

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

SDÍLENÁ EKONOMIKA V ENERGETICE

SHARED ENERGY ECONOMY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Hráček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

BRNO 2021



Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Mikroelektronika a technologie**

Ústav elektrotechnologie

Student: Martin Hráček

ID: 211500

Ročník: 3

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

Sdílená ekonomika v energetice

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Proveďte rozbor ekonomických vlivů fotovoltaických zdrojů na energetiku. Zaměřte se na decentralizaci výroby elektrické energie. Popište a rozeberte využitelnost tohoto obnovitelného zdroje a možnosti ukládání energie. Proveďte rozbor možnosti sdílení vyrobené a uložené energie v rámci komunit (bytové domy, osady, menší vesnice) mezi jednotlivými jejími členy. Nastudujte a analyzujte současnou legislativu zaměřenou na tuto problematiku v České republice.

V praktické části práce proveďte ekonomický výpočet návratnosti a ceny vyrobené energie z fotovoltaických zdrojů a ekonomický přínos možnosti sdílení energie mezi více uživateli.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 29.1.2021

Termín odevzdání: 3.6.2021

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.
předseda rady studijního programu

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

Bakalářská práce se zaměřuje na využití fotovoltaické elektrárny v prostředí panelového domu, distribuci elektrické energie mezi jednotlivé členy a její ekonomický dopad. V první části je popsán základní princip fotovoltaické elektrárny a popis jednotlivých částí použitých pro realizaci. Druhá část je věnována legislativě pro provoz v ČR a příkladům provozu ze zahraničí. Ve třetí části je již uveden příklad konkrétního návrhu realizace, konkrétní rozpočty realizace a ekonomické zhodnocení celého projektu.

Klíčová slova

Fotovoltaická elektrárna (FVE), elektrická energie, střídač, zákon, elektroměr

Abstract

The bachelor's thesis focuses on the use of a photovoltaic power plant in a block of flats, electric power distribution to individual consumers and the economic impact. The first part describes the basic principle of the photovoltaic power plant and a description of the individual parts used for the implementation. The second part is devoted to the operational legislation of the Czech Republic and the foreign operation examples. The third part already provides the specific implementation proposal example, the specific implementation budgets and the economic evaluation of the entire project.

Keywords

Photovoltaic power plant (PV), electricity, inverter, law, electricity meter

Bibliografická citace

HRÁČEK, Martin. Sdílená ekonomika v energetice [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-19]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134598>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektrotechnologie. Vedoucí práce Jiří Vaněk.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta:	<i>Martin Hráček</i>
VUT ID studenta:	<i>211500</i>
Typ práce:	<i>Bakalářská práce</i>
Akademický rok:	<i>2020/21</i>
Téma závěrečné práce:	<i>Sdílená ekonomika v energetice</i>

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné 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 závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si 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.

V Brně dne: 27. května 2021

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jiřímu Vaňkovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Radce Augustinové za korekturu a pomoc při psaní bakalářské práce.

V Brně dne: 19. května 2021

podpis autora

Obsah

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	9
SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	11
ÚVOD DO PROBLEMATIKY	12
1. ZÁKLADY A KOMPONENTY FVE.....	13
1.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY.....	13
1.1.1 Princip přeměny slunečního záření na elektrickou energii.....	13
1.1.2 Využití slunečního záření pro výrobu elektrické energie	14
1.2 ZÁKLADNÍ KOMPONENTY FVE.....	15
1.2.1 Solární články.....	15
1.2.2 Solární moduly.....	17
1.2.3 Baterie.....	18
1.2.4 Střídače.....	19
1.2.5 Závěsné systémy.....	21
1.2.6 Koncept zapojení.....	23
2. PŘEHLED ZÁKONŮ PRO INSTALACI A PROVOZ FVE.....	25
2.1 ZÁKONNÉ POŽADAVKY NA MALÉ FVE	25
2.1.1 Stavební zákon č. 183/2006 sb.	25
2.1.2 Energetický zákon č. 458/2000 sb.	25
2.1.3 Související právní předpisy	26
2.1.4 Nová zelená úsporám.....	26
2.1.5 Společenství vlastníků jednotek.....	28
2.2 ZÁKONNÉ POŽADAVKY PRO VELKÉ FVE.....	29
2.2.1 Stavební zákon č. 183/2006 sb.	29
2.2.2 Energetický zákon č. 458/2000 sb.	31
2.2.3 Související právní předpisy.....	31
3. FVE NÁVRH	33
3.1 ZÁKLADNÍ USTANOVENÍ.....	33
3.2 FV PANELE	34
3.2.1 FVE s panely Canadian Solar.....	34
3.2.2 FVE s panely G958B.....	34
3.2.3 FVE s panely AS-6P30.....	35
3.2.4 FVE s panely DHM60X.....	35
3.2.5 Zákonné požadavky na malé FVE.....	36
3.3 STŘÍDAČ	36
3.4 BATERIE.....	37
3.5 SKŘÍŇ ELEKTRO KOMPONENT.....	38
3.6 KONCEPT ZAPOJENÍ	39
3.6.1 Koncept zapojení FVE bez baterie.....	39
3.6.2 Koncept zapojení FVE s baterií	40
3.7 ROZPOČET A ROZPOČÍTÁVÁNÍ NÁKLADŮ A ZISKŮ.....	40

3.7.1	<i>Základní podklady ke skládání rozpočtu</i>	40
3.7.2	<i>Přehled spotřeby el. energie</i>	41
3.7.3	<i>Cenové kalkulace pro rozdílné typy FV panelů</i>	43
4.	FVE SIMULACE PROGRAMEM PV*SOL	46
5.	ZÁVĚR	51

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

FEKT	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
VUT	Vysoké učení technické v Brně
FVE	Fotovoltaická elektrárna
MPP	Maximum power point
DC	Stejnoseměrný proud
AC	Střídavý proud
TUV	Teplá užitková voda
NV	Nařízení vlády
SVJ	Společenství vlastníků jednotek

Symboly:

U	...	napětí	[V]
I	...	proud	[A]
P	...	výkon	[W]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 PN přechod [2]	13
Obrázek 2 FV článek [3].....	14
Obrázek 3 Úhrn slunečního záření v ČR [4].....	15
Obrázek 4 Skládání vf článků do modulů [6]	17
Obrázek 5 Výstupní výkon střídače [4]	20
Obrázek 6 Centrální, větvové a modulové zapojení střídače [5]	24
Obrázek 7 Plocha určená k výstavbě FVE [15]	33
Obrázek 8 Nosná konstrukce FV panelů [13]	36
Obrázek 9 Střídač GoodWe DT [11]	37
Obrázek 10 Baterie US3000B [30]	38
Obrázek 10 Skříň Rittal [28].....	39
Obrázek 10 Schéma zapojení FVE bez baterie [18]	40
Obrázek 11 Schéma zapojení FVE s baterií [18]	40
Obrázek 14 Ozařování na plochu modulu [33]	46
Obrázek 15 Krytí spotřeby [33]	47
Obrázek 16 Využívání FV energie [33].....	48
Obrázek 17 Využití měniče [33].....	48
Obrázek 18 Dvacetiletý přehled nákladů [33]	49
Obrázek 19 Grafické znázornění výnosů [33]	50
Obrázek 20 Grafické znázornění výnosů s obnovou zařízení [33]	50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Parametry FV panely Canadian Solar [10]	34
Tabulka 2 Parametry FV panely G958B [25]	35
Tabulka 3 Parametry FV panely AS-6P30 [26]	35
Tabulka 4 Parametry FV panely DHM60X [24].....	36
Tabulka 5 Parametry střídače [11].....	37
Tabulka 6 Parametry baterie [30]	38
Tabulka 7 Spotřeba el. energie.....	41
Tabulka 8 Výroba el. energie.....	42
Tabulka 9 Spotřeba el. energie profil typ A [27]	42
Tabulka 10 Spotřeba el. energie profil typ B [27]	42
Tabulka 11 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely Canadian Solar	43
Tabulka 12 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely G958B	44
Tabulka 13 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely AS-6P30	44
Tabulka 14 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely DHM60X.....	44
Tabulka 15 Cenová kalkulace fixními náklady na kWh	45

ÚVOD DO PROBLEMATIKY

V dnešní době je téma získávání elektrické energie důležitým společenským a technickým problémem a je mu věnováno stále více pozornosti nejen mezi běžnou populací, ale také i ve vědeckých a politických kruzích. Elektrická energie se stala nedílnou součástí lidské existence. Stále větší zaměření na zdroje energie vede k tomu, že je nutné hledat nové a výkonnější zdroje, které při tom mají dostatečný ohled na životní prostředí a na ekonomičnost daného řešení. V tomto ohledu se sluneční energie jeví jako dobrý a stálý zdroj energie, je téměř nevyčerpatelný. Základní materiály pro výrobu FV článků jsou na naší planetě jedny z nejrozšířenějších. Využití ploch střech panelových domů má nespornou výhodu, že je využita již jednou použitá plocha a FVE může být v blízké budoucnosti slibným zdrojem elektrické energie pro domácnosti nebo pro využití v podpoře elektromobility.

Úkolem této práce je navržení fotovoltaické elektrárny umístěné na střechu panelového domu a následnou distribuci mezi členy společenství vlastníků bytů a ekonomický dopad na společenství, její nejlepší možnosti skladování či odprodeje, rozpočítávání mezi členy a ekonomickou výhodnost tohoto řešení.

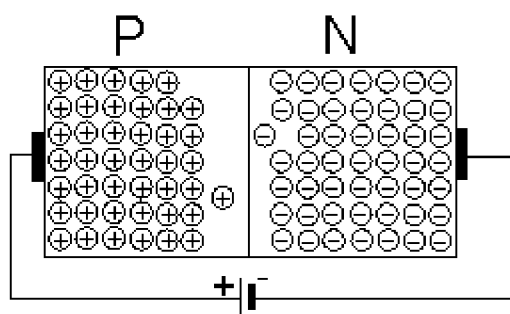
V první kapitole se věnuji teoretickému rozboru FVE, základním principům, na kterých je FVE založena a v neposlední řadě také popisu jednotlivých částí elektrárny. Ve druhé kapitole se věnuji legislativě potřebné pro provoz FVE v ČR. Poslední kapitola je věnována konkrétnímu řešení, jeho modelaci v SW a výkonnostním a ekonomickým propočtům.

1. ZÁKLADY A KOMPONENTY FVE

1.1 Základní principy

1.1.1 Princip přeměny slunečního záření na elektrickou energii

Základy pro FVE položil objevitel fotovoltaického jevu Alexander Becquerel již v roce 1839 [23]. V článku probíhá přímá přeměna sluneční energie na elektrickou. Články jsou tvořeny polovodiči, nejčastěji z křemíku. Křemík je polovodič, který se přivedením energie, v tomto případě sluneční, stane vodivým. Křemík v čisté podobě má 4 valenční elektrony a tvoří pravidelnou krystalickou mřížku. Pro článek je potřeba vznik PN přechodu, proto je křemík dotován, a tím vzniká kladně a záporně dotovaný křemík. Mezi oblastmi vzniká elektrický náboj, způsobený difuzí nadbytečných volných nosičů náboje v oblasti PN přechodu. Tato difuze je ovlivněna velikostí vnitřního el. pole, které omezí pohyb nosičů.

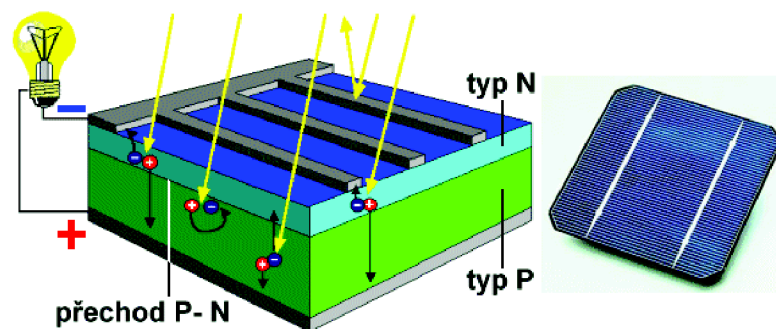


Obrázek 1 PN přechod [2]

Dopadající světlo uvolní elektrony, dodáním energie, z vazeb v krystalové mřížce a umožní jejich volný pohyb, elektrony za sebou nechávají volné místo - tzv. díry. Záření je při tomto jevu pohlceno. PN přechod způsobí že, náboje (elektrony, díry) postupují opačnými směry, záporné náboje k přední straně článku, kladné k zadní straně článku. Důsledkem tohoto jevu je vznik rozdílného potenciálu mezi přední a zadní stranou článku. Elektrické napětí tohoto článku je 0,6 až 0,7 V [23]. Pokud se elektrický obvod

uzavře, protéká jím proud přes kontaktní plochy článku. Některé náboje rekombinují a nepodílejí se na celkovém proudu a jsou společně s odrazem důvodem ztrát.

Pro vyvedení proudu je článek v zadní části osazen kontaktní ploškou, přes kterou teče proud. Přední strana musí být co nejvíce propustná světlu. Zároveň je přední vrstva vybavena antireflexním prvkem, aby se přeměnilo co největší množství světla. Solární článek může využít jen část spektra k přeměně na elektrickou energii, část spektra nemůže přeměnit. Dlouhovlnné světlo (malá energie) a krátkovlnné (příliš velká energie). Solární články se vyrábějí v několika možných verzích - monokrystalický, polykrystalický křemík a amorfni křemík. Každá z možných verzí má různé uplatnění podle daných vlastností, jako jsou např. cena, účinnost, hmotnost a tvar.



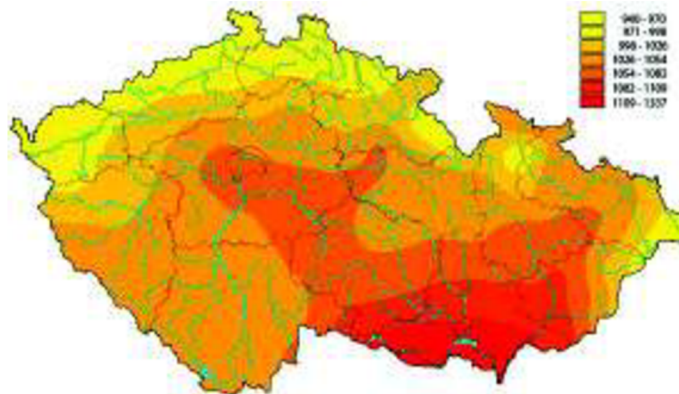
Obrázek 2 FV článek [3]

1.1.2 Využití slunečního záření pro výrobu elektrické energie

Ve výšce cca 60 km nad mořem vstupuje sluneční záření do atmosféry [22]. Atmosféra je z větší části tvořena dvěma plyny, dusíkem (78%) a kyslíkem (20,7%) [22]. Tyto plyny způsobují pohlcování ultrafialového a rentgenového záření. V nejnižších vrstvách atmosféry dochází k pohlcení různých vlnových délek spektra záření prachem, oxidem uhličitým, vodní párou a aerosoly. Tímto nás atmosféra chrání před účinky rentgenového, gama a ultrafialového záření. Na povrch Země dopadá záření s dostatečným energetickým dosahem v oblasti vlnových délek 0,3 – 3 mikrometrů [22].

Záření dopadající na povrch atmosféry je v nerozptýlené formě, ale průchodem atmosférou dochází k rozptýlení vlivem kapiček vody, krystalického ledu a prachových částí. Část tohoto záření se rozptýlí ve formě difuzního slunečního záření (nemá směrový charakter) a část zůstane nerozptýlená jako přímé sluneční záření (výrazný směrový charakter), jehož výkonová hustota je závislá na úhlu dopadu. Podíl přímého slunečního záření pro Českou republiku je 50% [22]. Z tohoto vyplývá, že pro FVE je nejvýhodnější získávat sluneční záření co nejpříměji ze slunce. Často se tedy FV panely natáčejí jižním směrem. V některých aplikacích se využívá pro maximální denní výkon

natočení části panelů při východu slunce a části panelů při západu (využití při architektuře). Dalším důležitým faktorem při navrhování, je úhrn slunečního záření. Pro ilustraci uvádím úhrn slunečního záření v ČR, viz obr. 3. Výkon slunečního záření dopadajícího svisle na atmosféru je 1367 W/m^2 [22], tato hodnota se nazývá solární nebo sluneční konstanta. Po odečtení energie pohlcené atmosférou na zem dopadá kolem 1000 W/m^2 [22], tato hodnota se udává jako referenční při navrhování FVE.



Obrázek 3 Úhrn slunečního záření v ČR [4]

1.2 Základní komponenty FVE

1.2.1 Solární články

1.2.1.1 Monokrystalické články

Monokrystalický článek je tvořen jedním krystalem křemíku. Tento monokrystal se vyrábí např. pomocí Czochralského metody. Při této metodě je pomocí zárodku, pomalým tažením taveniny při teplotách do 1420°C [23] a při pomalém otáčením taženého materiálu, vytvořen ingot monokrystalu křemíku. Tento ingot je ze stran ořezán, čímž vzniká čtverec se zakulacenými rohy. Následně je polotovar nařezán na jednotlivé plátky (wafers) šířky 0,3 mm [23]. Krajiní ořezy monokrystalického článku jsou nevýhodou při uspořádání do čtvercových ploch pro svoje menší využití plochy a větší ztráty materiálu. Články dosahují nejvyšší účinnosti kolem 26% [36], průměrně kolem 15-16 % [23]. Na takto hotové plátky jsou následně připojeny kontaktní vrstvy a antireflexní vrstvy pro maximální využití slunečního záření. V dnešní době se jedná o nejrozšířenější články.

