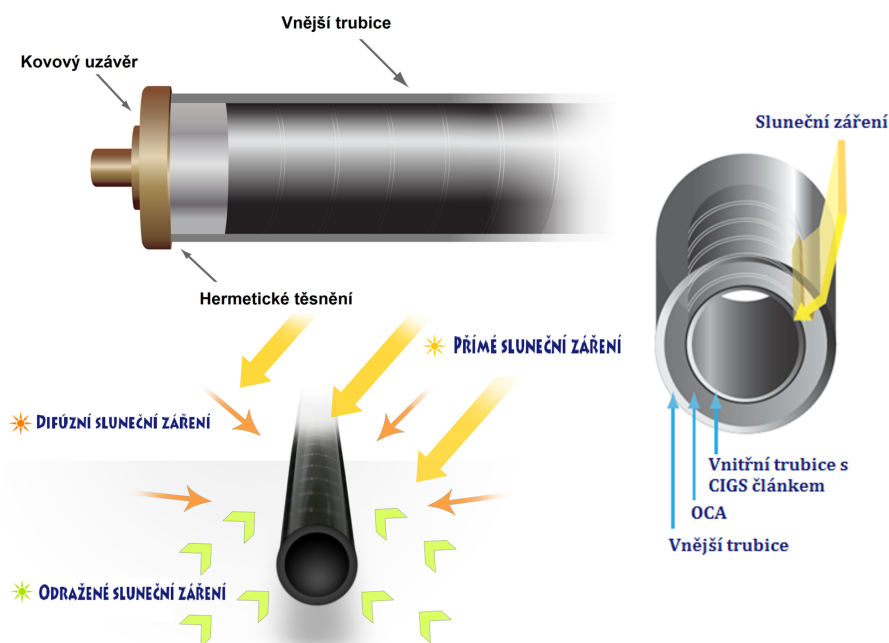


Obr. 2.7: Solární článek CIGS, převzato z [13].

## Technologie SOLYNDRA

Solyndra je fotovoltaický systém navržený pro umístění na rovné střechy do maximálního sklonu 9,5°. Jednotlivé panely se skládají ze skleněných trubici tvoří dva válce uložené v sobě. Vnitřní válec obklopuje solární článek CIGS a ten je chráněn kapalným optickým spojovacím prostředkem (OCA) napuštěným mezi válci viz obrázek 2.8. Vnější válec láme dopadající paprsky kolmo na solární článek a to bez ohledu na úhel dopadu slunečního záření. Oba válce jsou na koncích hermeticky utěsněny proti vlhkosti. Tvar válce umožňuje zachytávat sluneční paprsky v rozsahu 360° a to jak přímé, difúzní, tak i odražené. Pro zvýšení účinnosti se na střechy umísťují bílé odrazné pásy od kterých se odrazí daleko více slunečního záření. Díky jedinečné konstrukci má systém tyto výhody. Lepší využití plochy, panely se umísťují ve výšce 30 cm vodorovně nad střechou a nemusí se dodržovat vzájemné odstupy.

Nízká hmotnost (pouze  $16 \text{ kg/m}^2$ ), proudící vzduch mezi trubicemi snižuje provozní teplotu a tím zvyšuje výnosnost. Panely jsou odolné proti větru do  $240 \text{ km/hod.}$  V zimních měsících sníh propadává mezi trubicemi a zvyšuje množství odraženého světla. [14]



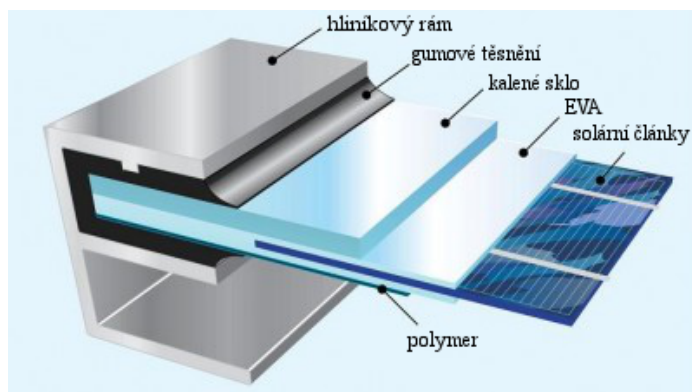
Obr. 2.8: Technologie SOLYNDRA, převzato z [14].

## 2.5 FV panely

### 2.5.1 Výroba FV panelu

Současné krystalické články dosahují výkonu  $4 \text{ W}$  a napětí  $0,5 \text{ V}$ . Aby se dosáhlo vyššího napětí a výkonu, tak se tyto články sériově spojují a tvoří fotovoltaický modul (panel) viz. obrázek 2.9.

Články se oboustranně zataví do průhledného etylen - vinyl - acetátu (EVA), který je chrání před povětrnostními vlivy, mechanickým namáháním, vlhkostí a zároveň jednotlivé články elektricky izoluje, potom se umístí mezi skleněnou tabuli na přední straně a umělohmotnou fólii (např. tedlar) na zadní straně. Na solární panely se používají speciální tvrzená skla. Tyto skla obsahují jen malé množství oxidu železa a jsou tak více propustná pro sluneční záření. Téměř vždy mají moduly hliníkový rám, který chrání hrany skla a za tento rám se upevňují k úchytům na střeše. Bezrámové moduly se nazývají lamináty. Vyrábějí se i speciální moduly (např. střešní tašky, moduly pro čluny, lampy, parkovací automaty). Zalaminuje-li se

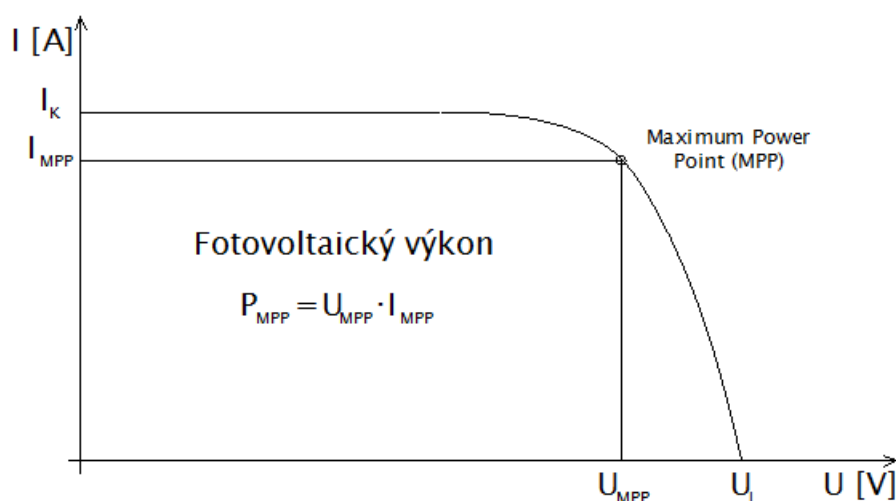


Obr. 2.9: Solární panel, převzato z [20].

modul mezi dvě fólie nebo teflonové vrstvy, vzniká ohebný modul, který má mnoho dalších využití. Například ve stavebnictví a architektuře, kde moduly mohou tvořit poloprůhledné skleněné stěny, okna, střechy atd. [4]

## 2.5.2 Účinnost FV panelu

Účinnost FV článku je podíl elektrického výkonu a vstupní energie slunečního záření. Účinnost ovlivňuje velikost vyrobeného výkonu na  $m^2$ , který může FV článek vyrobit. Při výrobě je samozřejmě požadována co největší účinnost, tu ovlivňují zvolené materiály a kvalita provedení. Účinnosti jednotlivých panelů nalezneme v tabulce 2.1. Při sériové výrobě dosahuje maximální účinnost křemíkových článků 20 % a v laboratorních podmínkách i 25 %.



Obr. 2.10: VA charakteristika FV modulu

Tab. 2.1: Účinnosti jednotlivých panelů

Materiál článku	Maximální laboratorní účinnost	Maximální provozní účinnost sériového článku	Modulární účinnost	Plocha na 1 kW [m <sup>2</sup> ]
Monokrystalický křemík	24,7 %	21,5 %	15 %	6,7 m <sup>2</sup>
Polykrystalický křemík	18,5 %	15 %	14 %	7,2 m <sup>2</sup>
Amorfní křemík	12,7 %	8 %	6 %	16,7 m <sup>2</sup>
Koncentrátové články	40,7 %	35 %	28 %	3,6 m <sup>2</sup>

Spojením jednotlivých FV článků do modulů klesne jejich účinnost z důvodů prostorů mezi články a rámy modulu. Do budoucna lze předpokládat zlepšení účinnosti vynalezením jiných a lepších materiálů. Koncentrátové články mají vysokou účinnost oproti běžným křemíkovým článkům, ale jsou výrazně dražší z důvodů použití zrcadel a čoček na soustředění slunečních paprsků do požadovaného místa.

Další parametry kromě účinnosti charakterizující FV moduly je charakteristika proud - napětí znázorněná na obrázku 2.10. Kde  $I_K$  je protékající zkratový proud při spojení modulu nakrátko a  $U_L$  je napětí při chodu naprázdno. Bod, kdy se obdélník dotýká křivky se nazývá Maximum power point (MPP). Je to bod při maximálním napětí  $U_{MPP}$  a proudu  $I_{MPP}$ , kdy FV modul dodává právě maximální výkon.

Proud a výkon FV modulu je samozřejmě závislý na množství zachycených fotonů a tedy na intenzitě světla. Při poklesu světelného záření na polovinu klesá i výkon na polovinu. Dále je výkon závislý i na teplotě. Při zvyšující se teplotě klesá, například při zvýšení o 25°C klesá výkon krystalických fotovoltaických článků přibližně o 10 %. Při instalaci je dobré pamatovat na dostatečné odvětrání, které panely ochlazuje a tím zvyšuje jejich výkon. [3]

Téměř všechny moduly jsou osazeny přemostovacími (by - pass) diodami, které zajišťují, aby fotovoltaický modul dodával maximální výkon, i když je část panelu zastíněna. Dnes se vyrábějí fotovoltaické panely o výkonu řádově desítek wattů až do 250 W. Životnost je 25 až 30 let a někteří výrobci garantují i 25 let na 80 % výkonu fotovoltaického panelu. [6]

Aby bylo možné porovnávat fotovoltaické moduly, byly určeny mezinárodní stan-

dardizační podmínky. Maximální výkon fotovoltaických solárních článků se určuje při intenzitě záření  $1000 \text{ W/m}^2$  a teplotě modulu  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tyto hodnoty většinou představují maximální hodnoty MPP- výkonu, protože ve skutečnosti je intenzita slunečního záření nižší a teplota panelů vyšší, až  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Těchto hodnot se ale málokdy dosáhne, proto má hodnota výkonu jednotku  $W_p$  (Watt Peak). [3]

## **Údržba a monitorování FVE**

Pro dosažení maximální výtěžnosti instalovaného FV systému je potřebná pravidelná údržba, včasné zjištění problémů, jejich lokalizace a odstranění. Toho můžeme docílit monitoringem přes internet nebo častou kontrolou. Údržbou se myslí pravidelná kontrola stavu jednotlivých el. zařízení (panely, střídač, kabeláž, rozvaděč). Dále můžeme provádět čištění FV panelů a to zejména odklizení sněhu v zimních měsících nebo úpravu zeleně, aby nestínila. [11]

## **2.6 Konstrukce pro upevnění FV panelů**

Další nedílnou součástí FVE jsou konstrukční prvky na upevnění panelů. Instalace panelů má vliv na účinnost FV systému a může ovlivnit celkový výnos.

### **2.6.1 Statické**

Tato konstrukce je používána především pro sedlové střechy a to díky své jednoduchosti. Panely jsou zde přišroubovány na hliníkové profily, které se upevňují pomocí speciálních železných háků nebo vrutů podle typu pokrývky střechy k její konstrukci. Nosná konstrukce má pevný úhel. Doporučuje se jižní směr a sklon  $25^\circ$  až  $35^\circ$  od horizontální roviny.

### **2.6.2 Nastavitelné**

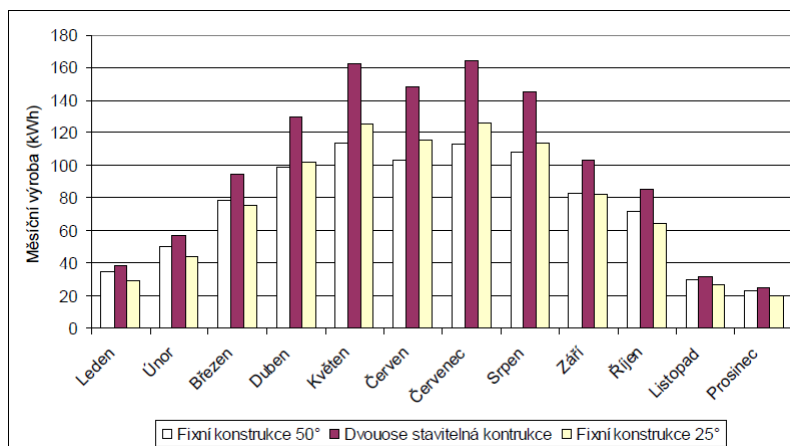
#### **Jednoosé polohování**

Tvoří panely umístěny na konstrukci pod úhlem  $35^\circ$  se zařízením sledující polohu slunce v ose od východu na západ. Používají se zde polykrystalické panely. Použitím zařízení na sledování slunce je dosaženo o 5 až 10 % vyšší účinnosti než u pevné instalace.

#### **Dvouosé polohování**

K natáčení panelů na konstrukci dochází tak, aby dopadající sluneční paprsky byly kolmo. Tím je zároveň ovlivňován azimut (orientovaný úhel) a elevace (naklápění).

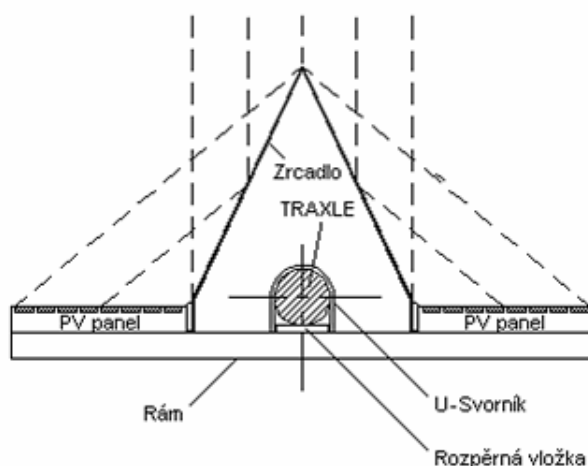
Používají se zde panely s nejvyšší účinností, kterými jsou monokrystalické. Tímto systémem se zvýší výkon až o 37 % oproti pevné instalaci. Rozdíly výroby pro jednotlivé systémy můžeme vidět na obrázku 2.11.



