

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Projekt FV systému pro zásobování elektřinou rekreačního objektu

Originál (kopie) zadání BP/DP

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na návrh ostrovního fotovoltaického systému. Dále se práce věnuje popisu výroby jednotlivých druhů fotovoltaických článků a zhodnocení výroby fotovoltaické energie.

Klíčová slova

Fotovoltaický článek, fotovoltaický panel, akumulátor, rekreační chata, solární energie

Abstract

The submitted bachelor's thesis is focused on the design of photovoltaic off-grid system. It is also focused on the description of the production of particular types of photovoltaic cells and the photovoltaic energy production evaluation.

Key words

Photovoltaic cell, photovoltaic panel, battery, cottage, solar energy

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

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

.....

podpis

V Plzni dne 9.6.2014

Václav Matějka

Obsah

OBSAH	6
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	7
1 ÚVOD	8
2 SLUNEČNÍ ENERGIE	9
3 PRINCIP ČINNOSTI FOTOVOLTAICKÉHO ČLÁNKU.....	10
3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKŮ.....	11
3.1.1 <i>Monokrystalické články</i>	11
3.1.2 <i>Polykrystalické články</i>	12
3.1.3 <i>Amorfni články</i>	13
4 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY V ČR	14
4.1 INTENZITA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ.....	14
4.2 UMÍSTĚNÍ FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY VZHLEDEM K SVĚTOVÝM STRANÁM	15
4.3 VLIV ZASTÍNĚNÍ.....	15
5 TYPY FOTOVOLTAICKÝCH SYSTÉMŮ	16
5.1 OSTROVNÍ.....	16
5.2 SÍŤOVÝ	17
5.2.1 <i>Malé střešní instalace</i>	17
5.2.2 <i>Velké střešní instalace</i>	17
5.2.3 <i>Volně stojící instalace</i>	17
6 NÁVRH FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU PRO REKREAČNÍ OBJEKT	18
6.1 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	18
6.2 VÝPOČET SPOTŘEBY	19
6.3 VÝPOČET ZTRÁT	20
6.4 DIMENZOVÁNÍ FOTOVOLTAICKÉHO SYSTÉMU PRO DANÝ OBJEKT	21
6.4.1 <i>Panely</i>	22
6.4.2 <i>Akumulátory</i>	23
6.4.3 <i>Regulátor nabíjení</i>	24
6.4.4 <i>Záložní zdroj elektrické energie</i>	24
6.4.5 <i>Kabely</i>	25
6.4.6 <i>Montáž fotovoltaických panelů</i>	25
6.4.7 <i>Umístění regulátoru dobíjení a baterií</i>	26
7 ZHODNOCENÍ NÁVRHU	26
7.1 EKONOMICKÉ	26
7.2 EKOLOGICKÉ	27
8 ZÁVĚR	27
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	28
10 PŘÍLOHY	28

Seznam symbolů a zkratk

W _p	Špičková hodnota výkonu
PVGIS	Fotovoltaicko-geografický informační systém
FV	Fotovoltaický
Ah	Ampérhodina
ČEPS	Česká přenosová soustava
SO ₂	Oxid siřičitý
NO _x	Oxidy dusíku
CO	Oxid uhelnatý
CO ₂	Oxid uhličitý

1 Úvod

Jako téma bakalářské práce jsem si vybral projekt ostrovního fotovoltaického systému pro zásobování rekreačního objektu elektrickou energií. Toto téma jsem si vybral z důvodu zvýšeného zájmu o principy a fungování ostrovního systému.

V dnešní době bereme elektrickou energii jako samozřejmost. Na světě jsou lidé na místech, kde není možnost připojení k rozvodu elektrické energie. Na těchto místech se uplatňuje fotovoltaická energie. Světlo je téměř všudypřítomné a zdarma.