1.2.1.2 Polykrystalické články

Polykrystalický článek je tvořen více krystaly. Jeho výhodou je snadnější výroba. Vyrábí se metodou blokového lití, která probíhá ve vakuu, kdy je křemík zahřát na teplotu kolem 1500°C [23] a následně regulovaně chlazen k blízkosti bodu tání. Takto vznikají polykrystalické bloky, které jsou následně nařezány na plátky (wafers) o šířce 0.3 mm [23]. Blokovým litím se vytvoří krystaly s jinou orientací. Od monokrystalických článků vzniká menší množství odpadního křemíku.

1.2.1.3 Tenkovrstvé články

Tenkovrstvé články jsou tvořeny velmi malou vrstvou nanášenou na různý podkladový materiál např. kovové plátky nebo umělé hmoty. Na rozdíl od krystalických křemíků je potřeba nižší teplota v rozmezí mezi 200°C až 500°C [23] (krystalický křemík vyžaduje teploty kolem 1500°C [23]). Tloušťka vrstvy je v jednotkách mikrometrů na rozdíl od krystalických článků, kde je šířka vrstvy kolem 0,3 mm [23]. Tenká vrstva poskytuje značnou úsporu potřebného materiálu na výrobu a současně umožňuje širší uplatnění v praxi. Zejména v architektuře a implementaci do budov, v rámci flexibility, tvarové volnosti výroby článku či průhlednosti materiálu. Funkčnost článku je omezena do obdélníkové tvaru, ale tvar článku může být libovolně asymetrický. Nevýhodou od krystalických článků je poloviční účinnost.

Amorfní křemíkové články (a-Si)

Malé amorfní křemíkové moduly jsou nejčastěji používané v malých přístrojích, jako jsou kalkulačky, svítilny nebo hodinky. Amorfní křemík netvoří pravidelnou strukturu krystalů. Vyrábí se při teplotách kolem 200°C [23] chemickým odlučováním z plynného silanu. Má jiný princip vytváření proudu, mezi vrstvy p a n je dodána ještě jedna vrstva označovaná pin, která obstarává volné nosiče. Nevýhodou článku je menší účinnost kolem 10% [23]. Článek bez krycího skla je nanesen na ohebné kovové folie, což snižuje váhu článku a může být použit na konstrukce s nižší nosností. Články vykazují prvotní degradaci, účinnost po půlroce klesne z 15% na 10% [23], poté se výkon ustálí a už neklesá.

Mikromorfní solární články (A-Si)

Vyrábí se podobě jako amorfní články, přičemž při napařování se mění parametry, to má za následky vytvoření pyramidové struktury článku. Článek lépe využívá sluneční spektrum a oproti čistě amorfním článkům má až dvojnásobný účinek. Další výhodou je menší prvotní degradace.

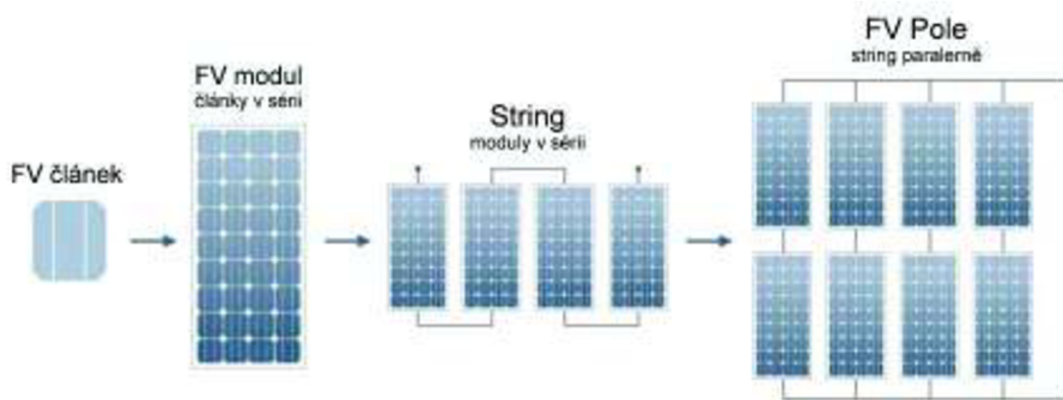
Články CIS (měď indium selen)

Nejvyšší účinnost mezi tenkovrstvými technologiemi má technika založená na CIS. Na nosné sklo je při teplotě 500°C [23] ve vakuu nanášena tenká kontaktní vrstva a na ní je nanášena vrstva CIS s vodivostí typu p. Následně je nanášena vrstva sulfidu kadmia s n vodivostí. Tyto články nemají na rozdíl od amorfních článků prvotní degradaci, zato mají horší stabilitu v horkém a vlhkém prostředí. Články se vyrábějí i nanášením na kovovou folii místo podkladového skla.

1.2.2 Solární moduly

Obvyklý výkon jednoho FV článku je 4 W a napětí 0,5 V [23]. Z tohoto důvodu se články skládají do větších solárních modulů. Standardní moduly se vyrábějí po 36, 48, 54, 60 nebo 70 článcích [23], které se elektricky zapojují do jedné nebo více větví tzv. strings. Nutnost připojení je zohledněn už při výrobě a jsou tomu uzpůsobeny připojovací kontakty. Přední kontakty článku (záporný pól) se připojují k zadním kontaktům článku (kladný pól).

Až na speciální články tento proces kontaktování bývá již zcela automatizován ve výrobních závodech. Začátek a konec větve je vyveden pro elektrické vyvedení celého modulu. Pro výrobu modulu se položí 4 nebo 8 řad článků (obdélníkový tvar) [23], které se zapouzdří mezi skleněnou destičku z přední strany a umělohmotnou folii na straně zadní. Tímto jsou články chráněny proti povětrnostním vlivům, vlhkosti a mechanickému namáhání. Takovéto moduly jsou ještě osazeny do hliníkových rámu, které se již osazují na nosné systémy a tvoří základní články FV generátoru.



Obrázek 4 Skládání vf článků do modulů [6]

Ve folii na druhé straně modulu jsou vyvedeny vývody modulu do připojovací krabice odolné vůči UV záření, která obsahuje obtokové diody a připojovací svorky, přes které se modul připojuje k ostatním panelům. Připojovací krabička musí splňovat krytí IP 54 a musí být izolovaná jako třída ochrany II. Tato krabička může být již součástí modulu

dodaná od výrobce. FV články se dnes vyrábějí nejen v klasickém obdélníkovém tvaru, ale pro potřeby architektů mohou mít i jiné tvarové provedení (není aktivní celá plocha) a mohou plnit i další podpůrné funkce jako například zateplení budov (upravená zadní plocha modulů).

1.2.3 Baterie

1.2.3.1 Základní technické informace o bateriích

Hlavním účelem baterií je akumulace elektrické energie vyrobené ve FVE určené k odložené spotřebě a využití v době kdy není přímá výroba FVE. Baterie představuje jednu z nejdražších prvků FVE. Má předpokládanou nejmenší životnost z celé FVE, a proto je potřeba zvážit potřebnost baterií na FVE, které jsou vhodnější zejména pro samostatné domy s nerovnoměrným vytížením během dne. V současné době jsou nejrozšířenější akumulátory pro fotovoltaiku olověné. Základní rozdělení baterií je z pohledu ukládacího média (nejčastěji olověné) a formy provedení (otevřené, bezúdržbové). V dnešní době převládají baterie typu VRLA, jedná se o zcela bezúdržbové baterie.

U baterií je třeba brát zřetel na to, že jejich kapacita nejde využívat na 100% z důvodů maximalizace životnosti, ale jen cca na 70% [29]. Další důležitý parametr je množství cyklů nabití /vybití baterie, tím je ovlivněno, kolik baterií naprojektujeme na FVE.

Baterie je nezbytností pro FVE v ostrovním režimu, kde je kladen větší nárok na životnost, kapacitu, skladování a provozování baterií.

1.2.3.2 Životnost a řazení do větších celků

Baterie je možné zapojit do větších celků, a to tak, že je-li zapojení paralelní, roste výstupní proud a je-li zapojení sériové, roste napětí. Nezbytností je skládání stejných typů, produktů od jednoho výrobce a obdobných kapacit do sebe. Jedná se o stejné parametry, stejnou dobu vybíjení a nabíjení. Rozdílné baterie by se do sebe neměly skládat, může dojít k trvalému poškození takto skládaných baterií.

Životnost baterií bývá kolem 10 let [29], a proto je potřeba při cenovém návrhu počítat s jednou výměnou baterií za období provozování FVE. Pro maximální využití životnosti by se měl akumulátor udržovat pokud možno v okolí 70% nabitého stavu. Z tohoto důvodu je dobré nevybíjet baterii do krajnosti, ale udržovat ji blízko maximálních hodnot nabití. Důležitým parametrem pro životnost je celkový počet cyklů nabití/vybití udávaný výrobcem.

1.2.3.3 Výpočet kapacity baterií

Při výpočtu kapacity baterií je třeba mít na paměti, co plánujeme s přebytečnou energií dělat a za jakých okolností. Je rozdíl, zda se jedná o ostrovní systém FVE kde je třeba počítat s kapacitou i na několik dní, nebo se jedná jen o dočasný systém pro uložení. Avšak funkčnost není kritická pro chod provozu nebo domácnosti.

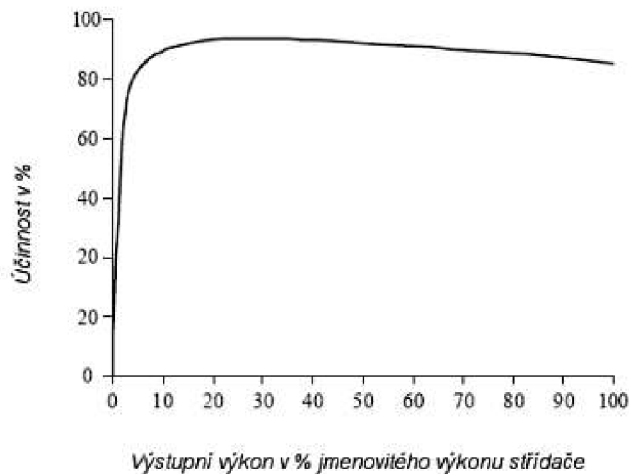
Zároveň je třeba mít na paměti, že jaký zvolíme poměr mezi vyrobenou el. energií a kapacitou baterií, tím ovlivníme počet cyklů nabíjení baterií a tím ovlivníme jejich životnost (větší kapacita, vyšší pořizovací cena / nižší kapacita, nižší životnost). Výpočet uděláme tak, že vynásobíme počet předpokládaných dní, kdy bude systém jen na baterii, a výkon FVE se započítanou efektivitou střídače.

1.2.4 Střídače

Střídač je po FV článku druhým nejdůležitějším prvkem a zpravidla i cenově druhým nejdražším. Přesto je kvalita usměrňovače velice důležitá pro celkovou efektivitu FVE, protože nevhodně navržený střídač může snížit výnosnost elektrárny. Jeho úlohou je přeměna stejnosměrného napětí FV článků na střídavé napětí dodávané do sítě (1 fázové nebo 3 fázové). Výpadek střídače může být pro FVE kritický a způsobuje výpadky v dodávkách elektrické energie nebo finanční ztráty, proto je střídač potřeba udržovat a provozuschopnost kontrolovat např. pomocí SW s možností upozornění provozovatele.

1.2.4.1 Účinnost

Účinnost střídačů je jedna z nejdůležitějších vlastností střídače. Maximální účinnost se pohybuje v rozmezí 90-98% [4]. Střídač maximální účinnosti dosáhne jen za optimálních podmínek (jmenovité DC napětí, střední hodnota AC výkonu). A proto hodnota maximální účinnosti negarantuje vyšší energetické zisky. Pro naše zeměpisné šířky a klimatické podmínky se udává evropská účinnost, která je průměrem účinnosti při různých zatíženích střídače (měří se při 5, 10, 20, 30, 50, 100 % nominálního výkonu) [4]. Tato charakteristika se měří při optimálním DC napětí, zároveň je ovlivněna teplotou.



Obrázek 5 Výstupní výkon střídače [4]

1.2.4.2 Rozsah a účinnost přizpůsobení MPP

Množství získané energie je závislé na vysoké evropské účinnosti v celém rozsahu bodů maximálního výkonu (MPP- maximum power point) a přesnosti zařízení pro nastavení pracovního bodu střídače (tracker), který nastavuje aktuální bod MPP. Vstupní napětí je ovlivněno různými faktory ovlivňujícími výkon článků (např. překrytí stínem) a vyvolávajícími změny DC napětí. Rozsah MPP je důležitý parametr, udává rozsah napětí vstupujícího do střídače, při kterém je schopen střídač pracovat optimálně.

Dalším důležitým parametrem je účinnost přizpůsobení MPP, což udává, jak rychle střídač dokáže reagovat na klimatické změny. Samozřejmě čím pomalejší je reakce střídače, tím horší je celková účinnost. Tuto funkci obstarává MPP tracker. A nejlepší zařízení dokáží udržet hodnotu nad 99% [4].

1.2.4.3 Střídače s transformátorem nebo bez transformátoru

Nejlepší hodnoty účinnosti dosahují střídače bez transformátorů, ale jejich nevýhodou je absence galvanického oddělení, což znamená zhoršenou ochranu střídače před poškozením (oddělení střídavé a stejnosměrné strany). Pro tenkovrstvé fotovoltaické systémy je dokonce galvanické oddělení nezbytné pro správnou funkci.

1.2.4.4 Střídač s vyšším počtem výkonových prvků

Některé střídače obsahují více stupňů výkonového vyvedení z důvodu stálého chodu, vyšší účinnosti, výtěžnosti elektrické energie a prodloužení životnosti. Principem přepínání výkonových stupňů je změna výkonového dílu dle aktuálního zatížení. Kdy

pro zhoršené klimatické podmínky je aktivní nižší stupeň výkonového dílu, čímž dojde k zlepšení účinnosti posunutím do oblasti s největší účinností střídače. V případě zvětšení zátěže jsou přepínány výkonové prvky na vyšší stupeň.

Možnost přepínání výkonových stupňů má výhodu v možnosti přepnutí vyvedení výkonu i v případě výpadku jednoho stupně. Čímž je možnost celého výpadku dodávek energie omezena a provozovatel má více času na opravu střídače. Přepínání vývodů má i výhodu v menším opotřebení dílů a úspoře za opravy. Tento typ střídačů je vhodný pro klimatické podmínky ČR, kde se počasí často mění během dne. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena a robustnější konstrukce.

1.2.4.5 Umístění, chlazení a servis

Teplota ovlivňuje účinnost střídače, a je proto nezbytné zajistit odvod tepla a chlazení elektroniky střídače. Proto se střídač doplňuje o chlazení, které je možné provést pomocí vodního chlazení (dražší pořizovací cena, účinnější, nezanáší nečistoty do elektroniky) nebo ventilátorového chlazení. Důležité je umístění střídače (venku nebo vevnitř budovy), což má dopad na chlazení, krytí střídače (IP), budoucí servis a opravy.

Zásadní vliv má typ střídače a koncept zapojení (jeden centrální/více menších). Pokud se zvolí dražší s větším počtem výkonových, je třeba věnovat větší pozornost servisu, chlazení a umístění pro ochranu před povětrnostními vlivy. Neboť pořizovací cena ovlivňuje návratnost investice. Menší a jednodušší střídače je možné vyměňovat tzv. kus za kus. Jejich náročnost na servis a umístění je menší, protože jsou více variabilní.

1.2.5 Závěsné systémy

Nosné systémy FV článků představují důležitý prvek FVE, jelikož umožňují optimální osazení FV článků na konstrukce domů nebo ploch. Tím určují účinnost FVE zdroje. Protože výkonnost FV článků je ovlivněna sklonem a intenzitou dopadu světelných paprsků. V dnešní době se FV článek může umisťovat na fasády a střechy a stává se i architektonickým prvkem. Při umisťování na střechy či přímo použití jako krytinu je důležité přizvat statika pro posouzení nosnosti střechy.

1.2.5.1 Montáž nad střechou

Montáž nad střechou je jedno z nejpoužívanějších řešení montáže FVE. Jedná se o velice levnou variantu řešení, která je vhodná pro případ již existující střešní krytiny. Podstatou jsou tři základní části: střešní háky pro uchycení na střechu, montážní lišty pro uchycení solárních panelů a montáž samotných panelů. Střešní háky jsou namontovány přímo na střešní konstrukci a tvoří základ nosného systému. Na háky jsou

osazeny latě pro uchycení panelů. Základní funkce původní krytiny zůstává neporušená, až na prostupy montážních háků, kdy musí být dodatečně utěsněna. Statická zátěž je roznesena do původní střechy a nezatěžuje střešní tašky. Jelikož panely nedoléhají spodní stranou na střechu, je zachován dobrý odvod tepla z panelů.

1.2.5.2 Montáž do střechy

Montáž do střechy je nákladnějším, ale elegantnějším řešením. Panely jsou montovány jako krytina střechy. Musí proto splňovat stejné podmínky jako klasická krytina střechy. Mezi tyto podmínky patří voděodolnost, odvětrávání zadních částí proti kondenzaci a stoupající vlhkosti. Panely se nasazují do rámových konstrukcí, které jsou uchycené na střešní latě. Konstrukce jsou doplněny o odvod vody do okapů jako u běžné krytiny. Montáž do střechy má horší odvětrávání panelů v zadní části. Bývá zde dosaženo vyšší teploty panelů, což snižuje účinnost. Vyrábějí se i FV střešní tašky, které se osazují jako běžná taška přímo na střešní latě.