Obr. 2.11: Průměrná měsíční výroba FV systému 1kWp pro ČR , převzato z [11]

### Super tracker

Konstrukce je zde tvořena pomocí jednoosého systému a násobiče (zrcadla) světelného toku. Pomocí zrcadel se zvýší účinnost přeměny vlivem vyššího počtu dopadajícího záření. Rozložení panelů a zrcadel můžeme vidět na obrázku 2.12. [7]



Obr. 2.12: Super tracker , převzato z [7]



## 3 ROZDĚLENÍ A UŽÍVÁNÍ FV PANELŮ A MĚNIČŮ V INSTALACÍCH

### 3.1 FV systémy

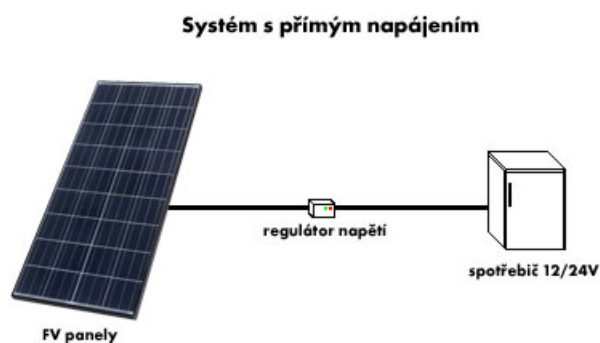
Fotovoltaické moduly vystavené slunečnímu záření jsou schopny dodávat do spotřebiče stejnosměrný proud. Pro další jeho využití je potřeba k modulům připojit další prvky (např. akumulátorovou baterii, měnič, regulační zařízení a další). Tato sestava modulů, spotřebičů a dalších prvků se nazývá fotovoltaický systém, který můžeme skládat podle účelu využití.

#### 3.1.1 Off - grid systém

Nazývá se též ostrovní systém, který není připojen na síť. Tento systém se používá tam, kde není dostupná rozvodná síť a je potřeba střídavého napětí 230 V. Také tam, kde náklady na vybudování přípojky jsou neúměrně vysoké (vzdálenější než 500 m). [4]

#### S přímým napájením

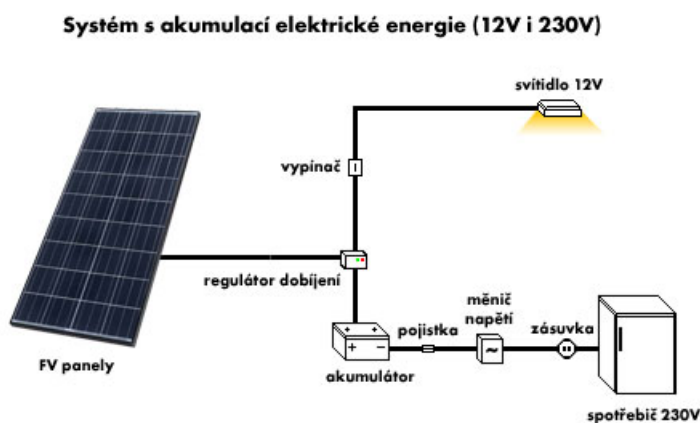
Jsou budovány tam, kde nevadí, že elektrická energie je dodávána jen při dostatečné intenzitě osvětlení sluncem. Jedná se pouze o připojení solárního modulu a spotřebiče, jak můžeme vidět na obrázku 3.1. Příklady použití jsou například čerpání vody pro závlahu, napájení čerpadla solárního systému pro výrobu teplé vody, napájení čerpadla okrasné fontánky nebo napájení ventilátorů.



Obr. 3.1: Přímé napájení, převzato z [23].

## S akumulací elektrické energie

Doba, kdy je největší spotřeba, obvykle není stejná s dobou výroby elektrické energie FV modulů. Právě proto musí být systém vybaven akumulátorovou baterií. Optimální chod systému je zajištěn solárním regulátorem, který řídí nabíjení a vybíjení a tím prodlužuje životnost akumulátorové baterie. K systému lze připojit spotřebiče na stejnosměrný proud (o napětí 12 nebo 24 V) a běžné spotřebiče na 230 V/ 50 Hz napájené z napěťového měniče, jak můžeme vidět na obrázku 3.2.



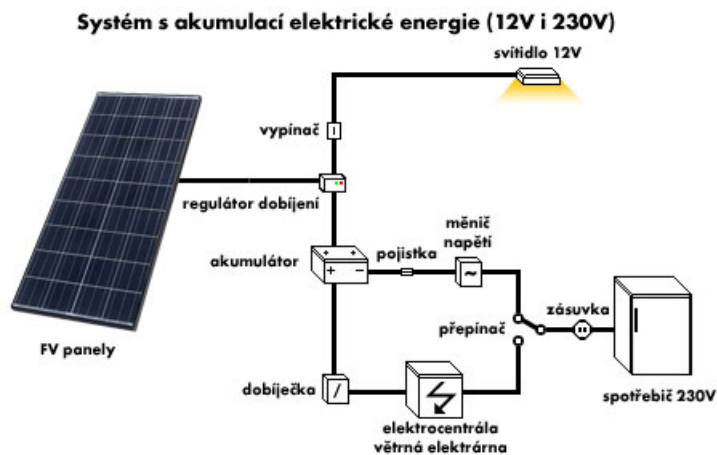
Obr. 3.2: S akumulací, převzato z [23].

## Hybridní systém

V zimních měsících fotovoltaický systém nedodává tolik energie, jako v letních měsících. Proto je výhodnější připojit k energetickému zdroji ještě doplňkový zdroj elektrické energie, který pokryje spotřebu elektrické energie v zimním období, kdy je slunečního záření nedostatek. Tímto zdrojem může být větrný generátor, spalovací generátor, nejlépe s kogenerací nebo malá vodní elektrárna, jak je naznačeno na obrázku 3.3.

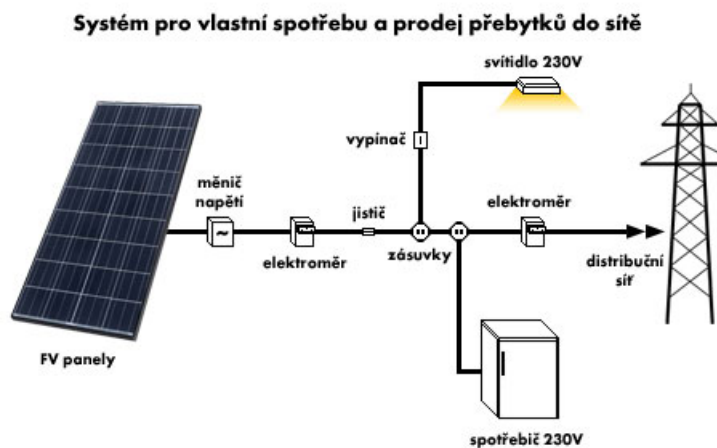
### 3.1.2 On - grid systém

Tento systém obsahuje fotovoltaické panely připojené na měnič a elektroměr pro odpočet energie vyrobené fotovoltaikou. Celý okruh je připojen na samostatný jistič a přepětovou ochranu do rozvaděče v daném objektu. Solární systém je připojen za



Obr. 3.3: Hybridní systém, převzato z [23].

hlavní elektroměr z pohledu distribuční společnosti. V případě dostatečného slunečního záření jsou spotřebiče napájeny vlastní vyrobenou elektrickou energií z fotovoltaických modulů, která je proplácena ve formě zeleného bonusu. Případný přebytek energie při výrobě, který nespoteřebují spotřebiče je dodáván zpět do sítě přes čtyřkvadrantový elektroměr. Pokud však nepostačuje vyrobená elektrická energie, potom je energie odebírána přes stejný elektroměr z rozvodné sítě, jak je naznačeno na obrázku 3.4. Tento systém pracuje zcela automaticky a musí být schválen distributorem elektrické energie.

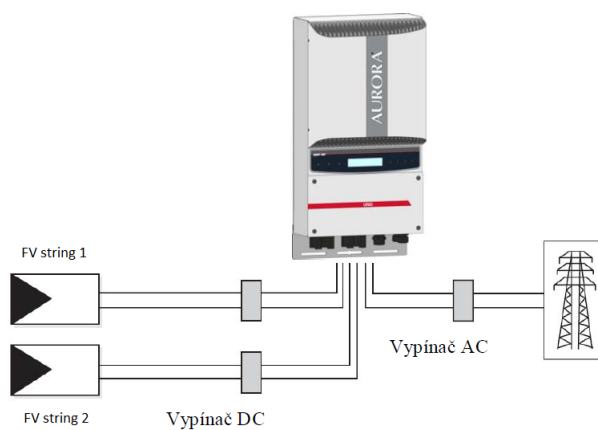


Obr. 3.4: On - grid systém, převzato z [23].

## 3.2 Měníče

Měníč (invertor, střídač) umožňuje propojení mezi fotovoltaickým polem či samotným modulem a sítí střídavého proudu nebo spotřebičem. Jeho funkcí je převádět vyrobený stejnosměrný proud (DC) na střídavý proud (AC) a přizpůsobovat jej na frekvenci a napětí sítě. Dnes již probíhá převod na střídavý proud pomocí výkonové elektroniky, která má malé ztráty.

Do výkonu kolem 5 kW bývá měnič připojen na síť NN (230 V) jednofázově. U větších výkonů se napájí všechny tři fáze pokud možno rovnoměrně, obvykle centrálním třífázovým měničem.



Obr. 3.5: Zjednodušené schéma fotovoltaického systému, převzato z [21].

Od měniče je požadováno, aby do sítě dodával maximální výkon, proto musí pracovat v bodě maximálního výkonu (MPP) fotovoltaických modulů. Vlivem změny osvětlení a teploty modulů se mění i dodávaný výkon do měniče. Ten pak musí neustále měnit pracovní bod na maximální hodnotu (MPP) změnou napětí modulů. Tuto změnu zajišťuje regulátor MPP. Dnešní měniče umožňují dohled nad fotovoltaickým zařízením pomocí PC připojení. Ve většině měničů jsou zabudována různá stejnosměrná i střídavá ochranná zařízení (např. ochrana proti přepólování, ochrana před přetížením, monitorování izolace a síťová ochranná zařízení). Záleží však na typu měniče, kterých je dnes obrovské množství.

### 3.2.1 Podle principu funkce

#### Střídač řízený sítí

Řídí se pomocí zapínacích a vypínacích pulzů a předává je elektronickým výkonovým vypínačům, které spínají stejnosměrný proud frekvencí 50 Hz jedním nebo druhým

směrem. Tím vzniká obdélníkový střídavý proud, který je fázově posunut vůči frekvenci sítě. Obdélníkový střídavý proud se dále vyhlazuje elektronickými filtry, aby nedocházelo k rušení sinusového napětí sítě. Tyto střídače se již dnes nepoužívají.

### **Samostatně řízené střídače**

Samostatně řízené střídače se dnes používají z důvodu dobré účinnosti a síťové kvality. Spínání a rozepínání pulzů je zde řízeno pomocí mikroprocesoru, který pulzy předává elektronickým výkonovým spínačům. Spínání zde probíhá vyšší frekvencí než 50 Hz a to pomocí pulzně šířkové modulace (PWM) se tvoří pulzy téměř sinusového průběhu. Pomocí této metody jsou jen malé ztráty a proud v mezerách mezi pulzy se ukládá do vstupního kondenzátoru. Na rozdíl od střídačů řízených sítí fungují tyto střídače i při výpadku napětí sítě. Z tohoto důvodu musí být střídač vybaven ochranným zapojením, které ho odpojí od sítě při výpadku síťového napětí. K odpojení by mělo docházet také při odchýlení napětí nebo frekvence od předepsaných hodnot. Z bezpečnostních důvodů je toto automatické ochranné odpojení provedeno dvojitě.

## **3.2.2 Podle konstrukce**

### **Střídače s transformátorem**

**1. Nízkofrekvenčním:**

Způsobuje značné ztráty výkonu a zvětšuje rozměry a hmotnost střídače. Je také hlučnější a nákladnější.

**2. Vysokofrekvenčním:**

Je menší, lehčí a účinnější, ale dražší kvůli použití nákladné výkonové elektroniky.

### **Střídače bez transformátoru**

Mají vyšší účinnost, menší hmotnost, menší rozměry a jsou stále častěji používané. Nevýhodou je, že střídač nezajišťuje galvanické oddělení primární (stejnoseměrný proud) od sekundární (střídavý proud) strany, a proto se musí instalace provádět podle třídy ochrany II a obsahovat dodatečné ochranné zařízení, kterým je například proudový chránič.[4]

## 4 LEGISLATIVA PODPORY OZE

Fotovoltaické elektrárny patří mezi obnovitelné zdroje energie. Základním předpisem, který určil pravidla pro tyto zdroje je **Zákon č. 180/2005 Sb.**, o podpoře využívání obnovitelných zdrojů a jeho novela, která od 1.3. 2011 stanovuje podporu pouze pro zdroje do 30 kW umístěné na střechách nebo pláštích budov. K tomuto zákonu bylo dále vydáno několik vyhlášek, které upravují a ruší některé jeho části. Nově byl vydán **Zákon č. 165/2012 Sb.**, o podpoře obnovitelných zdrojů energie (OZE), který upravuje předešlý zákon a zpracovává příslušné předpisy, směrnice o podpoře využívání OZE a upravuje kromě jiného i odvod z elektřiny ze slunečního záření. Účelem je i ochrana klimatu a životního prostředí. Jedna z vyhlášek k tomuto zákonu je **Vyhláška č. 347/2012 Sb.**, ze dne 12. října 2012, kterou se stanoví technicko - ekonomické parametry obnovitelných zdrojů výroby elektřiny a doba životnosti výroben elektřiny.

Pro výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů platí tyto a další uvedené právní předpisy.

**Zákon č. 458/2000 Sb.**, Energetický zákon ve znění pozdějších předpisů a chystaná novela tohoto zákona obsahující mimo jiné i nutnost dispečerského řízení všech zdrojů nad 100 kW.

**Vyhláška č. 51/2006 Sb.**, o podmínkách připojení k elektrizační soustavě a její novela platná od 1.4. 2010.

**Vyhláška č. 150/2007 Sb.**, o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postup pro jejich tvorbu.

**Vyhláška č. 426/2005 Sb.**, o podrobnostech udělování licencí pro podnikání v energetických odvětvích. [9]

### 4.1 Výkupní ceny elektřiny a zelené bonusy

Energetický regulační úřad (ERÚ) stanoví v souladu s platnými zákony v daném kalendářním roce na následující kalendářní rok výkupní cenu a zelený bonus pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů. Podle novely **Zákona č. 180/2005 Sb.**, ze dne 21.4.2010 je možnost snížení výkupních cen o částku vyšší než 5 % výkupní ceny platné v roce, ve kterém se o novém stanovení výkupní ceny rozhoduje. Podle **Vyhlášky č. 150/2007 Sb.**, se výkupní cena dále zvyšuje s ohledem na index cen, a to s pravidelným ročním navýšením minimálně o 2 % a maximálně o 4 %. **Vyhláškou č. 364/2007 Sb.**, je stanovena změna předpokládané doby životnosti z 15 na 20 let. Podle **Zákona č. 526/1990 Sb.**, o cenách se výkupní ceny uplatňují pro naměřenou a dodanou elektřinu v předávacím místě výroby elektřiny do DS (distribuční soustavy) nebo PS (přenosové soustavy). Zelené bonusy nelze uplatňovat

na technologickou vlastní spotřebu. U jedné výroby elektřiny nelze kombinovat režim výkupních cen a zelených bonusů.