1.2.5.3 Montáž na fasádě

Fasády představují z pohledu osazení FVE další možnost, jak využít maximálně plochu budov. Osazení stěn budov FVE lze realizovat na již existující fasádu, nebo jako prvek fasády se zabudováním tepelně izolačních prvků. Studené fasády tvoří dvě oddělené vrstvy. První vrstva je architektonická s povětrnostní ochranou a zadní část tvoří tepelná izolace a statické prvky. Mezi oběma vrstvami je vzduchová mezera, která zajišťuje odvětrávání panelů. Teplé fasády jsou tvořeny jedolitou vrstvou, která plní všechny funkce. Do teplých fasád se musí montovat speciální panely se zabudovaným vnitřním odvětráváním pro odvod tepla. Panely se osazují do speciálních rastrů uchycených ve zdivu. Panely lze použít i místo prosklených ploch, kdy při využití tenkovrstvé technologie dochází k slabému průniku světla do budovy. Nevýhodou je pevné nastavení panelů a menší výkon kolem 600 kWh na kWp [23].

1.2.5.4 Montáž na ploché střeše

Za plochou střechu se považuje sklon 12° k vodorovné rovině [23]. Z pohledu umístění FVE je plochá střecha jednou z nejvhodnějších variant co do způsobu natáčení ke zdroji slunečního záření a dobrých možnostech pro instalaci na střechy. Není totiž vyžadován invazivní způsob uchycení. Pro vysoké budovy je třeba při uchycení panelů zohledňovat povětrnostní podmínky a podle toho volit způsob ukotvení do střechy.

Vhodným řešením jsou tzv. vany, kdy zatížení nosných modulů je řešeno dosypáním šterku, nebo betonové desky. Zvýšený důraz u plochých střech je věnován

statice střechy. Střecha je zatěžována v celé ploše a v případě nedostatečné nosnosti, se nosné systémy kotví do stěn pro rozložení váhy FV panelů. Další možností osazení na plochu střechu je pokrytí solárními pásy z amorfního křemíku, kdy pás leží přímo na střeše bez pomocné konstrukce. Tento způsob má horší účinnost, protože články nejde natáčet na slunce a vyžadují častější čištění. Mezi výhody patří možnost vyššího výkonu FVE, protože lze články naskládat hustěji a nedochází k zastínění jednoho článku článkem druhým. Další výhodou je úspora v rámci absence dodatečných nosných systémů a menší zatížení střechy FV články.

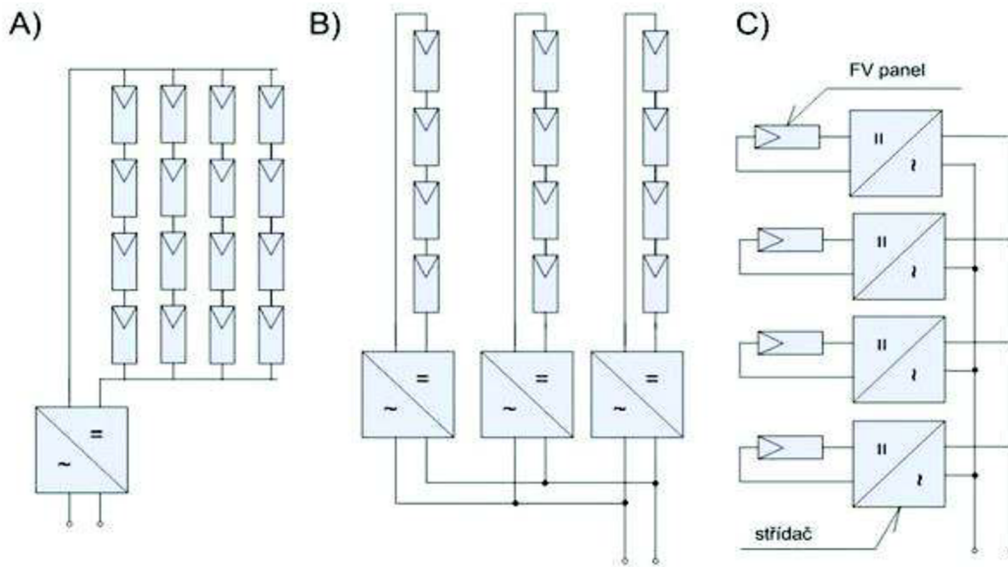
1.2.6 Koncept zapojení

1.2.6.1 Koncept zapojení střídačů

Při návrhu solární elektrárny je střídač jeden z nejdůležitějších zařízení celé FVE. Není však důležitý jen samotný střídač jako takový, neméně důležitá je i volba zapojení do konceptu FVE. Základní rozdělení je na zařízení s centrálním střídačem, kde se stará jediný střídač o přeměnu DC/AC. Bývá dražší a je nezbytná neustálá kontrola jeho funkce, protože výpadek zapříčiní nefunkčnost celé FVE. Další možností je připojení střídače na každou větev (string). Toto uspořádání má výhodu v případě výpadku jednoho střídače, kdy zůstávají zbylé jednotky funkční a dodávají elektrickou energii do sítě.

Ve velkých elektrárnách je zapojení více střídačů již nezbytností nejen z důvodu bezpečných dodávek do sítě, ale i z výkonnostních požadavků na střídač. Zapojení s více střídači bývá často použito v režimu Master-Slave. V tomto případě je při změně výkonu jedné části panelů (např. vlivem stínu komínu) v provozu jen jeden střídač. Tím je docíleno vyšší účinnosti. Je nezbytné, aby na jeden střídač byly zapojeny panely s podobnou orientací a zastíněním (změna MPP střídače).

Další z možností je modulární střídač, který je připojen na jednotlivý modul. Modulové řešení má výhodu v tom, že každý střídač je laděn přímo na panel a má optimální bod MPP. Odpadá také stejnosměrná část instalace (kabeláž). Zato trpí horší spolehlivostí a celkovou nižší účinností. Tento způsob je často používán v Holandsku.



Obrázek 6 Centrální, větvové a modulové zapojení střídače [5]

1.2.6.2 Připojení hybridní On-grid

Jedná se o systémy připojené na rozvodnou síť. Menší systémy připojené do distribuční sítě jsou zpravidla na rodinných domech, kancelářských budovách nebo výrobních halách. Jejich výkon se pohybuje v jednotkách až desítkách kW. Energie z takových systémů bývá přímo spotřebována v rámci místa výroby. Jen její nepatrná část je dodána do distribuční sítě.

1.2.6.3 Připojení On-grid

Celý výkon je dodán do distribuční sítě a pro domácnosti se nakupují z distribuční sítě. Velké systémy (solární parky) mají řádově výkon od desítek kW až po stovky MW. A z tohoto důvodu je vyžadována dobrá přístupnost k dostatečně dimenzovaným přípojkám na distribuční síť (vedení o napětí 22, 35 nebo 110 kV [23]).

1.2.6.4 Připojení Off-grid

Jedná se o tzv. ostrovní systémy, tedy o systémy, které nejsou napojené na rozvodnou síť. Využívá se jich pro napájení odlehlých budov nebo zařízení, kde není možné nebo ekonomicky výhodné připojovat zařízení k rozvodné síti (např. vzdálenost, terén). Z toho vyplývá jejich označení jako ostrovní systémy.

2. PŘEHLED ZÁKONŮ PRO INSTALACI A PROVOZ FVE

Zákony pro FVE jsou nezbytnou součástí výstavby elektráren. Každý stavebník je musí dodržovat a řídit se jimi. Proto se v této kapitole zaměříme na důležité zákony z pohledu výstavby a provozu FVE. Zákony kladené požadavky na provozovatele a stavitele FVE jsou s ohledem na povahu a umístění FVE různé. Jiné nároky jsou kladeny na výstavbu mnoha MW zařízení a jiné na malý zdroj umístěný na střeše rodinného domu. Proto je tato kapitola rozdělena do dvou částí. V části první uvádím základní přehled pro vybudování FVE na malých rozlohách domů. Druhá část je věnována zákonným požadavkům pro větší energetické zdroje.

2.1 Zákonné požadavky na malé FVE

2.1.1 Stavební zákon č. 183/2006 sb.

Pro výstavbu na rodinný dům či panelový dům bez úpravy a zásahu do nosných konstrukcí lze uplatnit § 103 stavebního zákona „Stavby, terénní úpravy, zařízení a udržovací práce nevyžadující stavební povolení ani ohlášení [7]“ odstavec 1 písmeno e) „ 1) Stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu nevyžadují e) stavby a zařízení, a to 9. stavby a zařízení pro výrobu energie s celkovým instalovaným výkonem do 20 kW s výjimkou stavby vodního díla; “ [7]. Stavebník malé elektrárny do 20 kW nepodléhá nutnosti vyřízení stavebního povolení ani ohlašovací povinnosti.

2.1.2 Energetický zákon č. 458/2000 sb.

Stavebník podléhá při výrobě elektrické energie nad 10 kW energetickému zákonu § 3 Podnikání v energetických odvětvích odstavci 3) „ Podnikat v energetických odvětvích na území České republiky mohou za podmínek stanovených tímto zákonem osoby pouze na základě licence udělené Energetickým regulačním úřadem. Licence se dále vyžaduje na výrobu elektřiny ve výrobnách elektřiny s instalovaným výkonem nad 10 kW určené pro vlastní spotřebu zákazníka, pokud je výrobná elektřiny propojena s přenosovou soustavou nebo s distribuční soustavou, nebo na výrobu elektřiny vyrobenou ve výrobnách elektřiny s instalovaným výkonem do 10 kW včetně, určené pro vlastní spotřebu zákazníka, pokud je ve stejném odběrném místě připojena jiná výrobná elektřiny držitele licence.“ [8].

Energetický zákon dále určuje práva a povinnosti výrobce elektrické energie v § 23 Výrobce elektřiny odstavce 1) a 2) “ Výrobce elektřiny má právo

a) připojit své zařízení k elektrizační soustavě, pokud splňuje podmínky připojení k přenosové soustavě nebo k distribučním soustavám a obchodní podmínky stanovené Pravidly provozování přenosové soustavy nebo Pravidly provozování distribuční soustavy,

b) dodávat elektřinu vyrobenou v jím provozované výrobně elektřiny ostatním účastníkům trhu s elektřinou nebo do jiných států prostřednictvím přenosové soustavy nebo distribuční soustavy, nebo přímým vedením,

c) dodávat elektřinu vyrobenou ve vlastní výrobně elektřiny pro vlastní potřebu a pro potřebu ovládaných společností, pokud mu to podmínky provozování přenosové soustavy a distribučních soustav umožňují,

(2) Výrobce elektřiny je povinen „[8]

Podle vyjádření představitelky ERU, PhDr. Jarmila Lehnerová, nepodléhá licencování FVE nad 10 kW v případech, kde nedochází k tvorbě zisků z prodeje el. energie Jelikož se tento projekt nezaměřuje na tvorbu finančních zisků, ale na úsporu nákladů, nepodléhá licencování [31].

2.1.3 Související právní předpisy

Mezi důležité právní předpisy patří vyhlášky upravující regulaci cen a možnosti podpory OZE. Tyto vyhlášky jsou:

Vyhláška č. 150/2007 Sb. Vyhláška o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen

Vyhláška č. 364/2007 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů

2.1.4 Nová zelená úsporám

Nová zelená úsporám skončí do 31.12. 2021, a proto zde bude probrána jen okrajově. Nová zelená úsporám umožňuje čerpat dotace jak pro fyzické, tak i právnické osoby (případ FVE na panelový dům). Pro účely této práce se budeme soustředit na podoblast C.3.2 zaměřenou na panelové domy s využitím samostatné FVE (zateplení je již realizované). Výše podpory je 15 500 Kč/kWp [32] a výše dotace je rozepsaná v cenové soupisce v části cenových kalkulací. Při řešení FVE pomocí dotačního programu zelená úsporám je třeba mít na paměti následující fakta. Stavbu nelze stavět svépomocí, ale je třeba vybírat autorizovaného stavebníka. To může stavbu dodatečně prodražit a stojí za zvážení využití dotačního programu. Dále je dotace omezena na polovinu doložených

nákladů.

2.1.4.1 Podmínky podoblasti podpory C.3.2 – fotovoltaické systémy

Pokud byla na objekt, který je předmětem žádosti, v minulosti poskytnuta podpora z veřejných prostředků na instalaci fotovoltaického systému, nelze o tuto podporu žádat. Podporu nelze poskytnout na rozšíření nebo úpravy stávajícího systému.

Výroba elektrické energie z fotovoltaického systému musí být přednostně využita pro společné prostory bytového domu. Dále je ji možné využít také v bytových jednotkách, a k ohřevu teplé vody.

Podpora se poskytuje na pořízení a instalaci systémů do dokončených bytových domů včetně příslušenství, montáže, regulace a zapojení do systému.

Podpora je přidělována formou fixní dotace na instalovaný výkon[32].

2.1.4.2 Požadavky na instalaci fotovoltaických systémů

Maximální celkový instalovaný výkon systémů (včetně stávajících) nesmí být vyšší než 30 kWp [32] na číslo popisné dané budovy.

Podporovány jsou pouze fotovoltaické systémy propojené s distribuční sítí. Za takový systém jsou pro účely Programu považovány i tzv. hybridní fotovoltaické systémy. Tyto systémy využívají napojení na distribuční síť jako doplňující napájení, které je schopné pracovat v režimu grid-on i grid-off. Požadavek je splněn i pro systémy využívající napojení na distribuční síť, a to výhradně k dobíjení akumulátorů.

Podpora se poskytuje pouze na systémy připojené k distribuční soustavě po 1. 1. 2016 [32].

Systém musí být umístěn na stavbě evidované v katastru nemovitostí, popř. jiné stávající stavbě umístěné na pozemku náležícím k řešenému bytovému domu.

Systém musí být vybaven měničem s účinností stanovenou v metodickém pokynu pro podoblast podpory C.3 a technologií pro sledování bodu maximálního výkonu s minimální účinností přizpůsobení dle metodického pokynu pro podoblast podpory C.3.

Minimální účinnost (vztažená k celkové ploše fotovoltaického modulu) při standardních testovacích podmínkách (STC1) je: 15% [32] pro panely a moduly složené z mono- a polykrystalických článků, 10% [32] pro panely a moduly složené z tenkovrstvých amorfních článků, bez požadavku pro solární fotovoltaické střešní krytiny a fasádní systémy.

Míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby musí být alespoň 70% [32] z celkového teoretického zisku systému.

Řídicí systém musí zajistit optimální využívání vyrobené elektrické energie zejména pro vlastní spotřebu (např. spínáním spotřebičů s možností odloženého startu, využití akumulace apod.) v závislosti na aktuální výrobě a spotřebě elektrické energie

Účinnosti fotovoltaických modulů deklarované výrobcí je možno pro účel srovnání s požadavky Programu matematicky zaokrouhlit na celá procenta.

Není dovoleno použití olovených startovacích akumulátorů a Ni-Cd akumulátorů.

2.1.5 Společenství vlastníků jednotek

Pro potřeby realizace FVE se budeme zabývat zákony z pohledu vlastnických práv a povinností společenství vlastníků jednotek jako odpovědné právnické osoby.

Nařízení vlády č. 366/2013 sb. Definuje v § 1, (1) Toto nařízení upravuje b) části nemovité věci, které jsou společné, c) podrobnosti o činnostech týkajících se správy domu a pozemku[35].

Pro potřeby tohoto projektu potřebujeme vědět, že společným prostorem se rozumí § 5, (1) Společnými částmi domu, jako částmi podstatnými pro zachování domu včetně jeho hlavních konstrukcí a jeho tvaru i vzhledu, jakož i pro zachování bytu jiného vlastníka jednotky, a zařízení sloužící i jinému vlastníku jednotky k užívání bytu podle § 1160 odst. 2 občanského zákoníku, jsou zejména b) střecha včetně výplní výstupních otvorů, izolací, hromosvodů, lávek, dešťových žlabů a svodů venkovních či vnitřních, a § 6, Společnými částmi domu jsou dále b) rozvody elektrické energie až k bytovému jističi za elektroměrem. Z těchto paragrafů vyplývá že SJV je zodpovědné za tyto společné prostory a pokud SJV dovolí stanovy, může rozhodovat o využití těchto prostor pro výstavbu FVE[35].

Zároveň je SJV odpovědné za instalaci FVE a musí zajišťovat správu a údržbu nad tímto zařízením dle § 7 Činnostmi týkajícími se správy domu a pozemku z hlediska provozního a technického se rozumí zejména

a) provoz, údržba, opravy, stavební úpravy a jiné změny společných částí domu, včetně změn vedoucích ke změně v účelu jejich užívání; týká se to také všech technických zařízení domu, jako společných částí, dále společných částí vyhrazených k výlučnému užívání vlastníku jednotky, pokud podle prohlášení nebo stanov společenství vlastníků jednotek nejde o činnost příslušející vlastníku jednotky v rámci správy této společné části na vlastní náklady [35],

A zároveň jsou odpovědní za vedení administrativy a výběru poplatku za výrobu z FVE § 8, Činnostmi týkajícími se správy domu a pozemku z hlediska správních činností se rozumí zejména) zajišťování veškeré správní, administrativní a operativně technické činnosti, včetně vedení příslušné technické a provozní dokumentace domu, uchovávání dokumentace stavby odpovídající jejímu skutečnému provedení podle

jiných právních předpisů¹⁾) a zajišťování dalších činností, které vyplývají pro osobu odpovědnou za správu domu a pozemku z jiných právních předpisů,

b) stanovení a vybírání předem určených finančních prostředků od vlastníků jednotek jako záloh na příspěvky na správu domu a pozemku, stanovení záloh na úhrady cen služeb a jejich vyúčtování a vypořádání,

c) vedení účetnictví, zpracování a předložení daňových přiznání, řádné hospodaření s finančními prostředky, vedení seznamu členů společenství vlastníků jednotek[35].

2.2 Zákonné požadavky pro velké FVE

2.2.1 Stavební zákon č. 183/2006 sb.

Stavba velkých FVE je na rozdíl od elektráren umístěných na rodinných domech komplexním zařízením. A stavební zákon zde neumožňuje lehčí varianty stavebního řízení ve formě ohlášek. Je třeba mít na paměti, že stavební zákon neumožňuje stavbu FVE v nezastavěných částech obce. Dle § 2 Základní pojmy „1) V tomto zákoně se rozumí a) změnou v území změna jeho využití nebo prostorového uspořádání, včetně umístění staveb a jejich změn, [7]“ musí stavebník realizovat výstavbu na základě chváleného územního plánu podle § 43 Územní plán „1) Územní plán stanoví základní koncepci rozvoje území obce, ochrany jeho hodnot, jeho plošného a prostorového uspořádání (dále jen "urbanistická koncepce"), uspořádání krajiny a koncepci veřejné infrastruktury; vymezí zastavěné území, plochy a koridory, zejména zastavitelné plochy, plochy změn v krajině a plochy vymezené ke změně stávající zástavby, k obnově nebo opětovnému využití znehodnoceného území (dále jen "plocha přestavby"), pro veřejně prospěšné stavby, pro veřejně prospěšná opatření a pro územní rezervy a stanoví podmínky pro využití těchto ploch a koridorů. Pro územní rezervy se použije § 36 odst. 1 obdobně. Záležitosti nadmístního významu, které nejsou řešeny v zásadách územního rozvoje, mohou být součástí územního plánu, pokud to krajský úřad ve stanovisku podle § 50 odst. 7 z důvodu významných negativních vlivů přesahujících hranice obce nevyloučí. [7]“

V případě, že se podle územního plánu jedná o pozemek s jiným druhem užití, je potřeba požádat o jeho změnu podle § 80 Rozhodnutí o změně využití území „1) Rozhodnutí o změně využití území stanoví nový způsob užívání pozemku a podmínky jeho využití. (2) Rozhodnutí o změně využití území vyžadují terénní úpravy podle § 3 odst. 1, [7]“

Dále je třeba získat územní rozhodnutí podle § 92 Územní rozhodnutí „1) Územním rozhodnutím stavební úřad schvaluje navržený záměr, vymezí pozemky pro jeho realizaci, případně stanoví podmínky pro dělení nebo scelování pozemků, a stanoví podmínky pro využití a ochranu území, podmínky pro další přípravu a realizaci záměru, zejména pro projektovou přípravu stavby; vyžaduje-li to posouzení veřejných zájmů při provádění stavby, při kontrolních prohlídkách stavby nebo při vydávání kolaudačního souhlasu, může uložit zpracování dokumentace pro provádění stavby; tato dokumentace musí být zpracována vždy u stavebních záměrů podle § 103 odst. 1 písm. e) bodů 4 až 8. V rozhodnutí stavební úřad stanoví dobu platnosti rozhodnutí, má-li být delší, než stanoví tento zákon, a v odůvodnění vždy vyhodnotí připomínky veřejnosti. U staveb dočasných nebo v rozhodnutí o změně využití území pro dočasné činnosti stanoví lhůtu pro odstranění stavby nebo ukončení činnosti a následný způsob úpravy území. V případech podle § 78 odst. 6 stanoví v potřebném rozsahu podmínky pro provedení záměru. [7]“

Pokud se stavba FVE bude nacházet na území, které se dá označit „na zelené louce“ musí postupovat podle § 94a Územní řízení s posouzením vlivů na životní prostředí „1) Příslušným k vedení územního řízení s posouzením vlivů na životní prostředí je obecný stavební úřad podle § 13 odst. 1 písm. c). Žádost o vydání územního rozhodnutí s posouzením vlivů na životní prostředí pro stavební záměr, který podléhá posuzování vlivů na životní prostředí podle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí (70), projedná stavební úřad v územním řízení s posouzením vlivů na životní prostředí v součinnosti s příslušným úřadem, který vydá závazné stanovisko o posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí (dále jen „příslušný úřad“) v rámci územního řízení s posouzením vlivů na životní prostředí; závazné stanovisko je podkladem pro vydání územního rozhodnutí. [7]“

Na velké FVE nespadá výjimka a musí se zažádat ve stavebním řízení podle § 108 Stavební řízení „1) Stavební povolení se vyžaduje u staveb všeho druhu bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, účel a dobu trvání, nestanoví-li tento zákon nebo zvláštní právní předpis jinak. [7]“

Pokud se stavebník dostal až sem, bude mu uděleno stavební povolení podle § 115 Stavební povolení „1) Ve stavebním povolení stavební úřad stanoví podmínky pro provedení stavby, a pokud je to třeba, i pro její užívání. Podmínkami zabezpečí ochranu veřejných zájmů a stanoví zejména návaznost na jiné podmiňující stavby a zařízení, dodržení obecných požadavků na výstavbu, včetně požadavků na bezbariérové užívání stavby, popřípadě technických norem. Podle potřeby stanoví, které fáze výstavby mu stavebník oznámí za účelem provedení kontrolních prohlídek stavby; může též stanovit, že stavbu lze užívat jen na základě kolaudačního souhlasu. [7]“

Po tomto procesu je stavebníkovi uděleno stavební povolení a může začít realizovat stavbu. Po dokončení stavby probíhá kolaudační řízení, kde se posuzuje realizace stavby s projektovou dokumentací a zákonnými požadavky.

2.2.2 Energetický zákon č. 458/2000 sb.

Velké energetické solární parky jsou z pohledu energetického zákona brány jako předmět podnikání podle § 3 Podnikání v energetických odvětvích „1) Předmětem podnikání v energetických odvětvích je výroba elektřiny, přenos elektřiny, distribuce elektřiny a obchod s elektřinou, činnosti operátora trhu, výroba plynu, přeprava plynu, distribuce plynu, uskladňování plynu a obchod s plynem a výroba tepelné energie a rozvod tepelné energie. [8]“

Stejně jako u malých zdrojů i pro velké parky jsou definovány v zákoně práva a povinnosti v § 23 Výrobce elektřiny „1) Výrobce elektřiny má právo

a) připojit své zařízení k elektrizační soustavě, pokud splňuje podmínky připojení k přenosové soustavě nebo k distribučním soustavám a obchodní podmínky stanovené Pravidly provozování přenosové soustavy nebo Pravidly provozování distribuční soustavy, b) dodávat elektřinu vyrobenou v jím provozované výrobně elektřiny ostatním účastníkům trhu s elektřinou nebo do jiných států prostřednictvím přenosové soustavy nebo distribuční soustavy, nebo přímým vedením, c) dodávat elektřinu vyrobenou ve vlastní výrobně elektřiny pro vlastní potřebu a pro potřebu ovládaných společností, pokud mu to podmínky provozování přenosové soustavy a distribučních soustav umožňují, d) nabízet a poskytovat podpůrné služby k zajištění provozu elektrizační soustavy za podmínek stanovených Pravidly provozování přenosové soustavy nebo Pravidly provozování distribuční soustavy, e) omezit, přerušit nebo ukončit dodávku elektřiny svým zákazníkům při neoprávněném odběru elektřiny, f) nakupovat elektřinu pro technologickou vlastní spotřebu své výrobní elektřiny. 2) Výrobce elektřiny je povinen[8]“

V případě, že solární park má více než 1 MW, nepodléhá udělení licence jen provozovatel, ale FVE podléhá udělení státní licence podle § 30a Výstavba výrobní elektřiny „1) Výstavba výrobní elektřiny o celkovém instalovaném elektrickém výkonu 1 MW a více je možná pouze na základě udělené státní autorizace na výstavbu výrobní elektřiny (dále jen „autorizace“). Za celkový instalovaný elektrický výkon výrobní elektřiny se považuje součet hodnot instalovaných výkonů výrobních jednotek v místě připojení do elektrizační soustavy. [8]“

2.2.3 Související právní předpisy

Pro velké fotovoltaické elektrárny, které vznikají tzv. na zelené louce, je třeba nejprve vyjmout parcelu z půdního fondu podle zákona č. 334/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu § 9 „1) K odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu pro nezemědělské účely je třeba souhlasu orgánu ochrany zemědělského půdního fondu. Záměr, který vyžaduje odnětí zemědělské půdy ze zemědělského půdního fondu, nelze povolit podle zvláštních právních předpisů³²⁾ bez

tohoto souhlasu, s výjimkou případů uvedených v odstavci 2. Při posouzení odnětí orgán ochrany zemědělského půdního fondu vychází z celkové plochy zemědělské půdy požadované pro cílový záměr. [9]“

Mezi důležité právní předpisy patří vyhlášky upravující regulaci cen a možnosti podpory OZE. Tyto vyhlášky jsou:

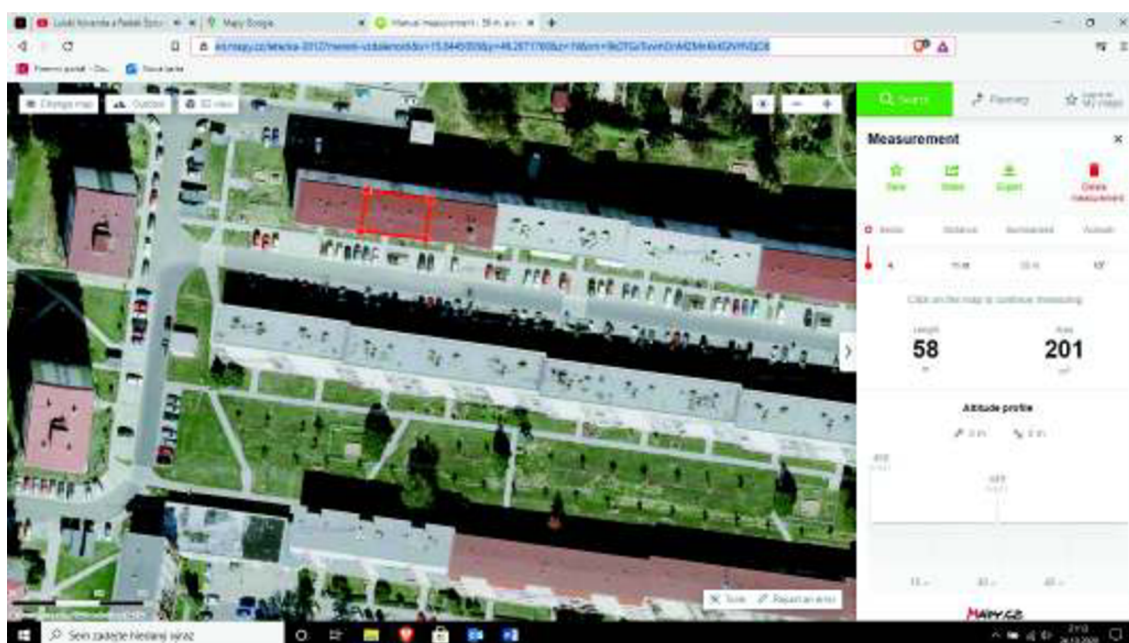
Vyhláška č. 150/2007 Sb. Vyhláška o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen

Vyhláška č. 364/2007 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů

3. FVE NÁVRH

3.1 Základní ustanovení

Umístění projektované FVE je na střeše panelového domu Zahraničního odboje 937/16 Třebíč 674 01. Dům má pro stavbu velice dobré natočení, kdy vchodová strana je situována jižním směrem. V okolí domu se nenachází žádný vyšší objekt, který bychom museli zohledňovat při projektování pro vrhání stínů na FV panely. Po spojení jednotlivých větví FVE (strings) proto bude rovnoměrně rozloženo do 4 stejných větví po 16 panelech s jedním usměrňovačem umístěným na střeše domu. Střecha je tvořena rovnou plochou, které zlehčuje celý projekt. Vypočtená plocha pro realizaci je 200m² [15]. Celkový výkon FVE bude 19,52 kW. Vlivem umístění FVE na střechu panelového domu je zvolena možnost posílat přebytečnou energii do sítě, protože v domě je dobrý přístup k TUV a není potřeba dodělávat ohřev vody z FVE. V této práci není použita hybridní verze on-grid koncept zapojení a řešení není připojení na akumulátory.



Obrázek 7 Plocha určená k výstavbě FVE [15]

3.2 FV panely

Na projekt jsem vybral polykrystalický FV panel Canadian Solar CS3K-305P (305Wp [10]) pro jeho cenovou výhodnost. Pro účely porovnání parametrů jsou vybrány další tři výrobci FV panelů a dva profily spotřeby energie.

3.2.1 FVE s panely Canadian Solar

Polykrystalický FV panel Canadian Solar CS3K-305P (305Wp [10]). Panel je vhodný svými parametry. Bude použito 64 panelů rozdělených do 4 stringů. Čímž bude zajištěno dostatečné posunutí panelů od sebe, aby nedocházelo k překrytí a stínění další řady panelů. Celkový maximální výkon bude 19,52 kW. Panely mají přípojovací konektor MC4 délky 1m. [10] Jedná se o univerzální přípojovací konektor. Pro propojení FV panelů mezi sebou je délka dostačující. Pouze začátek a konec každého stringu bude doplněn o kabel propojující střídač.

Tabulka 1 Parametry FV panely Canadian Solar [10]

Nominální výkon	305 Wp
Účinnost	18,36%
Stupeň krytí	IP68
Provozní napětí	32,1 V
Provozní proud	9,5 A
Rozměry (mm)	992x1650x35
Provozní teploty	-40°C až 85 °C

3.2.2 FVE s panely G958B

Polykrystalický FV panel G958B (100Wp [25]). Tyto panely jsou rozměrově odlišné od ostatních panelů, čemuž odpovídá i jiné uspořádání panelů. Bude použito 256 panelů rozdělených do 4 stringů po 64 panelech. Tímto způsobem bude zajištěno jejich dostatečné posunutí od sebe, aby nedocházelo k překrytí a stínění další řady panelů. Celkový maximální výkon bude 25,6 kW. Panely mají přípojovací konektor MC4 délky 1m. [25] Jedná se o univerzální přípojovací konektor a pro propojení FV panelů mezi sebou je délka dostačující. Pouze začátek a konec každého stringu bude doplněn o kabel propojující střídač. Výkon tohoto řešení přesahuje výkon 20kW a podléhá stavebnímu řízení.

Tabulka 2 Parametry FV panely G958B [25]

Nominální výkon	100 Wp
Účinnost	16,5%
Stupeň krytí	IP68
Provozní napětí	18,6 V
Provozní proud	5,38 A
Rozměry (mm)	1010x680x35
Provozní teploty	-40°C až 85 °C

3.2.3 FVE s panely AS-6P30

Polykrystalický FV panel AS-6P30 (285Wp [26]). Zde použijeme 64 panelů rozdělených do 4 stringů. Tak bude zajištěno dostatečné posunutí panelů od sebe, aby nedocházelo k překrytí a stínění další řady panelů. Celkový maximální výkon bude 18,24 kW. Panely mají přípojovací konektor MC4 délky 1m. [26] Jedná se o univerzální přípojovací konektor a pro propojení FV panelů mezi sebou je délka dostačující. Pouze začátek a konec každého stringu bude doplněn o kabel propojující střídač.

Tabulka 3 Parametry FV panely AS-6P30 [26]

Nominální výkon	285 Wp
Účinnost	17,52%
Stupeň krytí	IP67
Provozní napětí	31,8 V
Provozní proud	8,97 A
Rozměry (mm)	992x1640x35
Provozní teploty	-40°C až 85 °C

3.2.4 FVE s panely DHM60X

Monokrystalický FV panel DHM60X (320Wp [24]). Bude použito 64 panelů rozdělených do 4 stringů k zajištění dostatečného posunutí panelů od sebe. Zabráníme tak možnému překrytí a stínění další řady panelů. Celkový maximální výkon bude 20,48 kW. Panely mají přípojovací konektor MC4 délky 1m [24]. Jedná se o univerzální přípojovací konektor a pro propojení FV panelů mezi sebou je délka dostačující, pouze začátek a konec každého stringu bude doplněn o kabel propojující střídač. Výkon tohoto řešení přesahuje výkon 20kW a podléhá stavebnímu řízení.

Tabulka 4 Parametry FV panely DHM60X [24]

Nominální výkon	305 Wp
Účinnost	19,18%
Stupeň krytí	IP68
Provozní napětí	40,7 V
Provozní proud	9,59 A
Rozměry (mm)	1002x1655x35
Provozní teploty	-40°C až 85 °C

3.2.5 Zákonné požadavky na malé FVE

Články budou na střech ukotveny systémem STF_N 10°-15°. Jedná se o jednoduché trojúhelníkové držáky zakotvené do střechy a hliníkové příčky, na které se uchytí panely. Na jednu řadu po 16 kusech panelu bude použito 10 ks těchto držáků (2 balení [13]).



Obrázek 8 Nosná konstrukce FV panelů [13]

3.3 Střídač

Jako střídač jsem zvolil GoodWe DT (20 kW [11]). S ohledem na výkonnost FV panelů (19,52 kWp) zůstaneme blízko maximálního výkonu střídače, kdy nebude docházet ke zbytečným ztrátám. Střídač umístíme ve venkovních prostorách střechy blízko

průchodu k stávajícím stoupačkám panelového domu. Dosáhneme tak vhodného připojení do rozvodné skřínky, která bude obsahovat elektroměr a přepětové ochrany. Tímto omezíme nutnost velké délky AC kabeláže. Střídač obsahuje připojení pomocí MC4 konektoru pro 4 vstupy (stringy) od FV panelů [11].