V příloze A je uvedeno grafické znázornění změny cen podpory vykupované elektřiny a zelených bonusů z výroby využitím slunečního záření v jednotlivých letech. Můžeme zde vidět, že postupné snižování dotačních prostředků začalo již v roce 2011 a stále trvá.

Dnem uvedení do provozu se myslí den, kdy nová výroba byla připojena do DS nebo přenosové soustavy a splňovala obě tyto podmínky: licence na výrobu elektřiny nabyla právní moci a provozovatel DS nebo PS provedl paralelní připojení k soustavě.

Výrobce má právo změnit režim zeleného bonusu pouze k 1. lednu pro daný kalendářní rok v termínech a postupech podle daného právního předpisu. Vyúčtování zeleného bonusu se provádí podle naměřených nebo vypočtených hodnot vyrobené elektřiny zaznamenaných operátorem trhu (nově OTE). Neposkytne-li výrobce naměřené nebo vypočtené hodnoty operátorovi, nemá tak nárok na vyplacení zeleného bonusu.

Podpora se vztahuje pouze na elektřinu vyrobenou ve výrobně elektřiny s instalovaným výkonem do 30 kWp, která je umístěna na střešní konstrukci nebo na obvodové zdi jedné budovy spojené se zemí pevným základem zanesené v katastru. Základní časový úsek vyhodnocování a zúčtování pro výrobu elektřiny s instalovaným výkonem do 10 kW je čtvrtletí. [9]

## 4.2 Daně

Podle Energetického zákona (**Zákon č. 458/2000 Sb.**) je provozování fotovoltaické elektrárny považováno za podnikání, každý provozovatel fotovoltaické elektrárny je tak považován za osobu samostatně výdělečně činnou (OSVČ). Pro tuto činnost musí provozovatel vlastnit "licenci pro podnikání v energetických odvětvích", která nahrazuje živnostenský list. Licenci uděluje Energetický regulační úřad (ERÚ).

Fotovoltaická elektrárna generuje příjmy, které jsou předmětem daně z příjmu. Provozovatel má proto povinnost každý rok podat daňové přiznání a zaplatit vypočtenou daň. Jedná-li se o fyzickou osobu nemusí vést podvojný účetnictví, ale postačuje daňová evidence. FVE patří jako celek do odpisové skupiny č. 4 - Stavby elektráren SKP 2302 s dobou odpisu 20 let. Ze **Zákona č. 586/1992 Sb.**, o daních z příjmů vychází, že příjmy z provozu FVE jsou daněny 19 % pro právnické osoby a 15 % pro fyzické osoby.

Provozovatel se stává plátcem DPH jestliže jeho roční obrat přesáhne 1 mil. Kč, lze se však přihlásit dobrovolně. To bývá výhodné pokud má provozovatel FVE jako

zdroj vedlejších příjmů a to z důvodu vrácení DPH z investice do FVE. Pro podnikatele, kteří vedle provozu FVE ještě provozují živnost, již nemusí být výhodné platit DPH.

### **Zdravotní pojištění**

Zde se rozlišuje zda je příjem z FVE pro OSVČ hlavním nebo vedlejším příjmem. Pokud se jedná o hlavní příjem platí provozovatel vypočtenou výši z vyměřeného základu formou měsíčních záloh. Pokud jde o vedlejší zdroj příjmů, výše částky se vypočte ze základu daně a vše se platí až na základě přehledu na konci roku.

### **Sociální pojištění**

Zde platí to stejné, jako u zdravotního pojištění s tím rozdílem, že u vedlejšího zdroje příjmů se pojistné platí jen pokud provozovatelův základ daně (příjmy - výdaje) dosáhl částky víc než 60 000 Kč za rok. [10]

### **Informace o přidělení nebo evidenci identifikačního čísla**

Na základě zákona č. 111/2009 Sb., o základních registrech, je možné žadatelům o licenci - fyzickým osobám přidělit identifikační číslo (IČ). Toto číslo musí mít přidělen každý ekonomický subjekt i držitel licence pro podnikání v energetice a uděluje ho opět ERÚ. Aby žadatel dostal IČ musí vyplnit - Žádost o přidělení nebo evidenci IČ, kterou zašle společně s žádostí o licenci. Udělená licence poté obsahuje i přidělení IČ. [9]

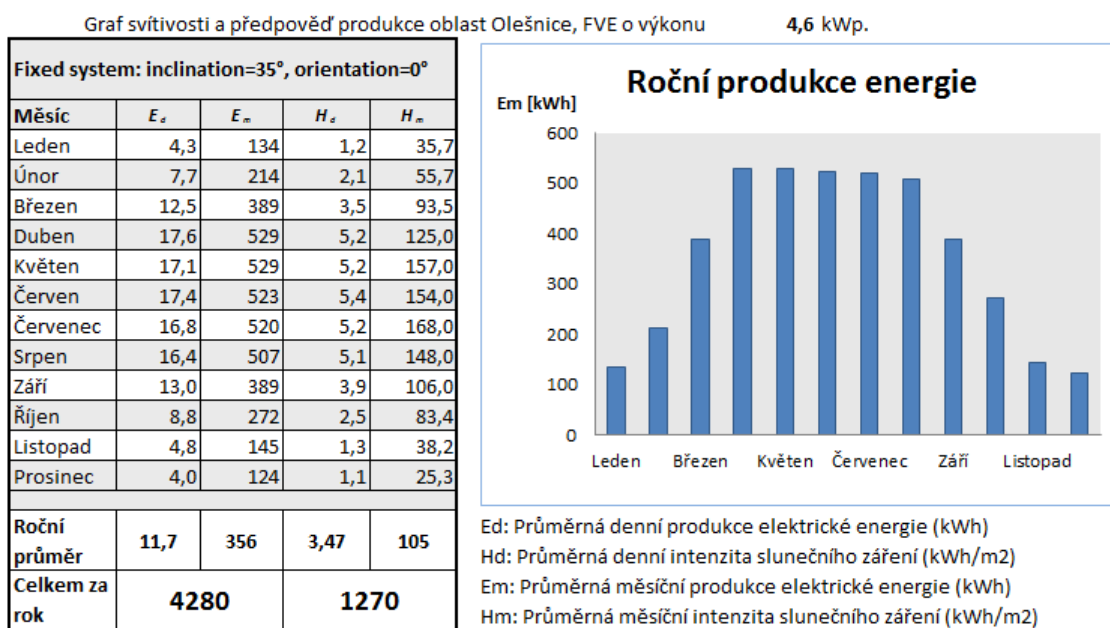


# 5 NÁVRH FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU NA RODINNÝ DŮM

## 5.1 Základní parametry

Velikost fotovoltaické elektrárny volíme podle několika kritérií. Nejprve záleží na požadavcích investora a určení využití fotovoltaické elektrárny. Dále na vhodné poloze, orientaci, sklonu a velikosti střechy. Tento projekt bude navržen s ohledem na finanční možnosti investora. Zvolená podpora je formou zeleného bonusu.

Rodinný dům na který provádíme návrh se nachází v Jihomoravském kraji ve městě Olešnice. Dům je postaven na parcele číslo 717/2, viz. situační plánec umístěný v příloze B. Dům leží na GPS souřadnicích 49°33'27.295"N, 16°25'5.286"E. Sedlová třecha domu je orientována přímo na jih, bez zastínění a má sklon 35°. Předpokládaná roční produkce podle výpočtového programu PVGIS je uvedena na obrázku 5.1.



Obr. 5.1: Teoretická roční produkce elektrické energie, převzato z [24].

## 5.2 Návrh vhodné technologie

### 5.2.1 Panely

Pro správnou volbu fotovoltaických panelů musíme zohlednit orientaci a sklon střechy. V našem případě máme ideální orientaci přímo na jih a sklon 35°. Můžeme proto zvolit nejčastěji používaný polykrystalický typ panelu. Tyto panely také vyrábějí v zimních měsících více el. energie než monokrystalické. Tenkovrstvé panely jsou nevhodné protože potřebují přibližně dvojnásobně větší plochu než polykrystalické panely o stejném instalovaném výkonu. Panely vybíráme především z poměru ceny a výkonu, ale důležitá je i životnost a poskytované záruky.

Pro projekt byl vybrán typ panelu Solon Blue 230/07. Jedná se o polykrystalický panel o výkonu 230 Wp s minimální tolerancí  $\pm 3\%$  a s účinností 12,2 % až 13,7 %. Obsahuje 60 článků o velikosti 156 x 156 mm. Celý panel má rozměry 1640 x 1000 x 42 mm. Tento typ a výrobce panelů byl vybrán z důvodu dobrého umístění při vyhodnocení dat [8] naměřených v inkubátoru Hády firmou Energ-Servis a.s., jak můžeme vidět v tabulce 5.1.

Tab. 5.1: Přehled testovaných panelů, převzato z [8].

Výrobce a typ	SOLON Blue 220/03	SOLON Blue 220/03	Phonosolar PS220P-20/U	Yohkon YE6220P	SOLON Blue 230/07	SOLON Black 230/07
Výkon [Wp]	205 $\pm$ 3 %	210 $\pm$ 3 %	220 $\pm$ 3 %	220 $\pm$ 3 %	230 $\pm$ 3 %	230 $\pm$ 3 %
Svorkové napětí [V]	35,90	36,10	36,90	36,06	36,70	36,22
Maximální proud [A]	8,00	8,10	8,10	7,95	8,65	8,38
Účinnost [%]	12,50	12,80	12,90	13,20	14,02	14,02
Typ (M/P)	poly Si	poly Si	poly Si	poly Si	poly Si	mono Si
Počet článků (ks)	60	60	60	60	60	60
Hmotnost (kg)	23,5	23,5	22,0	21,0	23,5	23,5
Rozměry (mm)	1640x1000x42	1640x1000x42	1640x992x45	1668x998x45	1640x1000x42	1640x1000x42

### 5.2.2 Střídač

Hlavní částí celé FVE je střídač, proto je důležité zajistit jeho správný výběr. První co nám může napovědět o kvalitě a výrobci je počet prodaných kusů, vysoká účinnost, garantovaná záruka, dále pak různé parametry a třeba i hodnota IP ochrany.

Z důvodu poměrně vysoké ceny bude volen střídač od firmy s dobrou pověstí garantující záruku a kvalitu. To splňuje například firma SMA Solar Technology, která se pohybuje na trhu více než 25 let. Od této firmy bude tedy vybrán střídač podle celkového výkonu a tím je Sunny Boy 5000TL.

### 5.3 Postup při výstavbě

1. Oslovení kvalifikovaných firem, získání podkladů pro vytvoření nabídek (velikost, orientace a sklon střechy, překážky, stínění).
2. Indikativní nabídka (2 - 5 dnů) včetně návrhu vhodných technologií (panelů, střídačů) od vybraného dodavatele.
3. Smlouva o Inženýringu (SoI). Zpracování projektu a podání žádosti o připojení FVE u distributora (příloha C a D) + situační plánec. V našem případě je distributor E.ON Distribuce, a.s. Vyjádření trvá 4 - 6 týdnů.
4. Smlouva o Dílo (SoD) po pozitivním stanovisku žádosti o připojení a schválení projektu.
5. Výstavba podle plánu v SoD (2 - 6 týdnů) po zaplacení zálohy.
6. Revize, zaškolení obsluhy.
7. Žádost o licenci výrobce elektrické energie na ERÚ (součástí SoD), nalezneme v příloze E.
8. Žádost o PPP (první paralelní připojení) u distributora (součástí SoD).
9. Distribuční technik provede do 30 dnů kontrolu chodu FVE a vypíše protokol o nastavení FVE (příloha č. 2 u E.ON). Provede osazení 4Q nebo 6Q elektroměru.
10. Po splnění předchozího bodu jsou dokumenty zaslány Operátorovi Trhu s Elektřinou (OTE), který zpracuje závěrečnou smlouvu o Zeleném bonusu. Vybereme dodavatele pro výkup přebytků (do 4 týdnů).

Zde je rozhodující termín ověření PPP podepsáním přílohy č. 2 Smlouvy o připojení a datum vydání licence pro získání ceny zeleného bonusu platné pro daný rok. Po oboustranném podepsání smluv může výrobce začít fakturovat zelený bonus i přebytky zpětně k datu platnosti smlouvy.

### 5.4 Návrh elektroinstalace

Pokud je FVE postavena na střeše veřejné budovy musí splňovat mezinárodní normu IEC 60364 - 4 - 44 , soubor norem ČSN EN 62305 i stavební předpisy. Návrh rozložení panelů obsahuje nákres pouze jižní strany sedlové střechy a je umístěn v příloze F. Schéma zapojení je uvedeno v příloze G. Kontrola správnosti navržení FV systému

byla provedena pomocí programu Sunny Design od firmy SMA, dostupný na [15]. Výstup programu je přiložen v příloze H.

### 5.4.1 Ochrana proti přepětí

Uvedené typy svodičů přepětí jsou od firmy CITEL, dostupné na [16].

#### Ochrana DC strany

Svodiče přepětí musí být navrženy pro maximální možné napětí FV panelů naprázdno, které je největší za mrazivého slunečního dne a napětí zde může dosahovat až 1000V DC.

Při navrhování musíme brát v úvahu, zda je objekt chráněn hromosvodem. Potom je zapotřebí podle normy ČSN EN 62305-3 vypočítat dostatečnou přeskokovou vzdálenost "s" hromosvodu od FVE. V praxi se tato vzdálenost pohybuje mezi 0,5 m a 1 m. Pokud tuto vzdálenost nemůžeme dodržet, musí být zajištěno galvanické spojení o dostatečném průřezu mezi hromosvodem a rámy panelů. Pro tento případ je zapotřebí instalovat svodič přepětí typu 1 nebo kombinovaný typu 1+2 (DS60VGPPV). Jestliže je dodržena vzdálenost "s" postačuje svodič přepětí typu (DS50PV nebo DS50VGPPV). A pokud je také dodržena vzdálenost menší než 10 m od panelů ke střídači, lze svodiče přepětí umístit na jednu stranu kabelové trasy.

#### Ochrana AC strany

Na této straně by měla být vždy použita ochrana proti přepětí z napájecí sítě. Například svodič přepětí typu 1+2+3 (DS250VG) umístěný hned na vstupu do budovy poskytuje dobrou ochranu. Pro méně rizikové domy lze použít standardní svodič přepětí typu (DS130S) s optimálním poměrem cena/výkon.

## 5.5 Projektová dokumentace

Projektová dokumentace řeší technické provedení instalace nové fotovoltaické elektrárny umístěné na střeše RD stávajícího objektu v Olešnici na parcele č. 717/2. Vyvedení výkonu je přes hlavní jistič 3 x 25 A pomocí kabelové přípojky NN do distribuční sítě E.ON 0,4 kV. Elektrárna bude tvořena 20 ks fotovoltaických panelů o výkonu 230 Wp a celkovém instalovaném výkonu 4,6 kW.