Obrázek 9 Střídač GoodWe DT [11]

Výstupní napětí je třífázové 400 Vac [11], rozsah napětí MPPT činí 260 – 850 V [11]. V tomto případě je hodnota napětí pro jednu větev 513,6 V. Střídač má vysokou evropskou účinnost kolem 98,1% [11].

Tabulka 5 Parametry střídače [11]

Max. povolený výkon	26000 W
Jmenovitý DC výkon	20500 W
Jmenovitý AC výkon	20000 W
Max. AC proud	30 A
Max. účinnost	98,4 %
Stupeň IP krytí	IP65

3.4 Baterie

Jako uložení el. energie jsem vybral US3000B. Kapacita jednoho bloku baterie činí 3,6 kWh[30]. Baterie má modulární řešení a lze ji spojovat do větších celků, a tím zvyšovat celkovou kapacitu uložení. Má vysoký počet nabíjecích cyklů (až 6000[30]). Tato

baterie je kompatibilní se střídači GoodWe, který je navržen na FVE. Technologie baterie se zakládá na LiFePO4. Baterie má garantovanou životnost 10 let[30]. Ale i přes tuto garantovanou životnost musíme počítat se skutečností, že při provozování celé FVE bude nutné baterie dokupovat. Čímž naroste celková cena FVE.

Předpokládaný denní odběr je pro zátěžový profil B 8 kWh. Z toho důvodu jsou vybrány 3 tato bateriová uložení do FVE, která budou uložena v elektro skříni na střeše domu.

Tabulka 6 Parametry baterie [30]

Jmenovité napětí	48 V
Kapacita	3, 552 kWh
Rozměry (Š x H x V mm)	442 x 420 x 132 (Š x H x V mm)
Vybíjecí napětí	45-54 V
Nabíjecí napětí	52,5-54 V
Maximální vybíjecí proud	74 A
Maximální nabíjecí proud	37 A
Konstrukční životnost	10 let a více
Počet nabíjecích cyklů	6000 (80% vybití)



Obrázek 10 Baterie US3000B [30]

3.5 Skříň elektro komponent

Pro řešení FVE s bateriovým uložením bude návrh rozšířen o úložnou skříň pro osazení elektro komponent, jako jsou baterie, střídač, elektroměr a přepět'ové ochrany před venkovním klimatickým podmínkám. Rozměry skříně činí 600x1200x300 mm (š/v/h) [28]. Skříň je vyrobená z ocelového plechu a splňuje podmínky IP 66 [28].

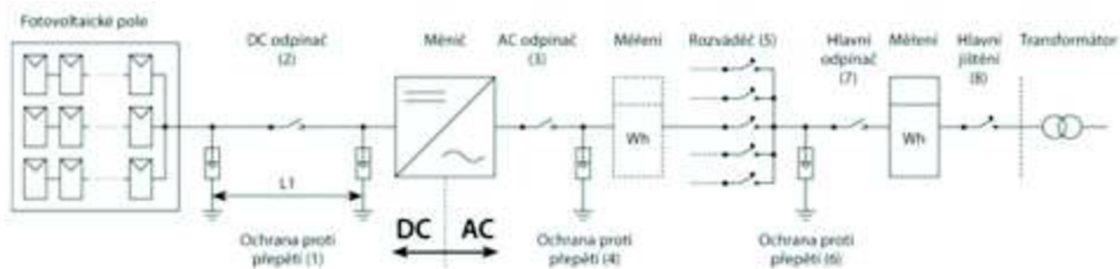


Obrázek 11 Skříň Rittal [28]

3.6 Koncept zapojení

3.6.1 Koncept zapojení FVE bez baterie

Zvolený koncept zapojení je on-grid systém. Tedy připojení do sítě, kam bude posílána přebytečná vyrobená elektrická energie nespotřebována obyvateli domu. Základní uspořádání je 64 panelů uspořádaných do 4 větví (string) připojených na jeden výkonný střídač. Ze střídače je elektrická energie posílána přes pomocnou skříň s přepětovými ochranami a centrálním elektroměr do kabelových prostor panelového domu (elektro stoupačka). V každém patře bude ve skříni elektrických vývodů do jednotlivých bytů přidán elektroměr pro odečet spotřebované energie - za účelem koncového vyúčtování energií. Koncept je v hybridním režimu on-grid bez akumulace, a proto není připojení na akumulátory.

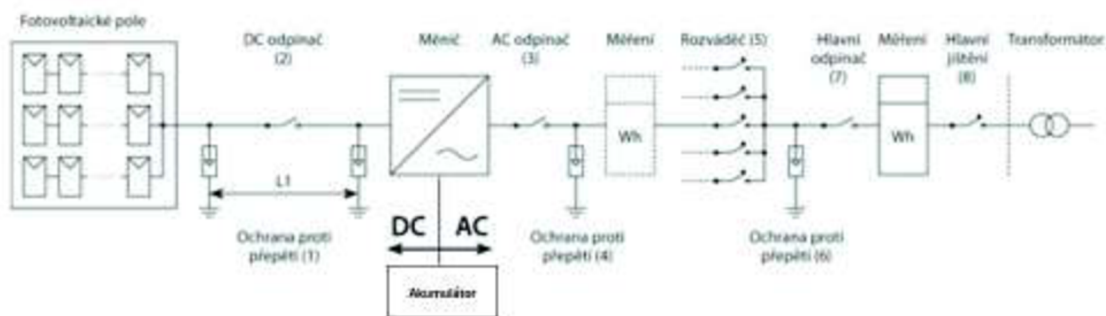


Obrázek 12 Schéma zapojení FVE bez baterie [18]

3.6.2 Koncept zapojení FVE s baterií

V rámci konceptu zapojení off-grid (neboli ostrovního) systému nebo hybridního (připojení na síť s využitím baterií) je vhodná možnost zapojení FVE. Kde nelze snadno zajistit normální připojení na síť (ostrovní), nebo kdy projektovaný výkon FVE pokrývá spotřebu. Pouze je třeba zajistit rozložení využití energie přes delší časové období - nejčastěji noc/den (vhodný na rodinné domy). Je důležité zvážit toto řešení s ohledem na cenu baterií, které můžou tvořit nezanedbatelnou část rozpočtu při realizaci.

Až na baterie samotné toto řešení nevyžaduje žádné speciální opatření. Jen je třeba zakoupit střídač vybavený možností připojení na baterie.



Obrázek 13 Schéma zapojení FVE s baterií [18]

3.7 Rozpočet a rozpočítávání nákladů a zisků

3.7.1 Základní podklady ke skládání rozpočtu

Konceptem tohoto projektu je vyrobenou el. energii distribuovat mezi členy SVJ, a tím

snížit jejich spotřebu z distribuční sítě. Vzniklý rozdíl mezi prodejní cenou od distributorů (dána ceníkem distributora) a vyrobenou ve FVE (tvořenou náklady na údržbu, instalaci, recyklaci) je ekonomická výnosnost tohoto projektu. Proto cena na pořízení FVE má klíčovou roli v návratnosti projektu.

Jako forma rozložení zisku z FVE je použita metoda, kdy z rozdílu mezi cenou distributora a cenou výroby (hodnota úspory je dána elektroměrem z FVE projektovaném v každém bytě) je půlka ponechána členu SVJ. A to jako důvod okamžité úspory a finanční zajímavosti souhlasit s výstavbou. A půlka je určena k hrazení ceny výstavby. Po splacení investice bude celá částka ponechána členům SJV krácená o náklady na údržbu a opravy.

Průměrná roční spotřeba bytu je 3 729 kWh [20]. Panely budou mít sklon 45° a umístíme je na jih. Využití jednoho panelu je cca 285 W [20]. FVE obsahuje 64 kusů panelů. Počet slunečních hodin je 1100 pro staticky umístěné panely v ČR [20]. Z tohoto lze vypočítat, že výsledný výkon z FVE za rok je 20,064 MWh. Panelový dům je obydlen 12 byty s roční spotřebou kolem 44,748 MWh. FVE vyrobí cca polovinu spotřeby panelového domu. Průměrná cena za kWh je 4,58 Kč [21] (4,45 Kč dle tarifu D02d od E-on [34]). Jedná se o ceny při ušetření při odběru el. energie z FVE. Jednotlivé ceny budou účtované podle velikosti odběru odečteného na elektroměru. Dále jsou uvedeny i kalkulace pro rozdílné typy FV panelů a rozdílné odběrové profily.

3.7.2 Přehled spotřeby el. energie

Průměrná roční spotřeba uvedená v tabulce 7 je vytvořena ze zátěžových profilů uvedených v tabulce 9 a 10. Jedná se o průměrované hodnoty, které jsou násobeny počtem bytů v bytové jednotce. Při budoucím projektu lze využít i reálné odečty ze stávajících elektroměrů distributora, a tím zlepšit odhad při projektování. Hodnota referenčního jednopokojového bytu je uvedena v tabulce 7. Hodnoty jsou vztaženy na 1 rok.

Tabulka 7 Spotřeba el. Energie

	kWh	Kč
Roční spotřeba 1. pokojového bytu	780	3 572,00
Průměrná roční spotřeba bytu typ A	2014,6	9 226,868
Průměrná roční spotřeba bytu typ B	3102,7	14 210,366
Celková spotřeba domu typ A (12 bytů)	24 175,2	110 722,416
Celková spotřeba domu typ B (12 bytů)	37 232,4	170 524,392

V tabulce 8 je roční výroba instalovaného výkonu se čtyřmi typy panelů. Hodnota v Kč je odvozena od ceny elektřiny od distributora. Zde použito 4,58 Kč [21] (4,45 Kč dle

tarifu D02d od E-on [34]).

Tabulka 8 Výroba el. Energie

	KWh	Kč
Výroba FVE s panely Canadian Solar	21 472	98 341,76
Výroba FVE s panely G958B	28 160	128 972,8
Výroba FVE s panely AS-6P30	20 064	91 893,12
Výroba FVE s panely DHM60X	22 528	103 178,24

Tabulka 9 Spotřeba el. energie profil typ A [27]

Spotřebič	W
Domácí kino	80
DVD	10
Monitor LCD	30
Set top box	8
LED Televize	107
Tiskárna	0,4
Elektrická trouba	830
Kombinovaná lednička s mrazničkou	35,42
Mikrovlná trouba	1000
Myčka 60 cm	1100
Varná konvice	2000
Elektrický zubní kartáček	2,5
Kulma	25
Pračka – přední plnění	1100
Stolní lampa	11
Úsporné žárovky 10 Ks	120
Vysavač	1200
Žehlička	240
Celkem	2014,6 kWh

Tabulka 10 Spotřeba el. energie profil typ B [27]

Spotřebič	W
Domácí kino	80
DVD	10
Elektrický budík	10
Monitor LCD	30
Nabíječka Mobil	1
Počítač	15

Router	12
Set top box	8
Plazma Televize	283
Tiskárna	0,4
Elektrická trouba	830
Indukční varná deska	3800
Kombinovaná lednička s mrazničkou	35,42
Mikrovlná trouba	1000
Myčka 60 cm	1100
Varná konvice	2000
Elektrický zubní kartáček	2,5
Kulma	25
Pračka se sušičkou	4300
Stolní lampa	11
Úsporné žárovky 10 Ks	120
Vysavač	1200
Žehlička	240
Větrák	80
Celkem	3102,7 kWh

3.7.3 Cenové kalkulace pro rozdílné typy FV panelů

V tabulkách č. 10 až 13 jsou sečteny náklady na jednotlivé návrhy FVE se čtyřmi rozdílnými panely a jejich celkové náklady. U celkové ceny je uvedena varianta s dotačním programem Nová zelená úsporám a varianta bez dotace. Pro dotace je hodnota rovna maximální výši, a to 50% [32] doložených nákladů bez zahrnutí práce akreditované firmy. Pro porovnání je v tabulce č. 14 použit jednoduchý výpočet na kWp s parametry 35 tisíc na kWh instalovaného výkonu a 10 tisíc na kWh kapacity baterie.

Tabulka 11 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely Canadian Solar

Zařízení	Počet	Cena jednotková	Cena celkem
Střídač GoodWe DT	1	54900,00 Kč	54900,00 Kč
Solární kabel s MC4 konektory	8	261,00 Kč	2 088,00 Kč
Canadian Solar CS3K-305P	64	2990,00 Kč	191 361,00 Kč
STFN 10°-15	8	1028,50 Kč	8 228,00 Kč
Elektroměr	13	1199,00 Kč	15 587,00 Kč
Skříň Rittal	1	8 090,00 Kč	8 090,00 Kč
Baterie Pylontech US3000B	3	38 900,00 Kč	116 700,00 Kč
Úspora s NZÚ	1	-198 477,00 Kč	-198 477,00 Kč
Součet bez NZÚ			396 954,00 Kč

Součet s NZÚ			198 477,00 Kč
--------------	--	--	---------------

Tabulka 12 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely G958B

Zařízení	Počet	Cena jednotková	Cena celkem
Střídač GoodWe DT	1	54900,00 Kč	54900,00 Kč
Solární kabel s MC4 konektory	8	261,00 Kč	2 088,00 Kč
FV panel G958B	256	1 380,00 Kč	353 280,00 Kč
STFN 10°-15	16	1028,50 Kč	16 456,00 Kč
Elektroměr	13	1199,00 Kč	15 587,00 Kč
Skříň Rittal	1	8 090,00 Kč	8 090,00 Kč
Baterie Pylontech US3000B	3	38 900,00 Kč	116 700 Kč
Úspora s NZÚ	1	-279 505,00 Kč	-279 505,00 Kč
Součet bez NZÚ			559 011,00 Kč
Součet s NZÚ			279 505,00 Kč

Tabulka 13 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely AS-6P30

Zařízení	Počet	Cena jednotková	Cena celkem
Střídač GoodWe DT	1	54900,00 Kč	54900,00 Kč
Solární kabel s MC4 konektory	8	261,00 Kč	2 088,00 Kč
FV panel AS-6P30	64	2600,00 Kč	166 400,00 Kč
STFN 10°-15	8	1028,50 Kč	8 228,00 Kč
Elektroměr	13	1199,00 Kč	15 587,00 Kč
Skříň Rittal	1	8 090,00 Kč	8 090,00 Kč
Baterie Pylontech US3000B	3	38 900,00 Kč	116 700,00 Kč
Úspora s NZÚ	1	-181 951,00 Kč	-181 951,00 Kč
Součet bez NZÚ			363 903,00 Kč
Součet s NZÚ			181 951,00 Kč

Tabulka 14 Cenová kalkulace nákladů FVE s panely DHM60X

Zařízení	Počet	Cena jednotková	Cena celkem
Střídač GoodWe DT	1	54900,00 Kč	54900,00 Kč
Solární kabel s MC4 konektory	8	261,00 Kč	2 088,00 Kč
FV panel DHM60X	64	4300,00 Kč	275 200,00 Kč
STFN 10°-15	8	1028,50 Kč	8 228,00 Kč
Elektroměr	13	1199,00 Kč	15 587,00 Kč
Skříň Rittal	1	8 090,00 Kč	8 090,00 Kč
Baterie Pylontech US3000B	3	38 900,00 Kč	116 700,00 Kč
Úspora s NZÚ	1	-236 351,00 Kč	-236 351,00 Kč

Součet bez NZÚ			472 703,00 Kč
Součet s NZÚ			236 351,00 Kč

Tabulka 15 Cenová kalkulace fixními náklady na kWh

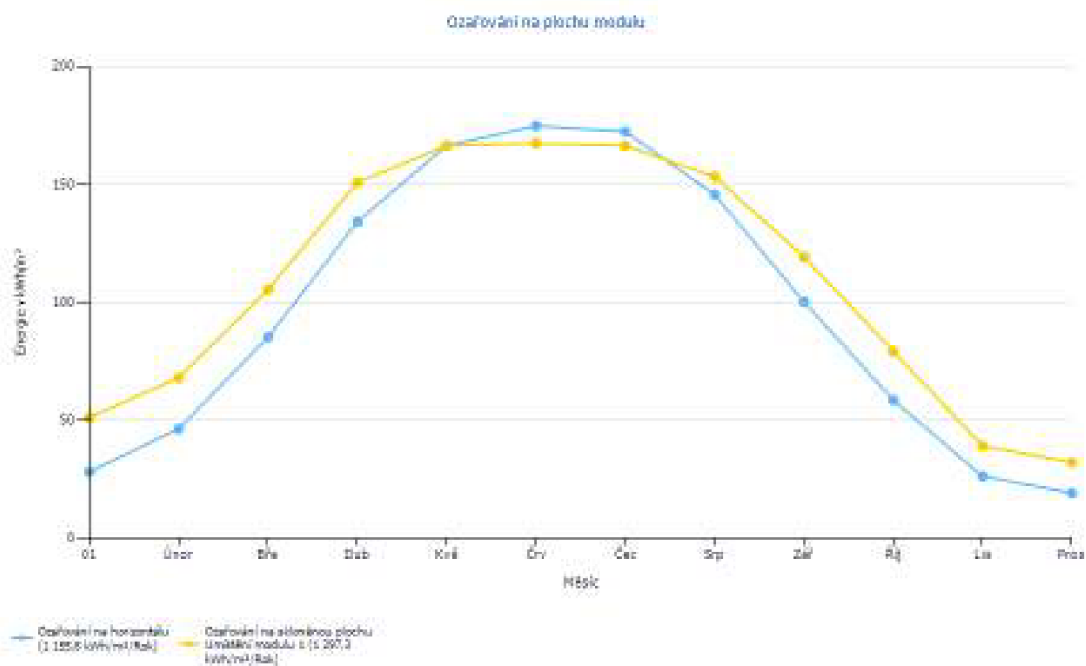
Zařízení	kW(h)	Cena odhadovaná	Cena počítaná
FV panel DHM60X	20,48	716 800 Kč	472 703,00 Kč
Canadian Solar CS3K-305P	19,52	683 200 Kč	396 954,00 Kč
FV panel AS-6P30	18,24	638 400 Kč	363 903,00 Kč
FV panel G958B	25,6	896 000 Kč	559 011,00 Kč
Baterie Pylontech US3000B	3,552	35 520	38 900,00 Kč

V tabulce č. 15 máme uvedeny odhadované ceny na výstavbu FVE a vypočtené na základě jednotlivých komponent. Tyto ceny se od sebe liší řádově o 300 000 Kč. Můžeme je přisoudit ceně práce realizační firmy, které nejsou zahrnuty v rozpisech. Cena baterií odpovídá vypočtené ceně.

4. FVE SIMULACE PROGRAMEM PV*SOL

V závěru práce se zaměříme na SW podporu k návrhu FVE. Zvolil jsem program PV*Sol od firmy Valentine v trial verzi. Program nabízí navrhovanou FVE za pomoci jednoduchého menu, kde postupujeme od navrhnutí panelů, které jsou dostupná z knihovny v programu a nabízí široký výběr dodavatelů a typů zařízení. Dále lze volit způsob zapojení, velikost objektu, roční spotřebu a ekonomické parametry navrhované FVE. A to od původní investiční sumy, ročních nákladů na údržbu, až po půjčky na realizaci.

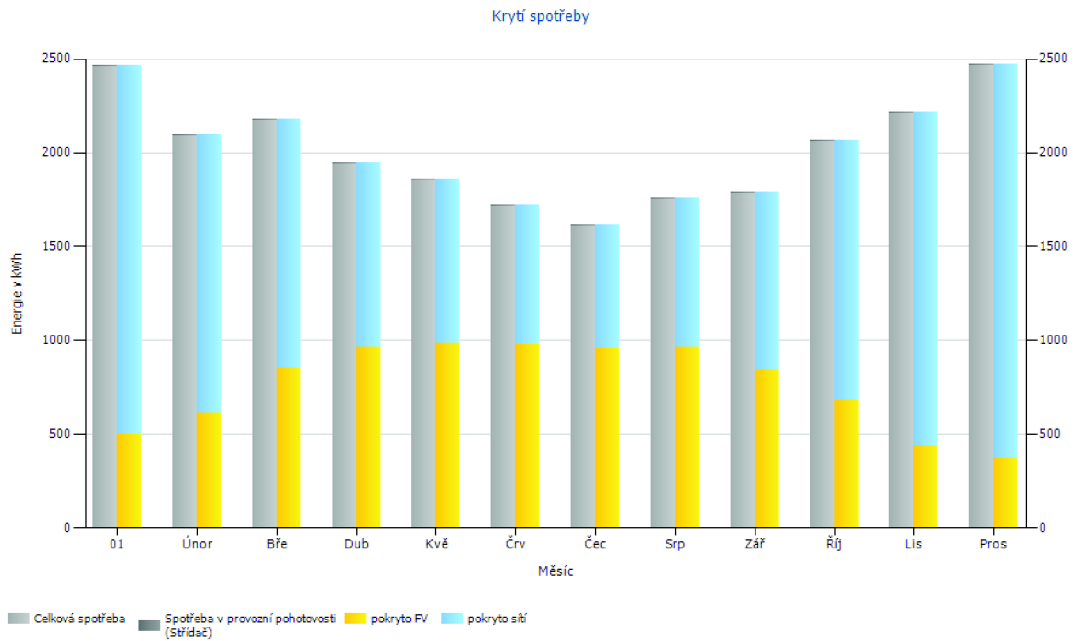
Program provede analýzu, ze které lze zjistit osvětlení, spotřebu vyrobené energie a její podíl na spotřebě a celkovou finanční analýzu s přehledným zpracováním. Na dalších stránkách jsou použity tyto výsledky s popisem. Tato simulace je zpracovaná pro verzi se solárními panely Canadian solar. V simulaci nejsou navrženy akumulátory, a tato ztráta energie z akumulace není zahrnuta ve výpočtech. Přesto cena baterií je do celkové ceny zahrnuta.



Obrázek 14 Ozařování na plochu modulu [33]

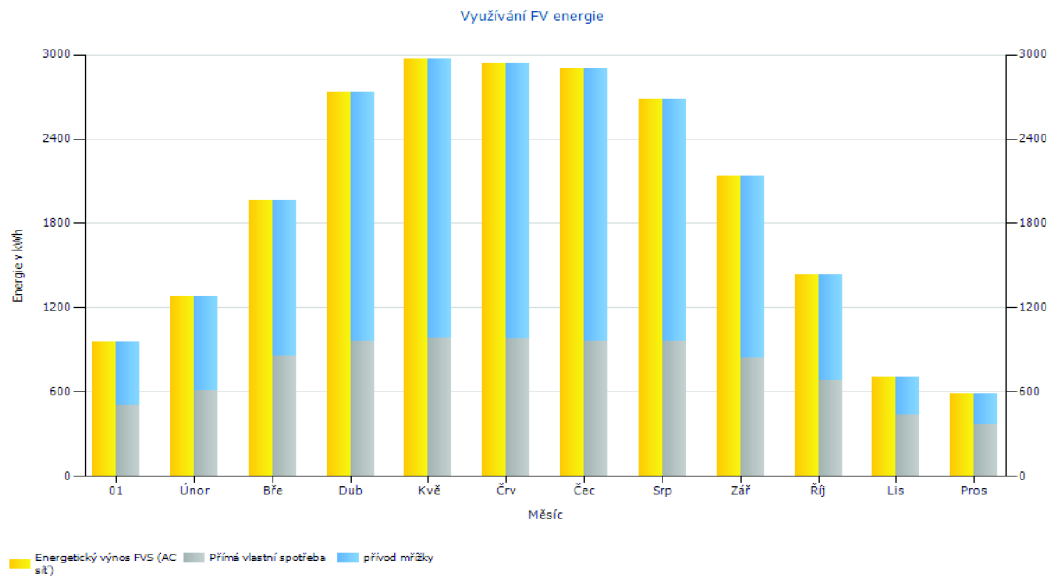
Důležitým parametrem při návrhu FVE je osvětlení FV panelů, PV*Sol umožňuje nastavování místa výstavby, které určuje průměrnou dobu osvětlení daného území, včetně nastavení směru natočení FVE a zastínění. Na obrázku 14. je znázornění ročního

osvětlení, kde je jasně patrné že období kolem letních měsíců je nejvíce výnosné na el. energii. A naopak zimní měsíce jsou velice nevýnosné.



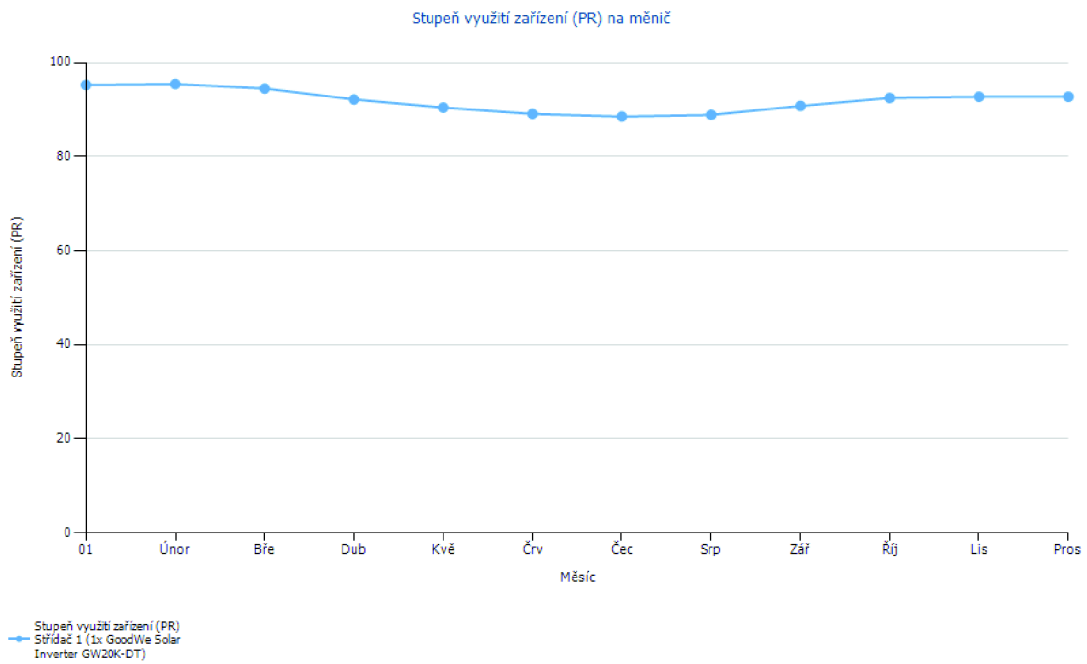
Obrázek 15 Krytí spotřeby [33]

PV*Sol umožňuje z uvedené roční spotřeby domu, kde je patrné, kolik je podíl výroby a podíl dodávek z distribuční sítě. Tento podíl je zobrazen na Obrázku 15.



Obrázek 16 Využívání FV energie [33]

Dále SW umožňuje přehled rozložení podílu spotřebované energie a přenesení energie do distribuční sítě.



Obrázek 17 Využití měniče [33]

PV*Sol dokáže zobrazit i vytížení střídače a umožňuje dobré navržení střídače pro návrh jeho pracovního bodu k nejvyšší účinnosti. Můžeme FVE navrhnout tak, abychom neztráceli vyrobenou energii neefektivním navržением střídače.

	Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5
Investice	-396 954,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Provozní náklady	-7 783,41 Kč	-7 630,80 Kč	-7 481,17 Kč	-7 334,48 Kč	-7 190,67 Kč
Úhrada za nabíjení	61 246,85 Kč	62 123,05 Kč	60 904,95 Kč	59 710,74 Kč	58 539,94 Kč
Úspory při odběru proudu	1 962,32 Kč	1 952,45 Kč	1 914,16 Kč	1 876,63 Kč	1 839,83 Kč
Roční finanční tok	-341 528,24 Kč	56 444,70 Kč	55 337,94 Kč	54 252,89 Kč	53 189,10 Kč
Kumulovaný finanční tok	-341 528,24 Kč	-285 083,53 Kč	-229 745,59 Kč	-175 492,71 Kč	-122 303,60 Kč

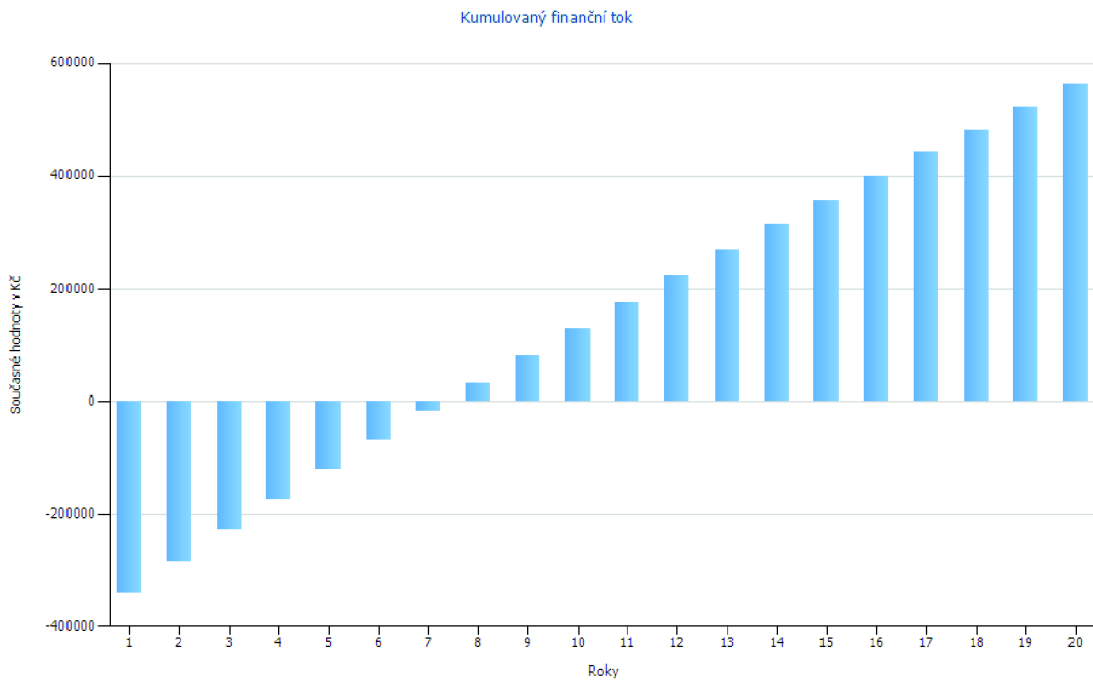
	Rok 6	Rok 7	Rok 8	Rok 9	Rok 10
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Provozní náklady	-7 049,68 Kč	-6 911,45 Kč	-6 775,93 Kč	-6 643,07 Kč	-6 512,81 Kč
Úhrada za nabíjení	57 392,10 Kč	56 266,76 Kč	55 163,49 Kč	54 081,85 Kč	53 021,43 Kč
Úspory při odběru proudu	1 803,76 Kč	1 768,39 Kč	1 733,72 Kč	1 699,72 Kč	1 666,39 Kč
Roční finanční tok	52 146,18 Kč	51 123,71 Kč	50 121,28 Kč	49 138,51 Kč	48 175,01 Kč
Kumulovaný finanční tok	-70 157,42 Kč	-19 033,72 Kč	31 087,56 Kč	80 226,07 Kč	128 401,08 Kč

	Rok 11	Rok 12	Rok 13	Rok 14	Rok 15
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Provozní náklady	-6 385,11 Kč	-6 259,91 Kč	-6 137,17 Kč	-6 016,83 Kč	-5 898,85 Kč
Úhrada za nabíjení	51 981,79 Kč	50 962,54 Kč	49 963,27 Kč	48 983,60 Kč	48 023,14 Kč
Úspory při odběru proudu	1 633,72 Kč	1 601,69 Kč	1 570,28 Kč	1 539,49 Kč	1 509,30 Kč
Roční finanční tok	47 230,40 Kč	46 304,32 Kč	45 396,39 Kč	44 506,26 Kč	43 633,59 Kč
Kumulovaný finanční tok	175 631,48 Kč	221 935,80 Kč	267 332,19 Kč	311 838,45 Kč	355 472,04 Kč

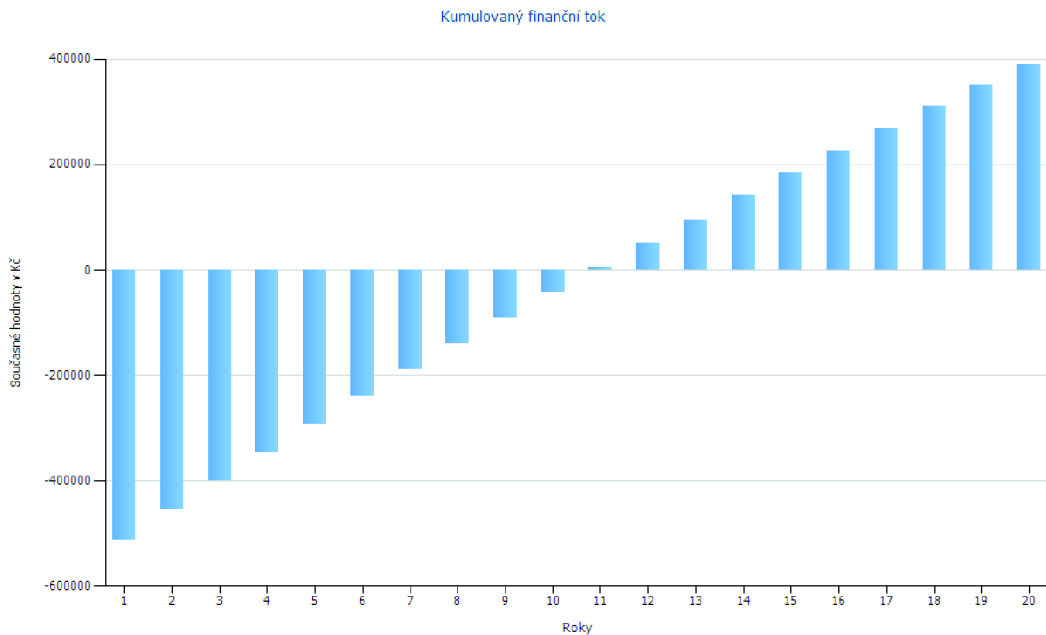
	Rok 16	Rok 17	Rok 18	Rok 19	Rok 20
Investice	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč	0,00 Kč
Provozní náklady	-5 783,19 Kč	-5 669,79 Kč	-5 558,62 Kč	-5 449,63 Kč	-5 342,77 Kč
Úhrada za nabíjení	47 081,51 Kč	46 158,34 Kč	45 253,28 Kč	44 365,96 Kč	43 496,04 Kč
Úspory při odběru proudu	1 479,71 Kč	1 450,70 Kč	1 422,25 Kč	1 394,36 Kč	1 367,02 Kč
Roční finanční tok	42 778,03 Kč	41 939,25 Kč	41 116,91 Kč	40 310,69 Kč	39 520,29 Kč

Obrázek 18 Dvacetiletý přehled nákladů [33]

Jedna z velkých výhod program PV*Sol je ekonomická analýza výnosnosti. V níž je zahrnuta nejenom prvotní investice do zřízení elektrárny, ale obsahuje i možnost započítat roční náklady na servis, započítat cenu úvěru i s úročením (Obrázek 18. a 19.). Pro tento konkrétní návrh s panely Canadian Solar je z ekonomického přehledu zřejmé, že na přelomu 7. a 8. roku dojde k uhrazení nákladů na investici a FVE se stává výdělečnou.