Projektová dokumentace neřeší statický posudek objektu a střechy, zabezpečovací systém a hromosvodnou soustavu, která by měla být součástí střechy.

### 5.5.1 Předpisy a normy

Při práci a obsluze na elektrických zařízeních musí být dodržena příslušná ustanovení ČSN EN 50110 - 1,2 a norem týkajících se montážních prací.

ČSN 33 2000 - 1 - ed. 2 - Elektrická instalace NN část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.

ČSN 33 2000 - 3 - Hmotné škody na stavbách a ohrožení života.

ČSN 33 2000 - 4 - 41 ed. 2 - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.

ČSN 33 2000 - 5 - 52 - Výběr soustav a stavba vedení.

ČSN 33 2000 - 5 - 54 ed.3 - Uzemnění a ochranné vodiče.

ČSN 33 2000 - 6 - Revize elektrického zařízení.

ČSN 33 2000 - 7 - 712 - Jednouúčelová zařízení a ve zvláštních objektech - Solární fotovoltaické napájecí systémy.

Revize elektrického zařízení musí být provedena před uvedením do provozu a dále pravidelně prováděna v intervalech dle ČSN 33 1500. Materiál, který použijeme musí splňovat technické požadavky podle zákona č. 22/97 Sb. §12 a 13.

### 5.5.2 Jmenovitá napětí a druhy sítí

Tyto sítě jsou navrženy podle norem ČSN 330120 a ČSN EN 61293

1. 3/ PEN AC 400/ 230V 50Hz/ TN - C - Olešnice
2. 3/ PEN AC 400/ 230V 50Hz/ TN - C - S - Elektrická instalace
3. 2/ DC 500V/ IT - FVE

### 5.5.3 Technický popis

Fotovoltaická elektrárna se skládá z 20 ks polykrystalických panelů Solon Blue 230/07 (230 Wp). String 1 po 20 panelech je připojen přes DC jistič a svodič přepětí k jednofázovému střídači Sunny Boy 5000TL. Hliníková konstrukce pro umístění panelů bude ukotvena pomocí střešních háků na krovy střechy. Orientace konstrukce je J - 0° a sklon 35°. Střídač je propojen s RH FVE kabelem SolarFlex 4 mm<sup>2</sup>. V rozvaděči RH FVE budou umístěny jeden DC jistič LPN - DC 13C/2 O EZ Letohrad, jeden svodič přepětí DS50PV - 1000/G C ITEL, jistič AC LPN 25B/1 O EZ Letohrad, svodič přepětí DS40 - 230 C ITEL, elektroměr ověřený pro měření a uplatnění zeleného bonusu. Z RH FVE je veden kabel CYKY 3J x 4 mm<sup>2</sup> do podružného domovního rozvaděče a dále do elektroměrového rozvaděče přístupného zvenčí.

#### Rozvaděče

Pro hlavní rozvaděč (RH) FVE bude použita plastová rozvodnice o 24 modulech s IP 40, ve které budou umístěny jističí a spínací prvky, svodiče přepětí pro AC a

DC stranu, elektroměr pro zelený bonus. Schéma zapojení rozvaděče je v příloze G.

Elektroměrový rozvaděč (RE) zůstane původní a v něm bude umístěn elektroměr odběru pro obchodní měření.

### **Střídače**

Přeměna el. energie bude zajištěna pomocí střídače Sunny Boy 5000TL, který bude umístěn uvnitř objektu na zdi. Jmenovitý výkon měniče na DC straně 5250 W, max. výstupní výkon 4600W, výstupní napětí 230 V, 50 Hz AC, max. vstupní napětí 750 V. Maximální účinnost je 97 %. Katalogový list střídače najdeme v příloze I.

### **Použité panely**

Použity byly polykrystalické panely Solon Blue 230/07 se jmenovitým výkonem 230 Wp. Jmenovité výstupní napětí 29 V. Napětí naprázdno 36,7 V. Jmenovitý proud 8,05 A. Instalováno bude 20 panelů v sérioparalelním zapojení (1x20 panelů). Panely a úsek k rozvaděči DC strany bude propojen vodiči o průřezu 4 mm<sup>2</sup>. Další parametry vybraného typu panelů najdeme v příloze J.

### **Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí el. zařízení v IT soustavě dle ČSN 33 2000 - 4 - 41 ed.2, čl. 413.2 (ochrana při poruše)**

Všechny živé části v projektu musí být izolovány od země nebo s ní spojeny s dostatečnou impedancí. Spojení může být v nulovém nebo středním bodě sítě, popřípadě v umělém nulovém bodě. Neživé části musí být uzemněny individuálně, společně nebo ve skupinách.

### **Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí el. zařízení v TN - C - S soustavě dle ČSN 33 2000 - 4 - 41 ed.2, čl. 413.1.3 (ochrana při poruše)**

Všechny neživé části musí být spojeny s bodem, který je uzemněn prostřednictvím vodičů PEN nebo PE. Tyto vodiče musejí být uzemněny u každého příslušného transformátoru. Jednotlivá uzemnění musí být vhodně umístěna s odporem uzemnění nejvýše 15 ohmů. Na konci vedení, odboček a v uzlu zdroje má být odpor uzemnění nejvýše 5 ohmů. Vodič PE je uzemněn v hlavním rozvaděči objektu.

## 6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

### 6.1 Platné právní předpisy

Rok 2013 nám přinesl více novinek, většina z nich se týká vlastního provozu. To znamená změnu způsobu fakturace. Celý proces fakturace Zelených bonusů i Povinných výkupů se provádí podle nové legislativy přes OTE (Operátora Trhu s Elektřinou). Nový způsob vyžaduje registraci v systému OTE. K přístupu do tohoto systému je zapotřebí si vyřídit komerční osobní certifikát. Tento nový způsob fakturace znamená, že si každý majitel FVE bude muset svoji výrobu fakturovat sám pomocí portálu OTE a svého přiděleného elektronického podpisu. Podle nově vydaných podmínek se vyplatí jen stavba FVE s maximálním využitím vyrobené energie v místě výroby. Systém přímého výkupu veškeré el. energie se již za podmínek roku 2013 ekonomicky nevyplatí. Stále jsou však způsoby, jak efektivně realizovat FVE pro svůj rodinný dům nebo průmyslový objekt a snížit tak náklady za elektřinu.

Změny pro rok 2013:

- Zelený bonus bude vyplácen FV elektrárnám do maximálního výkonu 30 kW (Aktuální ceny jsou uvedeny v tabulce 6.1).
- FVE musí být postavena na střeše budovy nebo jejím obvodovém plášti.
- Podle novely zákona je možno na střechu umístit pouze jednu FVE.
- Dochází k zpřísnění požadavků na uvedení FVE do provozu. [12]

Tab. 6.1: Aktuální ceny

Připojeno od - do	Výkon od - do [kWp]	Výkupní cena [Kč/kWh]	Zelený bonus [Kč/kWh]
1.1. - 30.6. 2013	0 - 5	3,41	2,86
	5 - 30	2,83	2,28
1.7. - 31.12. 2013	0 - 5	2,99	2,44
	5 - 30	2,43	1,88

#### 6.1.1 Náklady

Pro navržený systém FVE o výkonu 4,6 kW byly vypočteny celkové náklady viz. příloha K. Cena projektových prací je volena 8 % a cena inženýringu je 3 % z celkových nákladů podle ceníku projekčních prací UNICA. Cena revize elektroinstalace pro rodinný dům se pohybuje od 1 500 Kč do 3 000 Kč. Výše poplatku za udělení

licence pro podnikání v energetice je určena podle položky 23 Sazebníku správních poplatků, který je přílohou zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích. Doprava je do vzdálenosti 50 km zdarma. Cena projektu však závisí na nabídce od zhotovitele a úzce souvisí se situací na trhu.

### 6.1.2 Výnosnost

Finanční zhodnocení je provedeno pro navrhnutou fotovoltaickou elektrárnu o výkonu 4,6 kW a to pro způsob podpory "zelený bonus". Při výpočtu se vycházelo z průměrné teoretické hodnoty výpočtené programem PVGIS, uvedené na obrázku 5.1. Výpočet je zjednodušen o zanedbání vlivu inflace. Investor může uhradit celou částku za náklady, odpadá tak nutnost úvěru a výpočet úroků. Pro zhodnocení jsou využity platné ceny do 30.6. 2013 uvedené v předešlé části 6.1:

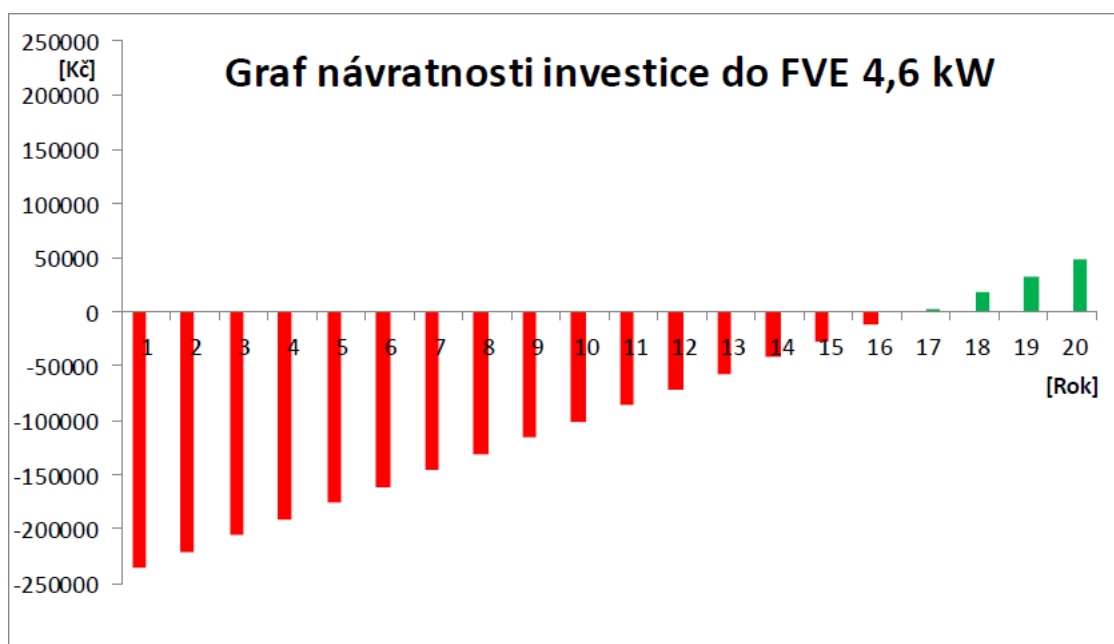
- zelený bonus 2,86 [Kč/kWh],
- sazba D02d 4 779,56 [Kč/MWh],
- cena za dodávku elektřiny zpět do sítě 0,40 [Kč/kWh].

Cena zvolené sazby D02d byla vypočtena pomocí cenového kalkulátoru na internetových stránkách Energetického regulačního úřadu, dostupné na [9], bez stálého platu, včetně DPH. Dodavatel je E.ON Energie, a.s. a produkt byl vybrán E.ON ElektřinaKlasik. Odhadovaná spotřeba domu z celkové výroby FVE je 30% a 70% je dodáno zpět do DS. Výnosnost a návratnost investice ovlivňují především:

- pořizovací náklady, náklady za provoz, údržbu a pojištění,
- množství vlastní spotřeby z vyrobené energie,
- výše státní podpory,
- stav cen el. energie,
- výkonnost a životnost systému.

Celkový výpočet doby návratnosti a výnosnosti, byl proveden na dobu předpokládané životnosti 20 let a je uveden v příloze L. Návratnost investice pro zvolenou podporu "zelený bonus" vyšla na 17 let, viz obrázek 6.1 od uvedení do provozu. Teoretický zisk za dvacet let od uvedení do provozu je 48 013,12 Kč.





Obr. 6.1: Návratnost investice

## 7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla rozdělena na dvě velké části. A to na teoretickou část a vlastní návrh fotovoltaického systému pro rodinný dům.

V první části bylo provedeno seznámení se současným stavem fotovoltaických systémů. Za tímto účelem byl popsán polovodič typu P a N, PN přechod a jeho stav. Dále pak stavba fotovoltaického článku, jeho charakteristiky a popsány byly i jednotlivé druhy tenkovrstvých článků, jejich struktury a využití. Následně bylo popsáno složení fotovoltaického panelu a porovnání účinností jednotlivých typů panelů a konstrukcí upevnění. Dále zde byl uveden přehled jednotlivých systémů připojení panelů i druhy měničů a princip jejich funkce. Nedílnou součástí je i legislativa, podle které se musíte při výstavbě řídit. Zde byly uvedeny současné platné zákony a vyhlášky. Porovnáním výkupních cen a zelených bonusů za posledních několik let je vidět, že největší pokles nastal v roce 2011 a ceny pro rok 2013 jsou nejnižší v historii podpory, což výrazně prodlužuje dobu návratnosti, snižuje zisk z investice a o výstavbu nových FVE již pravděpodobně nebude zájem.

Ve druhé části byl proveden samotný návrh fotovoltaického systému pro rodinný dům. Nejprve bylo provedeno zjištění základních parametrů, jako je umístění domu, typ střechy a teoretická roční produkce. Velikost FVE byla stanovena podle finančních možností investora na 4,6 kW, jako druh podpory byl zvolen zelený bonus. Podle přehledu testovaných panelů byl vybrán fotovoltaický panel Solon Blue 230/07, podle kvality a potřebného výkonu střídač Sunny Boy 5000TL. Následně byla navržena elektroinstalace a vypracována projektová dokumentace podle předpisů a norem. Nakonec byl celý projekt ekonomicky zhodnocen a pořizovací náklady na FVE 4,6 kW vyšly cca 250 000 Kč. Návratnost investice při předpokladu 30 % spotřebě vyrobené energie a 70 % vyrobené energie dodané do DS vychází na 17 let. Zisk z investice je pouhých cca 48 000 Kč. Velký vliv na návratnost a zisk však má množství spotřebované a dodané elektřiny do DS.

Z těchto výsledků vyplývá, že za současných podmínek již investice do FVE není tak výnosná jako v dřívějších letech. Stále však dochází k úspoře odebírané energie z DS. Do budoucna lze předpokládat růst cen elektrické energie z důvodu investic do modernizace sítí a výstavby nových elektráren, proto lze předpokládat vyšší cenu úspory.

Pro případnou realizaci projektu bych navrhoval zaměřit se na regulaci spotřeby tak, aby maximum vyrobené energie bylo spotřebováno v domě s minimálními dávkami do sítě.