Obrázek 19 Grafické znázornění výnosů [33]



Obrázek 20 Grafické znázornění výnosů s obnovou zařízení [33]

Na obrázku č. 20 je do výnosového grafu zahrnuta obnova střídače a baterií v hodnotě 171 600 Kč. Což má za následek posunutí překlopení do ziskovosti o tři roky později. I přesto dosáhneme zisku.

5. ZÁVĚR

Potřeba získávání elektrické energie je do budoucna velice důležité téma. Fotovoltaické elektrárny realizované jako součást budov jsou velice slibným konceptem, který v budoucnu bude čím dál častěji k vidění.

V této práci jsme zjistili, že ekonomická stránka výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů má smysl a je široce použitelná v běžném životě. Navíc volné prostory na střechách a stěnách domů nabízejí širokou možnost výstavby FVE. Mimo jiné mohou odlehčit stávajícím zdrojům elektrické energie, založeným převážně na spalování fosilních paliv. Z práce je patrné, že výstavba ani projekce FVE nejsou složité. A na rodinný dům je FVE schopen navrhnout a realizovat i majitel domu sám.

Zadáním práce bylo navrhnutí FVE na panelový dům a ekonomické zhodnocení takto realizované elektrárny. V rámci návrhu jsem vytvořil dva profily zatížení domu s odběrem domu 3102 a 2014 kWh (pro návrh v programu PV*Sol byl použit 2014 kWh). Zároveň byly navrženy čtyři typy s rozdílnými fotovoltaickými panely. Kde je viditelný rozdíl v celkové ceně, která se pohybuje od 363 903,00 Kč v nejlevnější verzi s panely AS-6P30 až po 559 011,00 Kč s panely G958B. Do návrhu je zapracované akumulátorové uložení pro uložení přes den vyrobené el. energie pro užití v noci. Ale je třeba upozornit na to, že akumulátory navýší cenu o 116 700,00 Kč s předpokladem, že tyto baterie nejsou navrženy na celou životnost FVE. Jelikož jejich garantovaná životnost je 10 let, budoucí provozovatel bude muset tyto baterie obnovit.

Práce dále zahrnuje zpracování dotačního programu Nová zelená úsporám. Zde jen uvádím, že tato podpora je vyhlášena jen do konce roku 2021. A proto není program rozpracován do podoby celého popisu žádosti o tuto podporu. Přesto tato podpora je pro stavitele zajímavou nabídkou státu. Pro panelový dům činí tato podpora 15 500 Kč/kWp (omezeno do 50% doložených nákladů), což uhradí značnou část ceny výstavby FVE. Do výpočtu ceny není zahrnuta cena práce za stavbu, kde je v rámci podmínek programu Nová zelená úsporám požadovaná akreditovaná firma.

Konceptem tohoto projektu je vyrobenou el. energii distribuovat mezi členy SVJ, a tím snížit jejich spotřebu z distribuční sítě. Vzniklým rozdílem mezi prodejní cenou od distributorů (daná ceníkem distributora) a vyrobenou ve FVE (tvořenou náklady na údržbu, instalaci, recyklaci) je ekonomická výnosnost tohoto projektu. Proto cena na pořízení FVE má klíčovou roli v návratnosti projektu. Existuje více možností, jak vzniklý zisk distribuovat mezi členy SVJ. Zisk může být dán do společné pokladny a být dále využíván pro opravy a vylepšení domu. Avšak za předpokladu vzdání se zisku jednotlivých členů SVJ. Daná skutečnost může být velice problematická, a nelze tak s jistotou předpokládat ochotu členů SVJ se do výstavby zapojit. Jako forma rozložení

zisku z FVE je použita následující metoda. Z rozdílu mezi cenou distributora a cenou výroby (hodnota úspory je dána elektroměrem z FVE projektovaném v každém bytě) je půlka ponechána členu SVJ, jako důvod okamžité úspory a finanční zajímavosti souhlasit s výstavbou, a půlka je určena k hrazení ceny výstavby. Po splacení investice bude celá částka ponechána členům SJV krácená o náklady na údržbu a opravy. Ani tato forma dělení nákladů a zisků není bez nevýhod. Zejména z důvodu zvýhodnění větších odběratelů el. energie (více ušetří se stejným vloženým kapitálem). Naopak mezi výhody řadíme větší motivaci se podílet na investici (každý rok ušetří).

Literatura

- [1] Z-moravec.net. Přechod PN [online]. [cit. 2020-10-19]. Dostupné z: <http://z-moravec.net/elektronika/diody/prechod-pn/>
- [2] CEZ.cz. Solární (fotovoltaické) články [online]. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k32.htm>
- [3] ISOFENERGY.cz. Fotovoltaika v podmínkách České republiky [online]. 2009 [cit. 2001-10-19]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>
- [4] Czech RE Agency o.p.s. Fotovoltaický střídač – účinnost není vše [online]. 2009 [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/5571-fotovoltaicky-stridac-ucinmost-neni-vse>
- [5] FVESYSTEMY.cz. Fotovoltaická elektrárna - pojmy [online]. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z: https://www.fvesystemy.cz/Terminologie-a5_0.htm
- [6] Zákony ČR. Zákon o územním plánování a stavebním řádu [online]. 2006 [cit. 2020-10-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [7] Zákony ČR. Energetický zákon [online]. 2000 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/hledani?text=energetick%C3%BD%20z%C3%A1kon>
- [8] Zákony ČR. Zákon České národní rady o ochraně zemědělského půdního fondu [online]. 1992 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-334?text=334%2F1992>
- [9] Zákony ČR. Vyhláška č. 150/2007 Sb. [online]. 2007 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-150?text=150%2F2007>
- [10] TIPÁ.eu. Fotovoltaický solární panel Canadian Solar [online]. 2020 [cit. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://www.tipa.eu/cz/fotovoltaicky-solarni-panel-canadian-solar-cs3k-305p305wp-polykrystal/d-213735/>
- [11] Solar-eshop.cz. GoodWE DT – 25 kW [online]. 2020 [cit. 2020-11-09]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.cz/p/stridac-goodwe-25kn-dt/>
- [12] BÁČOVÁ, Petra. Přes polovinu energie protopíme [online]. 2017 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pres-polovinu-energie-protopime>
- [13] KOTVY.cz. STF N 10°-15° [online]. 2020 [cit. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://www.kotvy.cz/stfn-10-15-strechy-s-atikou>
- [14] VOBOŘIL, David. Fotovoltaické elektrárny – princip funkce a součásti, elektrárny v ČR [online]. 2016 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-cr/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti>
- [15] MAPY.cz. Measurement [online]. 2012 [cit. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://en.mapy.cz/letecka-2012?mereni-vzdalenosti&x=15.8445093&y=49.2071760&z=19&rm=9kDTGxTwwhOnMZMnKkKGNYNQO8>

- [16] Šablona pro BP-DP ČJ [online]. Brno: FEKT VUT, 2020 [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <http://vutbr.cz/uredni-deska/vnitri-legislativa-fekt/norma-d206515>
- [17] FVE-MP.cz. Solární kabel s MC4 konektory – 10m [online]. 2020 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: <https://www.fve-mp.cz/eshop/p/solarni-kabel-s-mc4-konektory-10-m-0-126>
- [18] Projekty.osu.cz. Administrativa spojená s připojením a provozováním FVE [online]. [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://projekty.osu.cz/akreditace2017/Fotovoltaicke%20systemy.pdf>
- [19] TIPAEU.eu. Elektroměr 3F na DIN lištu s MID certifikátem [online]. 2020 [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://www.tipa.eu/cz/elektromer-3f-na-din-listu-s-mid-certifikatem/d-184147/>
- [20] I4wifi.cz. Kolik vyrobí jeden 300Wp solární panel [online]. 2021 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.i4wifi.cz/cs/faq/1741-kolik-vyrobi-jeden-300wp-solarni-panel>
- [21] Našetřeno.cz. Aktuální cena elektřiny za kWh v roce 2021 [online]. 2021 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.nasetreno.cz/cena-elektriny/>
- [22] MATUŠKA, Tomáš. Solární zařízení v příkladech [online]. Praha: Grada Publishing, 2013 [cit. 2021-03-19].
- [23] HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu 1. české vydání. Ostrava, 2011 [cit. 2020-11-19].
- [24] Solar-eshop.cz. FV panel DAH Solar 320 Wp [online]. 2020 [cit. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.cz/p/fv-panel-dah-solar-mono-320wp-celocerny/>
- [25] TIPAEU.eu. Fotovoltaický solární panel 12V/80W polykrystalický [online]. 2020 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.tipa.eu/cz/fotovoltaicky-solarni-panel-12v-80w-polykrystalicky/d-213970/>
- [26] Solar-eshop.cz. FV panel Amerisolar 285Wp [online]. 2020 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.cz/p/fv-panel-amerisolar-285wp/>
- [27] Elektrina.cz. Za co utracíte [online]. 2014 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/za-co-utracite/#/vysledek#top-steps>
- [28] Conrad.cz. Rittal AX 1260 skříňový rozvaděč [online]. 2020 [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/p/rittal-ax-1260000-skrinovy-rozvadec-600-x-1200-x-300-ocelovy-plech-sedobila-ral-7035-1-ks-2251417?&vat=true>
- [29] BCH-Battery.cz. Výpočet potřebného akumulátoru pro záložní zdroje, solární a větrné [online]. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: https://www.bch-battery.cz/Informace-a-vypocty-baterii-FV-c2_359_2.htm
- [30] Solar-eshop.cz. Baterie Pylontech US3000B [online]. 2020 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.solar-eshop.cz/p/baterie-pylontech-us3000-plus-3-6kwh/>
- [31] CNE.cz. Časté dotazy pro fotovoltaické elektrárny [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/fotovoltaicke-systemy/caste-dotazy-fotovoltaicka-zarizeni/>

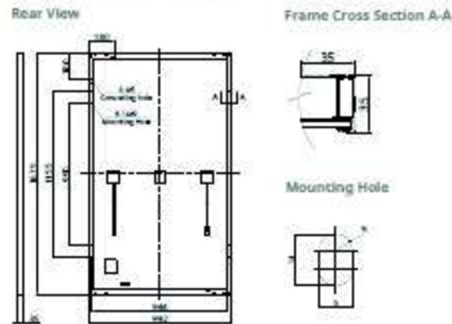
- [32] *NOVAZELENAUSPORAM.cz. Závazné pokyny pro žadatele BD-zateplení-zdroje-soláry-rekuperace [online]. 2020 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/dokumenty/detail/?id=590>*
- [33] *VALENTIN-SOFTWARE.com. PV*SOL Trial versions [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://valentin-software.com/en/downloads/>*
- [34] *EON.cz. Ceník Komplet elektrina 36 Říjen 2020 [online]. [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/-a199725---zPkZZJvz/cenik-komplet-elektrina-36-rijen-2020-distribucni-uzemi-egd-pdf>*
- [35] *Zákony ČR. Nařízení vlády č.366/2013 Sb. [online]. 2014 [cit. 2021-05-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-366>*
- [36] *ISE.FRAUNHOFER.de. Photovoltaics report [online]. Freiburg, 2020 [cit. 2021-05-24]. Dostupné z: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>*

Seznam příloh

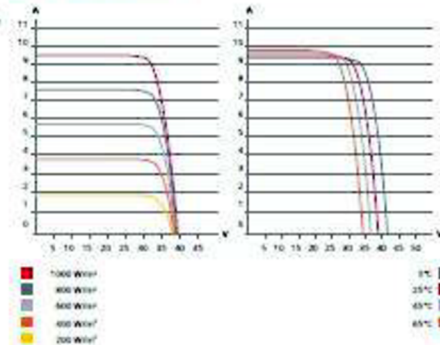
PŘÍLOHA A - KATALOGOVÝ LIST FV PANELU CANADIAN SOLAR	57
PŘÍLOHA B - KATALOGOVÝ LIST STRÍDAČE	58
PŘÍLOHA C - KATALOGOVÝ LIST NOSNÉ KONSTRUKCE	59
PŘÍLOHA D - KATALOGOVÝ LIST FV PANELU G958B.....	60
PŘÍLOHA E - KATALOGOVÝ LIST FV PANELU AS-6P30	61
PŘÍLOHA F - KATALOGOVÝ LIST FV PANELU DHM60X.....	63
PŘÍLOHA G - KATALOGOVÝ LIST BATERIE US3000B.....	65

Příloha A - Katalogový list FV panelu Canadian Solar

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS3K-300P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3K	295P	300P	305P	310P
Nominal Max. Power (P _{max})	295 W	300 W	305 W	310 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	32.5 V	32.7 V	32.9 V	33.1 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	9.08 A	9.18 A	9.28 A	9.37 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	39.1 V	39.3 V	39.5 V	39.7 V
Short Circuit Current (I _{sc})	9.57 A	9.65 A	9.73 A	9.81 A
Module Efficiency	17.75%	18.05%	18.36%	18.66%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE I (UL 1703) or Class C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	30 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3K	295P	300P	305P	310P
Nominal Max. Power (P _{max})	219 W	223 W	227 W	230 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	30.2 V	30.4 V	30.6 V	30.8 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	7.26 A	7.34 A	7.42 A	7.49 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	36.7 V	36.8 V	37.0 V	37.2 V
Short Circuit Current (I _{sc})	7.72 A	7.78 A	7.85 A	7.91 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 X (10 X 6)]
Dimensions	1675 X 992 X 35 mm (65.9 X 39.1 X 1.38 in)
Weight	18.5 kg (40.8 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1160 mm (45.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	840 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustments to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

Oct. 2016, All rights reserved, PV Module Product Datasheet V5.0_EN

Příloha B - Katalogový list střídače



GOLDENPIN®
DESIGNWARD 设计奖



DT Series (Dual-MPPT, Three-Phase)

GoodWe DT series inverter adopts cutting-edge technology in photovoltaic fields. Higher conversion efficiency and lower energy losses are guaranteed to maximize customer satisfaction. With its reliable power grid support management and high protective class, the DT series is compatible with different types of branded solar panels and is also ideal for commercial rooftop systems. This safe and reliable series is the first choice for residential, commercial installations and power plants.

- Maximum Efficiency up to 98.4%
- DC switch
- Super large 5-inch LCD
- European Efficiency up to 98.1%
- IP65 dust-proof and water-proof rating
- 30% lighter than similar products
- MPPT Efficiency up to 99.9%
- 45°C full-load output
- Multiple monitoring and communication

Technical Data	GW15K-DT	GW17K-DT	GW20K-DT	GW25K-DT
DC Input Data				
Max. allowed PV Power (W)	19500	22100	26000	32500
Nominal DC Power (W)	15400	17500	20900	25800
Max. DC voltage (V)	1000	1000	1000	1000
MPPT voltage range (V)	260-850	260-850	260-850	260-850
Starting voltage (V)	250	250	250	250
Max. DC current (A)	22.02	22.02	22.02	27.07
No. of DC connectors	4	4	4	6
No. of MPPTs	2 (can parallel)	2 (can parallel)	2 (can parallel)	2 (can parallel)
DC connector	MC4/Phoenix/Amphenol			
AC Output Data				
Nominal AC power (W)	15000	17000	20000	25000
Max. AC power (W)	15000	17000	20000	25000
Max. AC current (A)	25	25	30	37
Nominal AC output	50/60Hz, 400Vac			
AC output range	45-55Hz/55-65Hz, 310-480Vac			
THD	<1.5%			
Power factor	0.8 leading-0.8 lagging			
Grid connection	3W/N/PE			
Efficiency				
Max. efficiency	98.2%	98.2%	98.4%	98.4%
Euro efficiency	>97.7%	>97.7%	>98.1%	>98.1%
MPPT adaptation efficiency	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%
Protection				
Residual current monitoring unit	Integrated			
Anti-islanding protection	Integrated			
DC switch	Integrated (optional)			
AC over current protection	Integrated			
Insulation monitoring	Integrated			
Certifications & Standards				
Grid regulation	VDE-AR-N4105, AS4777.2/3, IEC61727, VDE0126-1-1, EN50438, NRS007-2-1, G59/3, ERDF-NDI-RES_13E,	AS4777.2/3, EN50438, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1, MEA&PEA, G59/3, NRS007-2-1, IEC61727, ERDF-NDI-RES_13E,	VDE-AR-N 4105, IEC61727, VDE0126-1-1, EN50438, G59/3,	
Safety	IEC62109-1&-2, AS3100			IEC62109-1&-2
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12			
General Data				
Dimensions (WxHxD) (mm)	518*650*203			
Weight (kg)	39			
Mounting	Wall bracket			
Ambient temperature range	-25~60°C (≠45°C derating)			
Relative humidity	0~95%			
Max. operating altitude	4000m(> 3000m derating)			
Protection degree	IP65			
Topology	Transformerless			
Night power consumption (W)	<1			
Cooling	Fan cooling			
Noise emission (dB)	<45			
Display	5.0" LCD			
Communication	Wi-Fi, RS485 or Ethernet			
Standard warranty (years)	5/10/15/20/25 (optional)			

Příloha C - Katalogový list nosné konstrukce

POPIS

- Předmontovaný trojúhelníkový rám STFN 10°-15° pro umístění horizontálně či vertikálně orientovaných solárních panelů na ploché střechy
- Trojúhelníkový rám z hliníkové slitiny AW 6063/6060 T66 podle EN 755-2:2013
- Šrouby a matice z nerezové ocele A2-70 podle EN ISO 3506-1/2:2009
- Trojúhelníkový podpůrný rám STFN je předmontovaný a doplněný o matice a šrouby potřebné pro upevnění Solar nosníků.
- Rám je možné snadno nastavit do třech různých poloh podle potřebného sklonu solárních panelů.
- Rám STFN umožňuje upevnit solární panely na šířku i na výšku.