## LITERATURA

- [1] LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Fotovoltaika: teorie i praxe využití solární energie*. 1. vyd. Praha: ILSA, 2009, 160 s. ISBN 978-80-904311-0-2.
- [2] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Fyzikální podstata přechodu PN*. *Encyklopedie fyziky [online]*. 2009 [cit. 2012-11-17]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/265-fyzikalni-podstata-prechodu-pn#>
- [3] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. *Stavitel*. ISBN 978-80-247-3250-3.
- [4] HASELHUHN, Ralf. *Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu*. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2011, 176 s. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [5] MASTNÝ, Petr, Jiří DRÁPELA, Stanislav MIŠÁK, Jan MACHÁČEK, Michal PTÁČEK, Lukáš RADIL, Tomáš BARTOŠÍK a Tomáš PAVELKA. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 254 s. ISBN 978-80-01-04937-2.
- [6] STRAKA, Michal. *Typový projekt elektroinstalace pro rodinný dům využívající fotovoltaický systém*. Brno, 2010. *Bakalářská práce*. Vysoké učení technické v Brně, *Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií*. Vedoucí práce Ing. Petr Mastný, Ph.D.
- [7] FICEK, Tomáš. *Vliv proměnné intenzity na účinnost fotovoltaického panelu*. Brno, 2012. *Bakalářská práce*. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.
- [8] ČERVINKA, Pavel. *Porovnání výkonnosti fotovoltaických panelů v podmínkách ČR*. Brno, 2011. *Diplomová práce*. VUT BRNO. Vedoucí práce Ing. David Pléha.

### Internetové odkazy

- [9] *Energetický regulační úřad [online]*. 2012 [cit. 2012-12-28]. Dostupné z URL: [<http://www.eru.cz/>](http://www.eru.cz/).
- [10] *ISOFEN ENERGY: Zákony a předpisy [online]*. 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z URL: [<http://www.elektrinazestrechy.cz/>](http://www.elektrinazestrechy.cz/).

- [11] BENDA, Vítězslav a Kamil STANĚK. *Fotovoltaické systémy: Učební texty k semináři*. VUT BRNO, 2011. Dostupné z URL: <<http://www.crr.vutbr.cz/>>.
- [12] *Povolení a legislativa*. In: SUNLUX [online]. 2013 [cit. 2013-03-24]. Dostupné z URL: <<http://www.sunlux.cz/cs/sluzby/povoleni-a-legislativa>>.
- [13] VOJÁČEK, Antonín. *Nové technologie pro levné i výkonné solární články*. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2009 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z URL: <<http://automatizace.hw.cz/nove-technologie-pro-levne-i-vykonne-solarni-clanky>>.
- [14] *Solyndra Válcový modul*. SOLYNDRA [online]. 2010 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z URL: <<http://www.solyndra.com>>.
- [15] *SMA Solar Technologi: Sunny design* [online]. 2013 [cit. 2013-05-22]. Dostupné z URL: <<http://www.sma-czech.com/>>.
- [16] CITEL ELECTRONICS. *Ochrana fotovoltaických zařízení*. Praha, 2012. Dostupné z URL: <<http://www.citel.cz>>.

## Obrázky

- [17] *Roční záření* Dostupné z URL: <<http://www.ceskeslunce.cz/solarni-mapa.html>>.
- [18] *Solartec. Princip fotovoltaiky: Fotovoltaický jev* [online]. 2012 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z URL: <<http://www.solartec.cz/male-instalace-do-30kwp/informace-o-fotovoltaice/princip-fotovoltaiky>>.
- [19] *Solární projekty: Technologie tenkých vrstev* [online]. 2012 [cit. 2013-01-10]. Dostupné z URL: <<http://www.solarniprojekty.cz/informace/technologie/>>.
- [20] *Neosolar: Energie a úsporné technologie* [online]. 2012 [cit. 2013-01-10]. Dostupné z URL: <Dostupné z: [http://eshop.neosolar.cz/solarni\\_panely](http://eshop.neosolar.cz/solarni_panely)>.
- [21] *Technický manuál*. In: *Power - one* [online]. 2012 [cit. 2013-01-10]. Dostupné z URL: <[http://www.power-one.com/sites/power-one.com/files/documents/renewable-energy/tech-manual/navod\\_k\\_instalaci\\_a\\_obsluze\\_pvi-3.8\\_4.6-i-outd\\_rev.18-07-2012.pdf](http://www.power-one.com/sites/power-one.com/files/documents/renewable-energy/tech-manual/navod_k_instalaci_a_obsluze_pvi-3.8_4.6-i-outd_rev.18-07-2012.pdf)>.
- [22] *Ostrovní systémy*. In: SOLARENVI: *Fotovoltaika* [online]. 2010 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z URL: <<http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/typy-instalaci/off-grid-ostrovni-system/>>.

- [23] *Ostrovní systémy. In: SOLARENVI: Fotovoltaika [online]. 2010 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z URL: <<http://www.solarenavi.cz/slunecni-elektrarny/typy-instalaci/off-grid-ostrovni-system/>>.*
- [24] *Fotovoltaický geografický informační systém. PVGIS [online]. 2013 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z URL: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>>.*

# SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

FV fotovoltaika

FVE fotovoltaická elektrárna

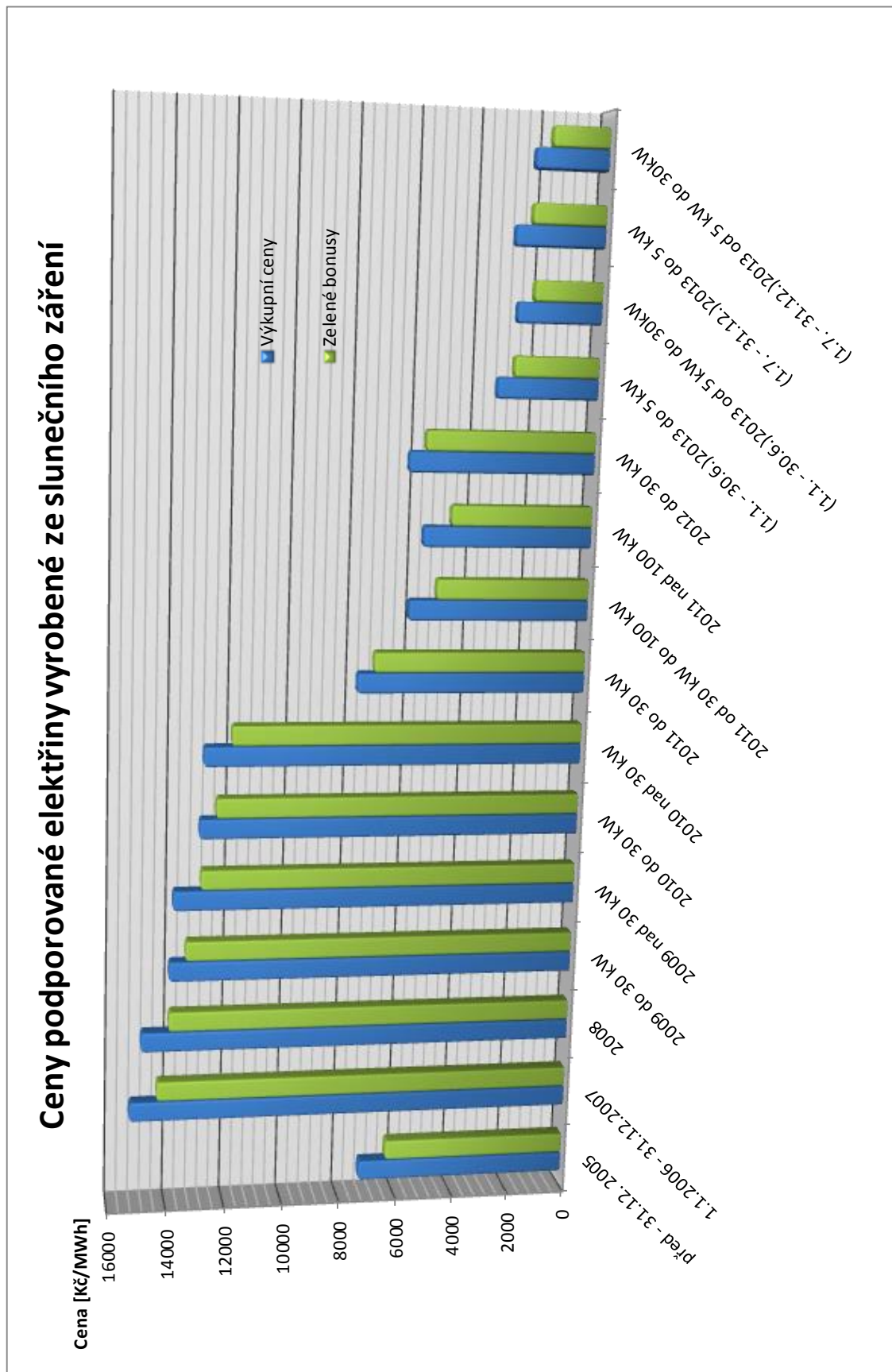
OZE obnovitelné zdroje energie

Ostatní symboly a zkratky se vyskytují v textu s jejich okamžitým vysvětlením.

## SEZNAM PŘÍLOH

A	Přehled cen podpory elektřiny ze slunečního záření	47
B	Situační plán	48
C	Žádost o připojení zařízení k DS-1	49
D	Žádost o připojení zařízení k DS-2	50
E	Žádost o udělení licence	51
F	Návrh rozložení FV panelů	52
G	Schéma zapojení	53
H	Výstup programu Sunny Design	54
I	Katalogový list střídače	55
J	Parametry panelů	56
K	Pořizovací náklady	57
L	Výnosnost	58

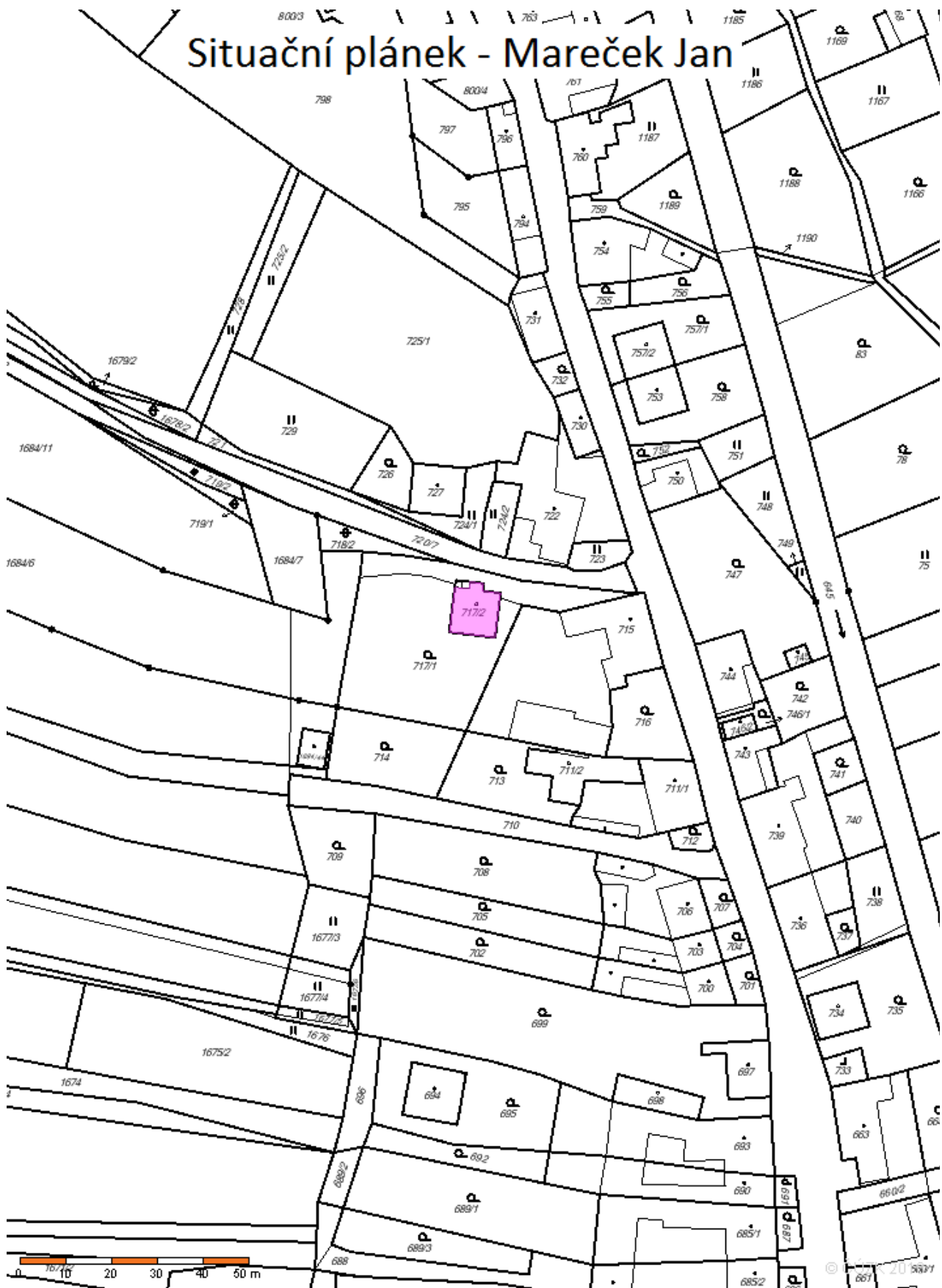
# A PŘEHLED CEN PODPORY ELEKTŘINY ZE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ





## B SITUAČNÍ PLÁNEK

### Situační plánek - Mareček Jan



**Důvod žádosti** (omezte výběrem)

**připojení nového paralelního zdroje** <sup>9)</sup>  **změna typu nebo instalovaného výkonu zdroje**

**připojení nového náhradního zdroje** <sup>9)</sup>  **změna výrobce elektriny**

Údaje vyplněné HŮLKOVÝM PÍSMEM. V případě nedostatku místa pokračujte v příloze, která bude nedílnou součástí Vaší žádosti. Více informací můžete získat na našich internetových stránkách [www.eon.cz](http://www.eon.cz) nebo na e-mailové adrese [info@eon.cz](mailto:info@eon.cz). Při vyplňování údajů elektronickou formou je možné do políček napsat pouze omezený počet znaků. V případě dalších názorů doplňte údaje ručně hůlkovým písmem.

**Část A – Údaje o žadateli**

Oblastní firma / Fyzická osoba <sup>9)</sup> \_\_\_\_\_ Právní forma \_\_\_\_\_  
 IČ / Datum narození <sup>9)</sup> \_\_\_\_\_ DIČ <sup>9)</sup> \_\_\_\_\_  
 Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném \_\_\_\_\_  
 Předmět podnikání (druhová) \_\_\_\_\_  
 Osoba nebo osoby, které jsou statutárním orgánem <sup>6)</sup> \_\_\_\_\_  
 Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Datum narození \_\_\_\_\_  
 Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Datum narození \_\_\_\_\_  
**Sídlo / Trvalý pobyt** <sup>7)</sup> \_\_\_\_\_  
 Ulice \_\_\_\_\_ Číslo popisné / orientace \_\_\_\_\_ PSČ \_\_\_\_\_  
 Obec, část obce \_\_\_\_\_ Oves \_\_\_\_\_  
 Kraj \_\_\_\_\_ Sídlo \_\_\_\_\_  
 Adresa pro doručování korespondence do vlastních rukou \_\_\_\_\_  
 Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Titul \_\_\_\_\_  
 Ulice \_\_\_\_\_ Číslo popisné / orientace \_\_\_\_\_ PSČ \_\_\_\_\_  
 Obec, část obce \_\_\_\_\_ Oves \_\_\_\_\_ Kraj \_\_\_\_\_  
**Kontakt**  
 Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_  
**Bankovní spojení**  
 Dostle plavby: Název banky \_\_\_\_\_ Číslo účtu / kód banky \_\_\_\_\_  
 Odeřané plavby: Název banky \_\_\_\_\_ Číslo účtu / kód banky \_\_\_\_\_  
**Osoba nebo osoby, které jsou oprávněny k podpisu smlouvy** <sup>8)</sup> \_\_\_\_\_  
 Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Titul \_\_\_\_\_  
 Oznámení pracovní funkce \_\_\_\_\_  
 Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_  
 Technický zástupce Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Titul \_\_\_\_\_  
 Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

**Část B – Údaje o místě a o zařízení výrobce elektriny**

Umístění výroby elektriny \_\_\_\_\_  
 Ulice \_\_\_\_\_ Číslo popisné / orientace \_\_\_\_\_ PSČ \_\_\_\_\_  
 Obec, část obce \_\_\_\_\_ Oves \_\_\_\_\_ Kraj \_\_\_\_\_  
**Podoba**  
 Katastrální území \_\_\_\_\_ Parcelní číslo pozemků, na nichž je výroba situována \_\_\_\_\_  
 Bude zařízení výroby elektriny připojeno ve stávajícím odběrném místě?  ne  ano, uveďte číslo odběrného místa \_\_\_\_\_  
 Rezervovaný výkon odběrného místa stávající \_\_\_\_\_ [kW, A] \_\_\_\_\_  
 Rezervovaný výkon odběrného místa stávající \_\_\_\_\_ [kW, A] <sup>10)</sup> \_\_\_\_\_  
**Typ výroby elektriny (využití název energie)**  
 Jméno \_\_\_\_\_ vodní  sluneční  bioplyn  biomasa  spalovna   
 jiný druh - uveďte \_\_\_\_\_  
**Kategorie**  plyn  olej  jiné - uveďte \_\_\_\_\_  
 Rozhodovaný termín připojení \_\_\_\_\_  
**Základní údaje o výrobce elektriny** <sup>9)</sup> \_\_\_\_\_  
**Zapojení výroby do distribuční soustavy**  
 Rozhodovaná hlídka napětí \_\_\_\_\_ Vm (22 kV)  Vm (10 kV)   
**Popis výroby elektriny**  
 Výrobce zařízení \_\_\_\_\_ Typ \_\_\_\_\_ Počet stejných zařízení \_\_\_\_\_  
 Celkový instalovaný výkon elektriny \_\_\_\_\_  
**Blízkový transformátor** <sup>10)</sup> \_\_\_\_\_  
 Typ \_\_\_\_\_ Instalovaný výkon \_\_\_\_\_ Jmenovité napětí \_\_\_\_\_ Napětí na křídle \_\_\_\_\_  
**Popis výroby elektriny**  asynchronní  synchronní  se střídávkou  s třífázovým připojením  s trojfázovým připojením  
**Způsob provozu výroby**  
 Odstavní provoz  ano  ne Dodávka celého výkonu do sítě  ano  ne  
 Dodávka přebytků do sítě  ano  ne Dodávka jen ve spících  ano  ne  
 Provoz pro pokrytí spotřeby odběrného místa  ano  ne  
 Rozhodovaný způsob podpory provozu výroby elektriny  bezvýkon  pevná výkupní cena \_\_\_\_\_ [kWh]  
 Předpokládané množství energie dodané do distribuční sítě E.ON za rok \_\_\_\_\_ [kWh]

**Parametry jednoho zařízení**  
 Činný výkon \_\_\_\_\_ kW Jmenovité napětí U<sub>n</sub> \_\_\_\_\_ kV Zdrojový výkon \_\_\_\_\_ kVA  
 Jmenovitý proud \_\_\_\_\_ A Příspěvek celého zdroje ke zátěžovému proudu I<sub>z</sub> \_\_\_\_\_ kA Zátěžová odolnost zařízení I<sub>z</sub> \_\_\_\_\_ kA  
 Největší spínečtí čas kv<sub>max</sub> \_\_\_\_\_ Motorický rozbeh generátoru  ne  ano - rozbehový proud I<sub>r</sub> \_\_\_\_\_ A  
**Pouze u střídaček**  
 Relativní frekvence  síťová  vlastní  Sčítanost ostrovního provozu  ano  ne  
 Počet pulzů  6  12  24 Modulace síťového pulzu  ano  ne  
**Pouze u větrných elektrinám**  
 Proudový výkon harmonických odporových ICSN IEC 552  ano  ne Spíkový výkon S<sub>max</sub> \_\_\_\_\_ kVA  
 Sběrný výkon S<sub>av</sub> \_\_\_\_\_ kVA za čas \_\_\_\_\_ s Měrný číselný filtru c<sub>max</sub> \_\_\_\_\_  
 Vnitřní frekvence (hei generátoru) <sup>11)</sup> p \_\_\_\_\_ Změna AQ \_\_\_\_\_, ΔP \_\_\_\_\_

**Kompensaci zařízení**  ano  ne

Existence kompenčního zařízení  ano  ne

Jalový výkon Q \_\_\_\_\_ kWAr  ano  ne

Rizné  ano  ne  ano  ne  ano s \_\_\_\_\_ %

S tradičním obvodem  ano  ne  ano  ne  ano  ne

Rozsah schopnosti regulace účinnku cos φ z od \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_

**Popis vlastní spotřeby**

Celkový instalovaný příkon \_\_\_\_\_ Jmenovitý napětí \_\_\_\_\_ Účinnk (cos φ) \_\_\_\_\_ Záběrný proud \_\_\_\_\_

Další informace o zařízení \_\_\_\_\_

**Lokální spotřeba** - dodávka elektriny bez použití distribuční soustavy E.ON

Předpokládáme množství energie dodané do sítě lokální spotřebou za rok \_\_\_\_\_ [kWh]

**Údaje o výrobci** (vypíšte pouze v případě, kdy výrobcem je jiný subjekt než žadatel o připojení uvedený v části 1)

Obchodní firma / Fyzická osoba a \_\_\_\_\_ Právní forma \_\_\_\_\_

Společnost je zapsána v obchodním rejstříku vedeném \_\_\_\_\_

IC / Datum narození a) \_\_\_\_\_ DIČ, u) \_\_\_\_\_

Příměří podnikání (firmosť) \_\_\_\_\_ Číslo licence na výrobu elektrické energie s) \_\_\_\_\_

**Osoba nebo osoby, které jsou statutárním orgánem 9**

Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Datum narození \_\_\_\_\_

Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Datum narození \_\_\_\_\_

**Sídlo / Trvalý pobyt 7**

Ulice \_\_\_\_\_ Číslo popliště / orientáční \_\_\_\_\_ PSČ \_\_\_\_\_

Obec, část obce \_\_\_\_\_ Obec \_\_\_\_\_ Kraj \_\_\_\_\_

**Adresa pro doručování korespondence do vlastních rukou**

Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Titul \_\_\_\_\_

Ulice \_\_\_\_\_ Číslo popliště / orientáční \_\_\_\_\_ PSČ \_\_\_\_\_

Obec, část obce \_\_\_\_\_ Obec \_\_\_\_\_ Kraj \_\_\_\_\_

**Kontakt** Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

**Bankovní spojení** Doše platby: Název banky \_\_\_\_\_ Číslo účtu / kód banky \_\_\_\_\_

**Odeslané platby:** Název banky \_\_\_\_\_ Číslo účtu / kód banky \_\_\_\_\_

**Osoba nebo osoby, které jsou oprávněny k podpisu smlouvy 10**

Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Titul \_\_\_\_\_ Označení pracovní funkce \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

**Technický zástupce**

Jméno \_\_\_\_\_ Příjmení \_\_\_\_\_ Titul \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

# D ŽÁDOST O PŘIPOJENÍ ZAŘÍZENÍ K DS-2

## Přihlášení žadatele

- Žadatel potvrzuje správnost a pravdivost údajů uvedených v žádosti i na všech přílohách k této žádosti.  
- Žadatel poskytlé souhlas se zpracováním svých osobních údajů v rozsahu uvedeném v části 6, což je nezbytné pro řádnou identifikaci subjektu za účelem uzavření a plnění újednání smlouvy o připojení nebo smlouvy o dodávce, a na dobu trvání této smlouvy, či případně do doby vypršení lhůty odvolání. Žadatel dále souhlasí, že byl seznámen s možným následným poskytnutím smluvních osobních údajů E.ON se zaručuje neposkytnout (tj. údaj zejména třetí osobě s výjimkou povinnosti úřední zprávy).

**Podpis žadatele** (formulář vytiskněte a toto prohlášení vyplňte ručně)

V \_\_\_\_\_ dne \_\_\_\_\_

Podpis žadatele / otisk razítka \_\_\_\_\_

## Prohlášení vlastníka nemovitosti

Jméno a příjmení / Obchodní firma \_\_\_\_\_ IC \_\_\_\_\_

**Trvalý pobyt / Sídlo** \_\_\_\_\_

Ulice \_\_\_\_\_ Číslo popliště / orientáční \_\_\_\_\_ PSČ \_\_\_\_\_

Obec, část obce \_\_\_\_\_ Obec \_\_\_\_\_ Kraj \_\_\_\_\_

Všichni výše uvedení nemovitosti a vlastník rozvodu elektriny (rozvod navazuje na zařízení v majetku E.ON):

- Souhlasí s provozem výroby elektriny.
- Souhlasí se stavbou (rozšířením nebo změnou) rozvodného zařízení na dotčené nemovitosti.
- Souhlasí s uzavřením smlouvy o dodávce elektriny mezi výše uvedeným žadatelem a E.ON v souladu se zákonem č. 459/2000 Sb.
- Bude na vědomí, že uzavřením smlouvy vzniká E.ON dle zákona č. 459/2000 Sb., § 25 odst. 4, písm. b), právo vstupovat a vjíždět na území nemovitosti v souvislosti se zřizováním a provozováním distribuční soustavy.

**Podpis vlastníka nemovitosti** (formulář vytiskněte a toto prohlášení vyplňte ručně)

V \_\_\_\_\_ dne \_\_\_\_\_

Podpis vlastníka nemovitosti / otisk razítka \_\_\_\_\_

## Přílohy k žádosti

### Prílohy k žádosti žadatele přiložené:

- Předložený situáční plán (ve dvojnásobném výtisku) s uvedením polohy objektu (v rejstříku 1:2000 nebo 1:2000), nebo 1:2000). V případě, že objekt není bý záznamem, takš všechny související objekty. Jednotlivé schéma vstupní částí objektného zařízení. Technické údaje instalovaných transformátorů připojených k distribuční soustavě E.ON (výkon, transformátor, převod napětí, ztráty nakládkou, napětí na vstupu, ztráty naprázdno a atd.).
- Souhlas obce s výstavbou výroby v jejím lán, území (pouze v případě výroby, které nejsou součástí stávajících objektů, zejména větrných elektráren).
- Uveďte ověřený výpis z obchodního rejstříku nebo uštěné ověřenou kopii listiny o zřizování právnické osoby, ne starší než tři měsíce (prácké osoby, které nemají obchodní firmu, uvedené doklady nepřikládají).
- V případě, že se současně požadujete připojení nového odběrného místa, je nutno s tímto žadatelem podat zároveň i příslušnou žádost o trvalé připojení odběrného místa k distribuční soustavě E.ON.

## Vysvětlivky

- Paralelní zdroj je provozován paralelně s distribuční soustavou, slouží k dodávce elektrické energie do distribuční soustavy nebo k pokrytí spotřeby odběrného místa. V případě, že paralelní zdroj má současně funkci náhradního zdroje (viz výše v části 2), je nutné oznámit oba tyto druhy žádostí.
- Náhradní zdroj je určen pro zálohování napájení odběrného místa, nesmí pracovat paralelně s distribuční soustavou (kromě výjimek uvedených v bodě 1).
- Číslo účtu je číslo účtu, kterým se přijímá a jímno, právního osoba nespasana v obchodním rejstříku, úředě sálí název.
- Další číslo identifikáční číslo, pokud bylo přiděleno.
- Uveďte, tvorení přiděleno.
- Vypíše právnícká osoba pouze tehdy, není-li statutárním orgánem statutárním orgánem s obchodním rejstříku. Uveďte všechny členy tohoto orgánu.
- Sídlo - vyplňuje pouze právnická osoba. Trvalý pobyt - vyplňuje pouze fyzická osoba.
- Příjmení, jméno, datum narození a přetné označení vykonávané funkce.
- Údaje o zařízení poskytnutě jeho výrobcem.
- Údaje o připojení popř. blokových transformátorů (typ, instalovaný výkon, jmenovité napětí, napětí nakládkou, zapojení vinutí, převod, rozsah odběru, ztráty nakládkou a ztráty naprázdno, ztrátová odhad, Th, I<sub>ph</sub>, I<sub>ph</sub>, I<sub>ph</sub>, I<sub>ph</sub>, I<sub>ph</sub>).
- Číslo účtu je číslo účtu, kterým se přijímá a jímno, právního osoba nespasana v obchodním rejstříku, úředě sálí název.
- Kapacitní zamezení označuje maximální účinnk, záporným kapacitní v případě, že zařízení nemá možnost regulace účinnku, bude zde uvedena pouze hodnota provozního účinnku.
- Výkon v předávacím místě, snižený o hodnotu vlastní spotřeby elektriny a výroby elektriny nebo na výrobu elektriny a spás.

# E ŽÁDOST O UDĚLENÍ LICENCE

12. Adresa pro doručování (vypíšte v případě, že adresa pro doručování se liší od adresy místa trvalého pobytu fyzické osoby – bod 10)

a) ulice

b) č. popisné

c) č. orientační

d) část obce

e) obec

f) PSČ

g) okres

h) kraj

i) stát

13. Kontaktní údaje žadatele o licenci – fyzické osoby

a) telefon

b) fax

c) e-mail

d) mobilní telefon

14. Předmět podnikání (druh licence)

výroba elektriny  distribuce elektriny  plnění elektriny  obchod s elektrinou  činnosti operátora trhu

výroba plynu  distribuce plynu  přeprava plynu  obchod s plynem  uskladňování plynu

výroba tepelné energie  rozvod tepelné energie

15. Datum zahájení licencované činnosti (nejpozději ve den vzniku oprávnění k licencované činnosti nebo den pozdější)

den  měsíc  rok

16. Doba, na kterou je o licenci žádáno (nejlépe 25 let nebo 5 let na obchod s elektrinou, na obchod s plynem)

Žadatel, příp. jiná osoba oprávněná jednat jménem žadatele

Jméno  Příjmení

Datum

Podpis

Příloha č. 1 k vyhlášce č. 426/2005 Sb.