Vhodné pro montáže na:

- Ploché střechy s profilem Solar-fish

Přípustná rozvržení:

- 1 solární panel s orientací na výšku
- 1 solární panel s orientací na šířku

Technické údaje trojúhelníkového rámu STFN 10°-15°:

Váha		2,05	
Průřez profilu		3.78	
Moment setrvačnosti	I_z	16.45	
Modul průřezu	W_z	4.25	
Průměr otvoru	D	9	[mm]
Rozměr klíče	 special char SW	13	[mm]
Utahovací moment	T_{inst}	10	[Nm]
Balení		5	[Kusy]

Montáž:

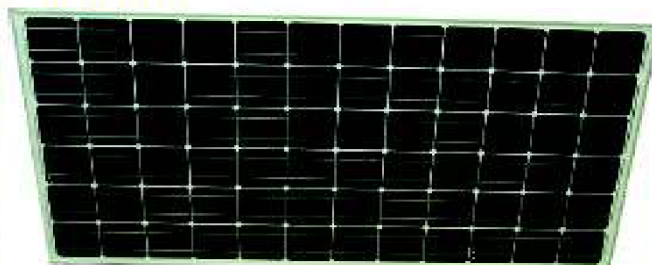
- Určete rozteč podpůrných trojúhelníkových rámu STFN podle zatížení větrem a sněhem v dané oblasti.
- Rozvrhněte umístění rámu podle nosné konstrukce a vzhledu FVE.
- Upevněte rámy STFN k nosné konstrukci vhodnou kotvou.
- Na rámy upevněte Solar nosníky pomocí přiložených šroubů a matic.

Příloha D - Katalogový list FV panelu G958B



G958B - Polykrystalický fotovoltaický solární panel 12V/100W KM(P)100

Vážení zákazníci,
Děkujeme Vám za Vaši důvěru a za nákup tohoto produktu. Tento návod k obsluze je součástí výrobku. Obsahuje důležité pokyny k uvedení výrobku do provozu a k jeho obsluze. Jestliže výrobek předáte jiným osobám, objeďte na to, abyste jim odevzdali i tento návod. Ponechejte si tento návod, abyste si jej mohli znovu kdykoliv přečíst!



Popis:

Polykrystalické moduly jsou určeny pro malé instalace nebo solární elektrárny, tyto vysoce kvalitní solární moduly zajišťují vynikající výkon.

Lze použít pro vlastní spotřebu, aby se snížil váš účet za elektřinu nebo pro ostrovní systém. Kamion, obytný automobil nebo loď s bateriemi, regulátorem napětí na 12v, 24v nebo 48V a s měničem napětí na 220V

Návod na montáž:

Panel připojujte vždy do regulátoru napětí.
Dejte pozor na správnou polaritu při připojování.
Nepoužívejte poškozený panel.
Panel by měl být umístěn tak, aby se nekroutil, hrozí jeho poškození.

Technické specifikace:

Typ panelu	KM(P)100
Jmenovitý výkon	100W
Maximální výstupní napětí při zátěži	18,6V
Maximální výstupní proud při zátěži	5,38A
Maximální napětí na prázdko	22,3V
Maximální zkratový proud	5,76A
Účinnost článku	16,5%
Výstupní tolerance	+5%
Provozní teplota	-40 ° C to + 85 ° C
Maximální systémové napětí	750V
Typ článku	Poly
Počet článků	36ks
Rozměry	1010x680x35
Váha	7kg
Přední sklo	3,2mm tvrzené sklo
Rám	Hliníkový
Kabely	4mm ² , 90cm délka
Konektory	MC4

Údržba a čištění:

Produkt nevyžaduje žádnou údržbu. K čištění pouzdra použijte pouze měkký, mírně vodou navlhčený hadřík. Nepoužívejte žádné prostředky na dřevo nebo chemická rozpouštědla (ředidla barev a laků), neboť by tyto prostředky mohly poškodit pouzdro produktu.

Recyklace:


Elektronické a elektrické produkty nesmějí být vyhazovány do domovních odpadů. Likviduje odpad na konci doby životnosti výrobku přiměřeně podle platných zákonných ustanovení. Šetřete životní prostředí a přispějte k jeho ochraně!

Záruka:

Na tento produkt poskytujeme záruku 24 měsíců. Záruka se nevztahuje na škody, které vyplývají z neodborného zacházení, nehody, opotřebení, nedodržení návodu k obsluze nebo změn na výrobku, provedených třetí osobou.

Hadex, spol. s r.o., Kosmova 11, 702 00, Ostrava - Přívoz, tel.: 596 136 917, e-mail: hadex@hadex.cz, www.hadex.cz
Jakékoliv druhy neoprávněných kopií tohoto návodu i jeho částí jsou předmětem souhlasu společnosti Hadex, spol. s r.o.

Příloha E - Katalogový list FV panelu AS-6P30





AS-6P30

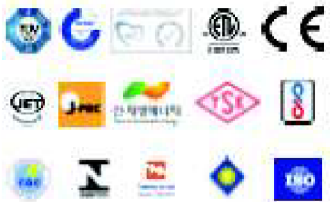
270W~300W

POLYCRYSTALLINE MODULE

ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 18.44% through innovative five busbar cell technology.
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminium frame ensures the modules to withstand wind loads up to 3600Pa and snow loads up to 5400Pa.
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).
- Potential Induced degradation (PID) resistance.
- Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.

CERTIFICATIONS




- IEC 61215, IEC 61730, UL 1703, IEC 62716, IEC 61701, IEC TS 62804, CE, OQC, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), KS(South Korea), BIS(India), MCS(UK), CEC(Australia), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ISO9001:2015: Quality management system
- ISO14001:2015: Environmental management system
- OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

SPECIAL WARRANTY

- 20 years product warranty
- 30 years linear power output warranty

Passionately
committed to
delivering innovative
energy solution



Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.
www.weamersolar.com, sales@weamersolar.com

EN-V2.0-2020

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC

Maximum Power (P_{max})	270W	275W	280W	285W	290W	295W	300W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	38.4V	38.5V	38.8V	39.0V	39.2V	39.4V	39.6V
Short Circuit Current (I_{sc})	9.15A	9.26A	9.37A	9.48A	9.59A	9.70A	9.80A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	31.2V	31.4V	31.6V	31.8V	32.0V	32.2V	32.4V
Current at Maximum Power (I_{mp})	8.66A	8.76A	8.87A	8.97A	9.07A	9.17A	9.26A
Module Efficiency (%)	16.60	16.90	17.21	17.52	17.83	18.13	18.44
Operating Temperature	-40°C to +85°C						
Maximum System Voltage	1000V DC/1500V DC						
Fire Resistance Rating	Type 1(In accordance with UL 1703)/Class C(IEC 61730)						
Maximum Series Fuse Rating	15A						

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT

Maximum Power (P_{max})	200W	204W	207W	211W	215W	218W	222W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	35.3V	35.5V	35.7V	35.9V	36.1V	36.3V	36.5V
Short Circuit Current (I_{sc})	7.41A	7.50A	7.59A	7.68A	7.77A	7.86A	7.94A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	28.4V	28.5V	28.8V	29.0V	29.2V	29.4V	29.6V
Current at Maximum Power (I_{mp})	7.05A	7.14A	7.19A	7.26A	7.37A	7.42A	7.50A

NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Polycrystalline 6inch
Number of cells	60 (6x10)
Module dimensions	1640x992x35mm (64.57x39.06x1.38Inches)
Weight	17.5kg (38.6lbs)
Front cover	3.2mm (0.13Inches) tempered glass with AR coating
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (0.006Inches ²), 900mm (35.43Inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

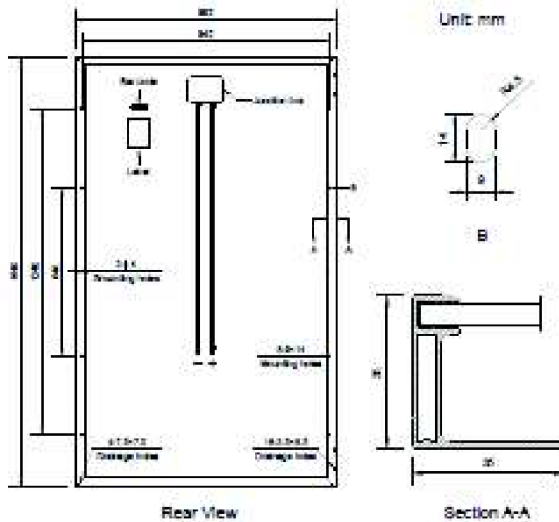
TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of P_{max}	-0.39%/°C
Temperature Coefficients of V_{oc}	-0.30%/°C
Temperature Coefficients of I_{sc}	0.05%/°C

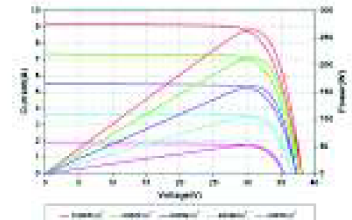
PACKAGING

Standard packaging	31pcs/pallet
Module quantity per 20' container	372pcs
Module quantity per 40' container	868pcs(GP)/952pcs(HQ)

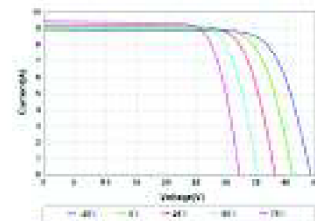
ENGINEERING DRAWINGS



I-V CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

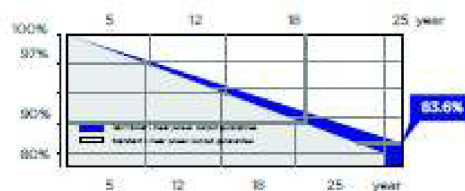
Aersolar and Aersolar logo denoted with ® are registered trademarks of Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.

Příloha F - Katalogový list FV panelu DHM60X



QUALITY GUARANTEE

LINEAR POWER OUTPUT GUARANTEE



- 12 years** 10-year material & technology warranty
- 25 years** 25-year linear power output warranty

0-+5W Positive Tolerance

19.18% Max Module Eff.(%)

PRODUCT PERFORMANCE ADVANTAGE

-  Select Grade A crystalline silicon solar cells, high-power output with cost-effective
-  Preferred packaging materials and strict process technology, excellent PID free performance
-  Certified by dust-sand,salt-mist, ammonia etc. weather resistance tests, strong environmental adaptability
-  Larger size of light receiving area, higher solar panel power, lower system cost

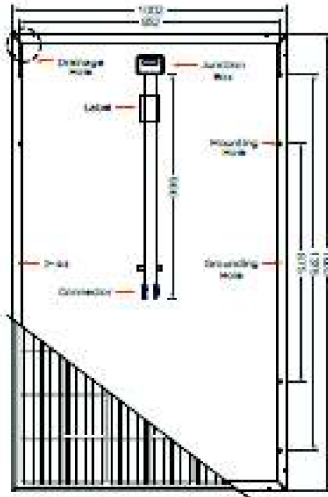
DAHSolar

**SMART
SOLAR
SYSTEM** 

Perc Black Module

DHM60X 310W-320W

Design



Mechanical Specification

Cells Type	Mono 158.75x158.75mm
Weight	19kg
Dimension (LxWxT)	1665x1000x35mm
Output Cables	Length 900mm, 4.0mm ²
No. of Cells	60(6x10)
Glass	3.2mm High Transmission, Antireflection Coating
Junction box	IP68, 3 Bypass Diodes
Connector	GC4 or MC4 compatible
Packing	30pcs/pallet, 400pcs/20GP, 910pcs/40HQ

Operating Parameters

Maximum system voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum series fuse rating	16A
Snow load, frontside	5400Pa
Wind load, backside	2400Pa
Nominal operating cell temperature	45°C±2°C
Application level	Class A

Electrical Characteristics(STC)

Module Type	DHM60X-310W-5BB	DHM60X-315W-5BB	DHM60X-320W-5BB
Maximum Power (P _{max})	310W	315W	320W
Open-circuit Voltage (V _{oc})	40.3V	40.5V	40.7V
Maximum Power Voltage (V _{mp})	33.0V	33.2V	33.4V
Short-circuit Current (I _{sc})	9.80A	9.98A	10.07A
Maximum Power Current (I _{mp})	9.40A	9.49A	9.59A
Module Efficiency (%)	18.58%	18.88%	19.18%
Power Tolerance		0~+5W	
Temperature Coefficient of I _{sc}		0.048%/°C	
Temperature Coefficient of V _{oc}		-0.28%/°C	
Temperature Coefficient of P _{max}		-0.37%/°C	
Standard Test Environment	Irradiance 1000W/m ² , Cell temperature 25°C, Spectrum AM1.5		

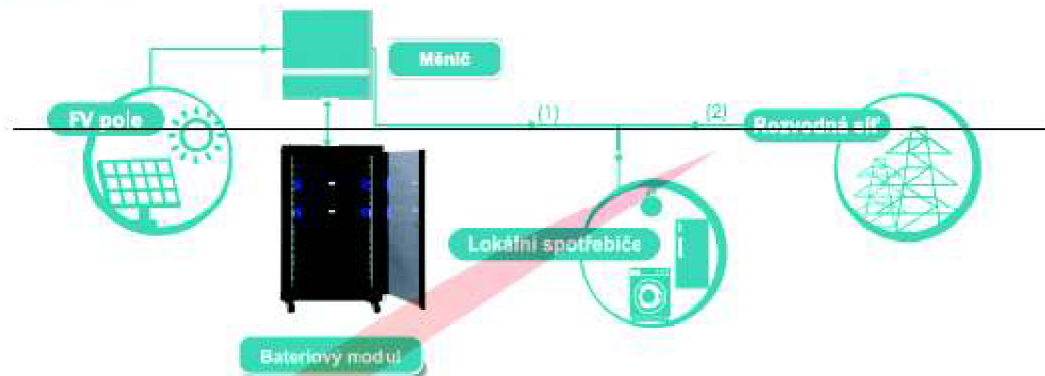
Electrical Characteristics(NOCT)

Module Type	DHM60X-310W-5BB	DHM60X-315W-5BB	DHM60X-320W-5BB
Maximum Power (P _{max})	231W	235W	239W
Open-circuit Voltage (V _{oc})	37.4V	37.6V	37.8V
Maximum Power Voltage (V _{mp})	31.0V	31.2V	31.4V
Short-circuit Current (I _{sc})	8.20A	8.33A	8.44A
Maximum Power Current (I _{mp})	7.49A	7.56A	7.62A
Standard Test Environment	Irradiance 800W/m ² , Cell temperature 20°C, Spectrum AM1.5, Wind speed 1m/s		



Příloha G - Katalogový list baterie US3000B

Řešení ESS



Vlastnosti ESS

- Vyrobeny z našich vlastních lithiium-železo-fosfátových článků (LFP), které zajišťují nejvyšší bezpečnost a nejdelší životnost.
- Systém řízení baterie (BMS) vlastní konstrukce chrání články za všech okolností, včetně výkyvů teplot, proudů, napětí, při jakémkoli stupni nabití (SoC) a celkovém stavu (SoH).
- Snadná instalace a bezúdržbový chod šetří energii pro hlavní použití.



Výhody

- Vertikální průmyslová integrace zajišťuje více než 4500 nabíjecích cyklů a 90% hloubkou vybití
- Kompaktní a moderní design dokonale zapadá do vašeho příjemného domova
- Modulární konstrukce dává koncovému zákazníkovi možnost výběru kapacity
- Kompatibilní s většinou dostupných hybridních měničů
- Jednoduché upevnění přezkou minimalizuje čas i náklady na instalaci
- Bezpečnostní certifikát TÜV CE UN38,3



UN38.3

Specifikace



Základní parametry	US2000B Plus	Phantom-S	US3000
Jmenovité napětí (V)	48	48	48
Jmenovitá kapacita (Wh)	2400	2400	3552
Použitelná kapacita (Wh)	2200	2200	3200
Rozměry (mm)	442*410*89	445*428*97,5	442*420*132
Váha (Kg)	24	24	32
Vybíjecí napětí (V)	45 – 53,5	45 – 53,5	45–53,5
Nabíjecí napětí (V)	52,5 – 53,5	52,5 – 53,5	52,5– 53,5
Nabíjecí / Vybíjecí proud (A)	25 (doporučeno)	25 (doporučeno)	37 (doporučeno)
	50 (Max)	50 (Max)	74 (Max)
	100 (špičkový@15s)	100 (špičkový @15s)	100 (Peak@15s)
Komunikační port	RS232, RS485, CAN	RS232, RS485, CAN	RS232, RS485, CAN
Max. počet baterií (ks)	8	8	12
Pracovní teplota / °C	0–50	0–50	0–50
Skladovací teplota / °C	-20–60	-20–60	-20–60
Vlhkost	5%–85%	5%–85%	5%–85%
Nadm. výška (m)	<2000	<2000	<2000
Životnost	10+ let (25°C /77)	10+ let (25°C /77)	10+ let (25°C /77)
Počet cyklů	>4500, 25°C	>4500, 25°C	>4500, 25°C
Certifikace	TÜV / CE / UN38.3	TÜV / CE / UN38.3	TÜV / CE / UN38.3



Váš distributor: Solit Power Distribution s.r.o., Budějovická 601/128, 140 00 Praha 4 • Krč, Česká republika

www.solitpower.cz

info@solitpower.cz