01. Identifikační číslo (výběh přiděleno)

02. Číslo žádosti (vypíšte ERU)

03. Rodné číslo/datum narození (nebo číslo přiděleno RC)

04. Titul před jménem

05. Příjmení

06. Jméno

07. Titul za jménem

08. Státní občanství

09. Obchodní firma, je-li žadatel zapsán v obchodním zvláštní ústředním rejstříku

10. Místo trvalého pobytu fyzické osoby

a) ulice

b) č. popisné

c) č. orientační

d) část obce

e) obec

f) PSČ

g) okres

h) kraj

i) stát

11. Místo podnikání (v souladu se zapsáním v obchodním zvláštní ústředním rejstříku, je-li žadatel zapsán)

a) ulice

b) č. popisné

c) č. orientační

d) část obce

e) obec

f) PSČ

g) okres

h) kraj

i) stát

01. kolek  
podle zákona  
č. 634/2004 Sb.  
(platba kolenní, jestliže  
správního poplatku  
nepřevyšuje 5.000 Kč)

02. razítko ERU

A1

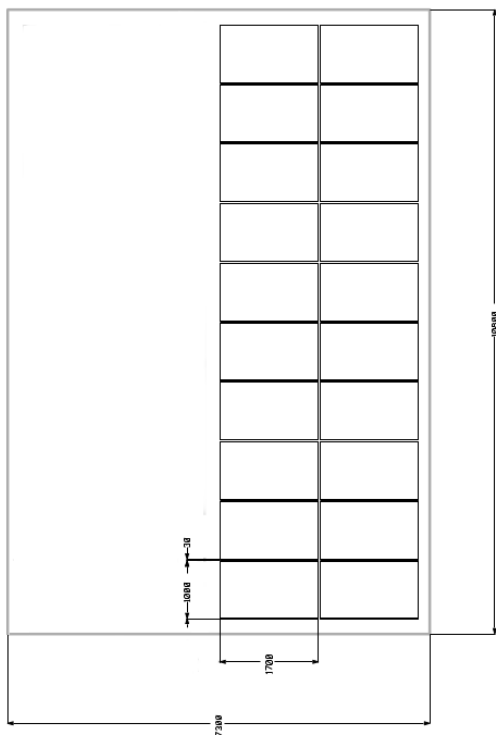
ŽÁDOST O UDĚLENÍ  
licence pro podnikání v energetických odvětvích  
pro fyzické osoby

Niže podepsaná osoba žádá podle § 7 zákona č. 459/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích  
a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, o udělení licence pro podnikání v energetických odvětvích:

ŽADATEL:

# F NÁVRH ROZLOŽENÍ FV PANELŮ

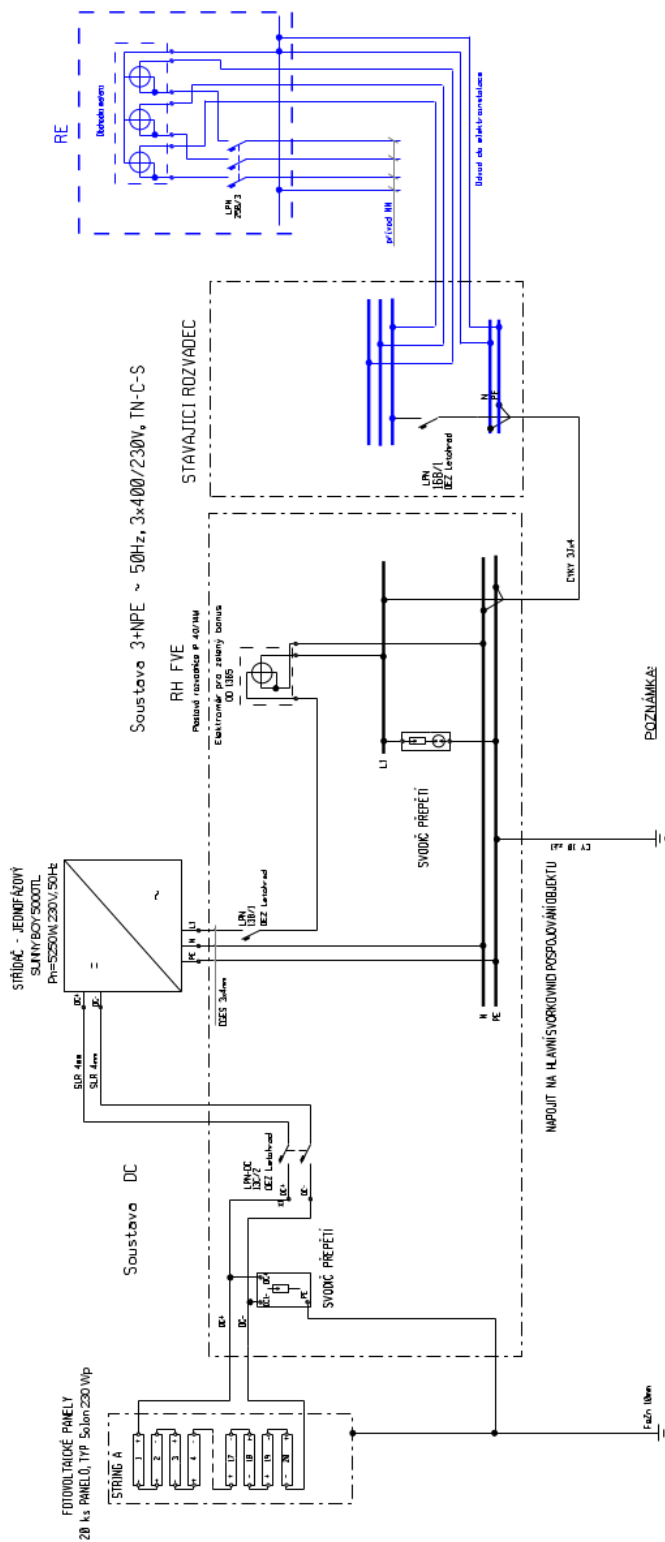
Jižní strana sedlové střechy



20 ks Fotovoltaických panelů SOLON Blue 230 Wp připojených na střídač Sonny Boy 5000TL

ZODP. PROJEKTANT	AUTORIZOVANÝ	MĚŘENÍ	VYPRACOVAL	KRESLIL:	
				Mareček Jan	
MÍSTO STAVBY Moravská strana ST/Okružnice				KRAJ:Jihomoravský	
STAVENÍK :					
Fotovoltaická elektrárna 4,6 kW					
Návrh rozložení panelů					
Zakázkové číslo :				VÝKRES	
DATUM:				4/2013	
FORMÁT				2:xA4	
MĚŘÍTKO				-	VÝKRES ČÍSLO : 01

# G SCHÉMA ZAPOJENÍ



## POZNÁMKY:

NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA - NN  
 3NPE AC, 50Hz, 400/230 V/1N-S, 2 DC 4x0V IT  
 OCHRANA PŘED NEBEZPEČNÝM DOTYKEM-REČENÉ  
 SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZBRUJE V SÍŤI TN-C DO 1000V,  
 - DLE ČSN 33 2000-4-41 ED.2, 61.413.1.3.  
 PROSTOR Z HLEDISKA ÚRAZU EL. PROUDEM - NEBEZPEČNÝ - DLE PHE 33 2000-1 A ČSN 33 2000-4-41 ED.2  
 VNĚŠNÍ MÍSTO DLE ČSN 33 2000-3  
 VNITŘNÍ PROSTORY - NORMÁLNÍ  
 VNĚJŠÍ PROSTORY - ZVLÁŠTĚ NEBEZPEČNÉ

Napěťové parametry ochranné sítě	
Zvýšení napětí	Stodovce parametry
Časové zpoždění (s)	230V - 10x
Srážení napětí	230V - 15x
Zvýšení frekvence	50,5Hz
Srážení frekvence	49,5Hz

ZODP. PROJEKTANT: AUTORIZOVANÝ INŽENÝR VYPRACOVAL:	
	KRESLIL:
	Marešček Jan
MÍSTO STAVBY: Městská staroství, Odeřnice KRAJ: Jihočeský	
STAVEBNÍK :	
Zadávkové číslo	
VÝKRES	
4/2013	
FORMÁT	
2 x A4	
MĚŘÍTKO	
VÝKRES ČÍSLO : 02	
Systém zapojení	
Fotovoltaická elektrárna 4,6 kW	

# H VÝSTUP PROGRAMU SUNNY DESIGN

## Vyhodnocení návrhu

Místo instalace: **Čzech Republic / Olešnice**

Teplota FV článků:

Minimální teplota: -10,00 °C

Konfigurovaná teplota: 50,00 °C

Maximální teplota: 70,00 °C

Název projektu: **Mareček, Olešnice**

Číslo projektu: 1

Projektový soubor: Mareček, Olešnice.sdp2

Díleč projekt 1

### 1 x STP 5000TL-20

Špičkový (peak) výkon:

4,60 kWp

Celkový počet FV panelů:

20

Počet střídačů:

1

Max. DC výkon (cos φ = 1):

5,10 kW

Max. činný AC výkon (cos φ = 1):

5,00 kW

Síťové napětí:

230 V

Poměr jmenovitých výkonů:

111 %

Účinnost cos φ:

1



STP 5000TL-20

### Konfigurační údaje

Vstup A: **FV generátor 1**

20 x Solon Blue 230/07 (230W) (04/11), Azimut: 0°, Sklon: 35°, Způsob montáže: Střecha

Vstup B: ---

Počet stringů:

1

FV panelů na každý string:

20

Špičkový (peak) výkon (vstup):

4,60 kWp

Typické FV napětí:

527 V

Min. FV napětí:

476 V

Min. DC napětí (síťové napětí 230 V):

150 V

Max. FV napětí:

824 V

Max. DC napětí (FV):

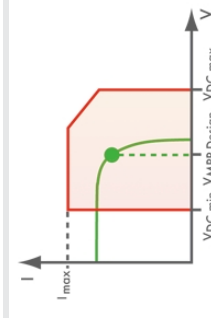
1000 V

Max. proud FV generátoru:

7,8 A

Max. DC proud:

11,0 A



FV/střídač kompatibilní za určitých podmínek

Sunny Design 2.30.0.R

Elektro Vzor - Vzorová 21 - 543 21 - Vzorov

Elektro Vzor

Vzorová 21

543 21 Vzorov

Tel.: +420 123 456 789

Fax: +420 123 456 789

E-mail: info@el-vzor.cz

Internet: www.el-vzor.cz

Název projektu: **Mareček, Olešnice**

Číslo projektu: 1

Projektový soubor: Mareček, Olešnice.sdp2

Místo instalace: **Čzech Republic /**

Síťové napětí: 3~230 V

### Přehled systému

20 x Solon Blue 230/07 (230W) (04/11) (FV generátor 1)

Azimut: 0°, Sklon: 35°, Způsob montáže: Střecha, Špičkový (peak) výkon: 4,60 kWp

### 1 x STP 5000TL-20

### Konfigurační údaje

Celkový počet FV panelů:

20

Špičkový (peak) výkon:

4,60 kWp

Počet střídačů:

1

Jmenovitý AC výkon:

5,00 kW

Činný AC výkon:

5,00 kW

Poměr činného výkonu:

108,7 %

Roční energetický výkon (cca)\*:

4729,40 kWh

Faktor využití energie:

100 %

Výkonový poměr (cca)\*:

85,2 %

Spec. energetický výkon (cca)\*:

1028 kWh/kWp

Ztráty ve vedení (V % z FV energie):

0,11 %

Nesouměrné zatížení:

0,00 VA

Vlastní spotřeba:

1932,80 kWh

Podíl vlastní spotřeby:

40,9 %

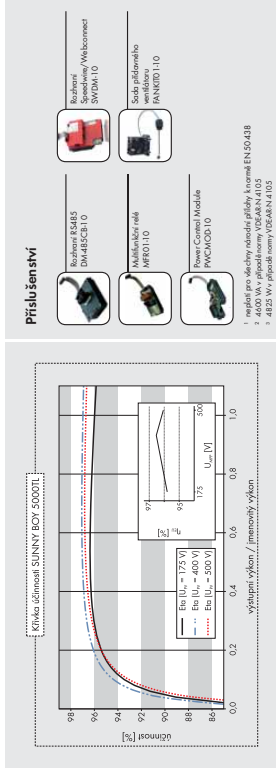
Sunny Design 2.30.0.R

### Podpis

\*Důležité: Zobrazované hodnoty energetického výkonu jsou odhadované hodnoty. Získují se matematickými metodami. Společnost SMA Solar Technology AG nenese žádnou odpovědnost za reálnou hodnotu energetického výkonu, která se může od zde zobrazených hodnot energetického výkonu lišit. Příčina odchylek mohou být různé vnější okolnosti, např. znečištění FV panelů nebo výkyvy jehin účinnosti.

# SUNNY BOY 3000TL / 3600TL / 4000TL / 5000TL s funkcí Reactive Power Control

# I KATALOGOVÝ LIST STŘÍDAČE



1. Průřezový řez střešní výhledové příchytky kromě EN 50438  
2. 4620 VA, přípojný systém VDE-AR-N 4103  
3. 4825 W, přípojný systém VDE-AR-N 4103

Technické údaje	Sunny Boy 4000TL	Sunny Boy 5000TL
<b>Vstup [DC]</b>		
Max. DC výkon [při cos φ = 1]	4200 W	5250 W <sup>3</sup>
Max. vstupní napětí	750 V	750 V
Rozsah MPP napětí / jmenovité vstupní napětí	175 V - 500 V / 400 V	175 V - 500 V / 400 V
Min. vstupní napětí / spouštěcí vstupní napětí	12,5 V / 150 V	12,5 V / 150 V
Max. vstupní proud: vstup A / vstup B	15 A / 15 A	15 A / 15 A
Max. vstupní proud na každý string: vstup A / vstup B	15 A / 15 A	15 A / 15 A
Počet nezávislých MPP vstupů / počet stringů na každý MPP vstup	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
<b>Výstup [AC]</b>		
Jmenovitý výkon [při 230 V, 50 Hz]	4000 VA	4600 W
Max. zdánlivý AC výkon	4000 VA	5000 VA <sup>2</sup>
Jmenovité AC napětí / rozsah	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 280 V	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 280 V
Síťová frekvence AC / rozsah	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz... +5 Hz
Jmenovité síťové napětí	30 Hz / 230 V	30 Hz / 230 V
Max. výstupní proud	16 A	22 A
Účinnost při jmenovitém výkonu	1	1
Nastavitelný účinek	0,8 přibližně	0,8 přibližně
Napájecí fáze / připojovací fáze	1 / 1	1 / 1
Účinnost při jmenovitém výkonu	97 % / 96,4 %	97 % / 96,5 %
<b>Bezpečnostní a monitorovací zařízení</b>		
Odpojení zařízení na straně střepu	•	•
Kontrola zemního spojení / kontrola stavu akk	•	•
Ochrana proti DC přepřevodění / ochrana proti AC zkratu / galvanické oddělení	• / • / -	• / • / -
Kontrolní jednotka pro průběh AC/DC proudu	•	•
Třída ochrany (podle normy IEC 62103) / přetápěčová kategorie (podle normy IEC 60664-1)	1 / III	1 / III
<b>Všeobecné údaje</b>		
Rozměry [Š / V / H]	496 / 519 / 185 mm (19,3 / 20,4 / 7,3 palů)	496 / 519 / 185 mm (19,3 / 20,4 / 7,3 palů)
Hmotnost	26 kg (57,3 lb)	26 kg (57,3 lb)
Rozsah provozních teplot	-25 °C...+60 °C (-13 °F...+140 °F)	-25 °C...+60 °C (-13 °F...+140 °F)
Emise hluku, typická	25 dB(A)	25 dB(A)
Vlastní spotřeba [noč]	1 W	1 W
Topologie	bez transformátoru	bez transformátoru
Způsob chlazení	konvekce	konvekce
Stupeň krytí (podle normy IEC 60529)	IP65	IP65
Klimatická třída (podle normy IEC 60721-3-4)	4E4H	4E4H
Maximální povolená relativní vlhkost (bez kondenzace)	100 %	100 %
<b>Výběvnutí</b>		
DC připojení / AC připojení	SUNCLIX / průřezová svorka	SUNCLIX / průřezová svorka
Přípoj	grafický	grafický
Rozsah RS485 / Bluetooth / Speechwise / Webconnect	o / o / o	o / o / o
Multifunkční akk / Power Control Module	•	•
Zemní 5 / 10 / 15 / 20 / 25 let	• / o / o / o / o	• / o / o / o / o
Certifikáty a oswědčení (další na vyžádání)	AS 4777 C10/11, CE, CEI 021, EN 50438, G59/2, GB3/1-1, IEC 61727, NIS 0972-1, IFA, PC, PDS, RD 1699, RD 661, UTE C15712, VDE-AR-N 4103, VDE0126-1-1	AS 4777 C10/11, CE, CEI 021, EN 50438, G59/2, GB3/1-1, IEC 61727, NIS 0972-1, IFA, PC, PDS, RD 1699, RD 661, UTE C15712, VDE-AR-N 4103, VDE0126-1-1
Star: Březen 2013		
• síťové vybavení	o	o
• volitelné vybavení	o	o
Typové označení	SB 4000TL21	SB 5000TL21

Technické údaje	Sunny Boy 3000TL	Sunny Boy 3600TL
<b>Vstup [DC]</b>		
Max. DC výkon [při cos φ = 1]	3200 W	3880 W
Max. vstupní napětí	750 V	750 V
Rozsah MPP napětí / jmenovité vstupní napětí	175 V - 500 V / 400 V	175 V - 500 V / 400 V
Min. vstupní napětí / spouštěcí vstupní napětí	12,5 V / 150 V	12,5 V / 150 V
Max. vstupní proud: vstup A / vstup B	15 A / 15 A	15 A / 15 A
Max. vstupní proud na každý string: vstup A / vstup B	15 A / 15 A	15 A / 15 A
Počet nezávislých MPP vstupů / počet stringů na každý MPP vstup	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
<b>Výstup [AC]</b>		
Jmenovitý výkon [při 230 V, 50 Hz]	3000 VA	3680 W
Max. zdánlivý AC výkon	3000 VA	3680 VA
Jmenovité AC napětí / rozsah	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 280 V	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 280 V
Síťová frekvence AC / rozsah	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz... +5 Hz
Jmenovité síťové napětí	30 Hz / 230 V	30 Hz / 230 V
Max. výstupní proud	16 A	16 A
Účinnost při jmenovitém výkonu	1	1
Nastavitelný účinek	0,8 přibližně	0,8 přibližně
Napájecí fáze / připojovací fáze	1 / 1	1 / 1
Účinnost při jmenovitém výkonu	97 % / 96 %	97 % / 96,3 %
<b>Bezpečnostní a monitorovací zařízení</b>		
Odpojení zařízení na straně střepu	•	•
Kontrola zemního spojení / kontrola stavu akk	•	•
Ochrana proti DC přepřevodění / ochrana proti AC zkratu / galvanické oddělení	• / • / -	• / • / -
Kontrolní jednotka pro průběh AC/DC proudu	•	•
Třída ochrany (podle normy IEC 62103) / přetápěčová kategorie (podle normy IEC 60664-1)	1 / III	1 / III
<b>Všeobecné údaje</b>		
Rozměry [Š / V / H]	496 / 519 / 185 mm (19,3 / 20,4 / 7,3 palů)	496 / 519 / 185 mm (19,3 / 20,4 / 7,3 palů)
Hmotnost	26 kg (57,3 lb)	26 kg (57,3 lb)
Rozsah provozních teplot	-25 °C...+60 °C (-13 °F...+140 °F)	-25 °C...+60 °C (-13 °F...+140 °F)
Emise hluku, typická	25 dB(A)	25 dB(A)
Vlastní spotřeba [noč]	1 W	1 W
Topologie	bez transformátoru	bez transformátoru
Způsob chlazení	konvekce	konvekce
Stupeň krytí (podle normy IEC 60529)	IP65	IP65
Klimatická třída (podle normy IEC 60721-3-4)	4E4H	4E4H
Maximální povolená relativní vlhkost (bez kondenzace)	100 %	100 %
<b>Výběvnutí</b>		
DC připojení / AC připojení	SUNCLIX / průřezová svorka	SUNCLIX / průřezová svorka
Přípoj	grafický	grafický
Rozsah RS485 / Bluetooth / Speechwise / Webconnect	o / o / o	o / o / o
Multifunkční akk / Power Control Module	•	•
Zemní 5 / 10 / 15 / 20 / 25 let	• / o / o / o / o	• / o / o / o / o
Certifikáty a oswědčení (další na vyžádání)	AS 4777 C10/11, CE, CEI 021, EN 50438, G59/2, GB3/1-1, IEC 61727, NIS 0972-1, IFA, PC, PDS, RD 1699, RD 661, UTE C15712, VDE-AR-N 4103, VDE0126-1-1	AS 4777 C10/11, CE, CEI 021, EN 50438, G59/2, GB3/1-1, IEC 61727, NIS 0972-1, IFA, PC, PDS, RD 1699, RD 661, UTE C15712, VDE-AR-N 4103, VDE0126-1-1
Star: Březen 2013		
• síťové vybavení	o	o
• volitelné vybavení	o	o
Typové označení	SB 3000TL21	SB 3600TL21





# SOLON Blue 230/07

Polykrystalický solární modul.

- > Špičková kvalita značky SOLON
- > Vysoce výkonné moduly s nejvyšší účinností přeměny energie
- > Vysoce efektivní technologie článků dodávaných předními výrobci
- > Optimální výkon po desetiletí s velmi dobrou reakcí na nízké osvětlení
- > Záruka na výrobek 10 let, záruka výkonu 25 let
- > SOLON solární pojištění

Don't leave the planet  
to the stupid



# SOLON Blue 230/07

## Technické parametry:

- Vysoce efektivní polykrystalická technologie článků modulu
- Efektivita modulu až 14,3 %
- Vynikající reakce na nízké osvětlení
- 4 mm solární sklo a zadní profily pro nejvyšší dovolené zatížení

## Výhody panelu SOLON:

- SOLON solární pojištění pro střešní instalaci součástí ceny produktu\*
- Záruka na výrobek 10 let, záruka výkonu 25 let
- Individuální poradenství a podpora našeho servisního týmu a našich mezinárodních distribučních partnerů
- Včasně doručení
- Recyklace modulu zbrama
- Certifikovaná kvalita produktu (TUV)

\* Platí pro Belgii, Českou republiku, Dánsko, Finsko, Francii, Itálii, Lucembursko, Německo, Nizozemsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko

## Elektrické údaje – standard

	235 Wp *	230 Wp	225 Wp	215 Wp	210 Wp
Minimální výkonná tolerance (±3 %)					
Účinnost modulu	14,33 %	14,02 %	13,72 %	13,41 %	13,11 %
Jmenovité napětí $U_{mp}$	29,20 V	29,00 V	28,90 V	28,80 V	28,30 V
Jmenovitý proud $I_{mp}$	8,05 A	7,95 A	7,80 A	7,65 A	7,45 A
Společné napětí $U_{oc}$	36,90 V	36,70 V	36,55 V	36,40 V	36,10 V
Zkratový proud $I_{sc}$	8,65 A	8,55 A	8,40 A	8,30 A	8,10 A

Uvedené hodnoty jsou platné pro hodnotu záření 1.000 W/m<sup>2</sup>, AM1.5 se teplotou článku 25 °C (standardní testové podmínky). Pro přetlakem vyvolaných tolerance. Typ modulu mohou být dodány s jiných charakteristickým datovým listem, které mají být použity pro parabolickou koncentrační systém.

## Teplotní koeficient

Tk světelného napětí	-0,35%/K
Tk zkratového proudu	0,05%/K
Tk výkonu	-0,44%/K

## Mechanická specifikace

Rozměry (H x W x D)	1.640 x 1.000 x 42 mm
Hmotnost	23,5 kg
Připojovací krabice	Připojit krabice SOLON EDI se 3 přikrmenovacími díly
Kabel	Solární kabel o dílce 900 mm, 4 mm <sup>2</sup> , pre-fabrikovaný se železovou MC-4
Přední sklo	Bílě tvrzené bezpečnostní sklo, 4 mm
Solární články	60 články polykrystalický Si 6,2" (156 x 156 mm), 208 & 308
Zapouzdření článků	EVA (Etylén Vinyl Acetat)
Zadní strana	Kombinovaná vrstva
Rám	Elbovaný hliníkový rám s dvojkolemarovým profilem a odvětvými otvory

## Přípustné provozní podmínky

Teplotní rozptětí	-40°C to +85°C
Maximální systémové napětí	1.000 V
Maximální nosnost povrchu	Testováno až do 5.400 Pa podle IEC 61215 (pokročilý test)
Odolnost proti krupobití	Maximální průměr 28 mm s nárazovou rychlostí 86 km/h

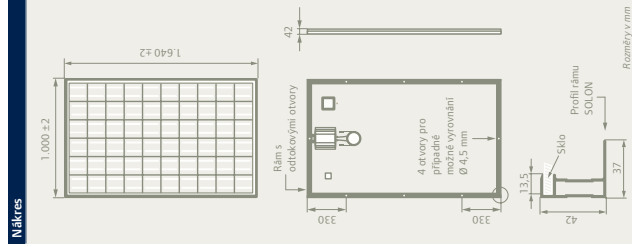
## Záruky a certifikace

Záruka na produkt	10 roky (v souladu s garantovaným výkonem a zárukami firmy SOLON)
Garance výkonu	Garantovaný výkon 90% po 10 let a 80% po 25 let
Homologace a certifikáty	TUV: IEC 61215 Edition II, IEC 61730

SOLON SE  
An Studio 16  
72618 Berlin - Germany  
SOLON S.p.A.  
Via dell'Industria e dell'Agricoltura 2  
35010 Carmignano di Brenta PD - Italy

Phone +49 30 81879-0  
Fax +49 30 81879-9999  
E-Mail [components@solon.com](mailto:components@solon.com)  
Phone +39 049 9458200  
Fax +39 049 9458299  
E-Mail [solon.it@solon.com](mailto:solon.it@solon.com)

# J PARAMETRY PANELŮ



Návrh



V8 specializovaný výrobce

Pro více informací o produktech SOLON kontaktujte naše webové stránky na [www.solon.com](http://www.solon.com). Budete nám potěšením. Vidět informovat také osobně.

## K POŘIZOVACÍ NÁKLADY

Název	Označení	Množství	Cena za jednotku bez DPH	Celková cena bez DPH [Kč]
Fotovoltaické panely	Solon 230 Wp	20 ks	5216,00	104328,00
Střídač	Sunny Boy 5000TL	1 ks	47747,00	47747,00
Plastová rozvodnice IP 40, 24 modulů	GW40047	1 ks	574,37	574,37
Jistič DC strany	OZE LPN 13C/2	1ks	566,00	566,00
Ochrana proti přepětí DC	CITEL DS50PVS-1000/G	1ks	1649,00	1649,00
Ochrana proti přepětí AC	CITEL DS40S-230	1 ks	275,00	275,00
Elektroměr zelený bonus 1f	INEPRO, podsvícený	1 ks	1499,00	1499,00
Jistič AC strany	OEZ LPE 25B/3	1 ks	254,55	254,55
DC kabel	SolarFlex 4mm <sup>2</sup>	50 m	56,40	2820,00
DC konektor	MC 4	8 ks	37,50	300,00
AC kabel	CYKY 3x4 mm <sup>2</sup>	10 m	48,00	480,00
Střešní hák, komplet	nerez, nastavitelný	24 ks	300,00	7200,00
Al H profil 40x40mm	1ks 6m	7 ks	750,00	5250,00
Spojka H profilu	4 v řadě	8 ks	37,80	302,40
Úchytka panel	krajní	8 ks	23,80	190,40
Úchytka panel	středová	36 ks	14,00	504,00
Vrut 8x80	pozinkovaný	80 ks	6,67	533,60
Celkem za materiál bez DPH [Kč]				174 473,32
Montážní, e elektroinstalační práce		48h	200,00	9600,00
Revize elektroinstalace				3000,00
Licence pro podnikání v energetice				1000,00
Inženýring	3% z nákladů na materiál			5234,20
Projekt	8% z nákladů na materiál			13 957,87
Celkem bez DPH [Kč]				207 265,39
DPH [%]				21
<b>Celkem s DPH [Kč]</b>				<b>250 791,12</b>

# L VÝNOSNOST

Rok	Výroba [kWh]	Příjem		Úspora spotřebované elektriny, 30% vyrobené (4,78 Kč/kWh)	Roční tržby bez nákladů [Kč]	Náklady za provoz [Kč]	Roční tržby s náklady [Kč]	Celkové roční tržby (daň z příjmů 15%) [Kč]	Zisk [Kč]
		Zelený bonus (2,86 Kč/kWh) [kWh]	Za přebytek, 70% vyrobené elektriny (0,4 Kč/kWh) [kWh]						
1	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-235850,91
2	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-220910,70
3	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-205970,48
4	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-191030,27
5	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-176090,06
6	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-161149,85
7	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-146209,64
8	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-131269,42
9	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-116329,21
10	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-101389,00
11	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-86448,79
12	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-71508,58
13	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-56568,36
14	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-41628,15
15	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-26687,94
16	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	-11747,73
17	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	3192,48
18	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	18132,70
19	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	33072,91
20	4280,00	12240,80	1198,40	6137,52	19576,72	2000	17576,72	14940,21	48013,12
<b>Celkem</b>	<b>85 600,00</b>	<b>244 816,00</b>	<b>23 968,00</b>	<b>122 750,40</b>	<b>391 534,40</b>	<b>40 000,00</b>	<b>351 534,40</b>	<b>298 804,24</b>	<b>48 013,12</b>