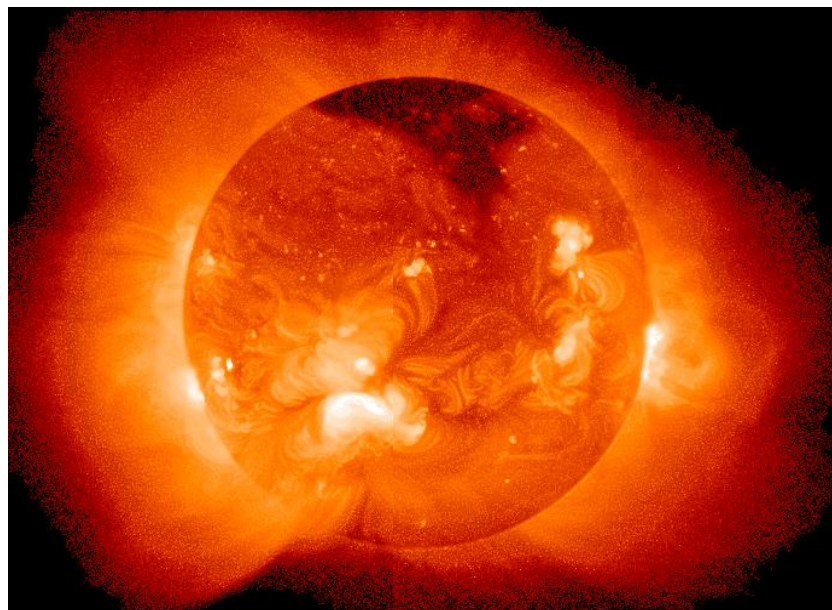
Za pomoci nových technologií a výzkumu se pomalu učíme efektivně využívat téměř nevyčerpatelný a stálý zdroj energie, kterým je slunce. Prozatím není účinnost získávání elektrické energie na tolik vysoká, aby se potenciál sluneční energie využil globálně

2 Sluneční energie

Slunce je jedinou hvězdou naší sluneční soustavy. Jeho stáří se odhaduje na 5 miliard let, což ho řadí mezi hvězdy středního věku. Bude svítit ještě asi 6 miliard let. Průměr Slunce je 1 392 020 km a je od Země vzdálené $149,6 \times 10^6$ km. Sluneční paprsky překonají tuto vzdálenost za 8,31 minuty při rychlosti $299\,792\,458 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jeho výkon je zhruba $4 \times 10^{26} \text{ W}$, z čehož na Zemi dopadá jen velmi malá část této energie, přibližně $1,4 \text{ kW m}^{-2}$.

Slunce je složeno z 92,1 % z vodíku, 7,8% hélia a 0,01% dalších stopových prvků. Sluneční energie vzniká termonukleární reakcí při přeměně vodíku na hélium. Každou sekundu se přemění 700 milionů tun vodíku na 695 milionu tun hélia, zbývajících 5 milionů tun se přemění na energii (96% elektromagnetické záření, 4% energie odnáší elektronová neutrina).

Ve Slunci probíhá termonukleární reakce, což je proces, při kterém dochází ke slučování atomových jader za pomoci vysoké teploty a tlaku. Tato reakce má mnohem větší účinnost než jaderné štěpení. Prozatím nejsme schopni jadernou fúzi spustit. Základním problémem je dosažení teplot kolem desítek milionů kelvinů a udržení plazmatu ve stabilním stavu.

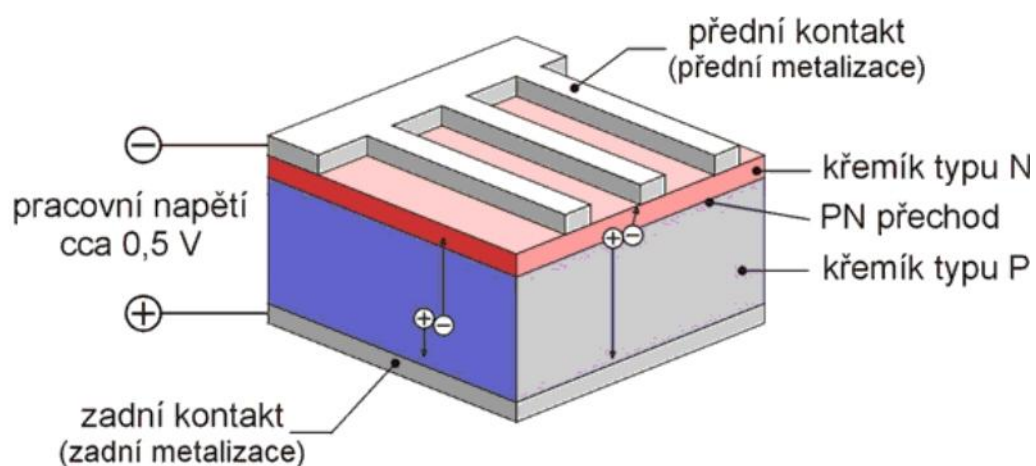


Obr. 1 Slunce [1]

3 Princip činnosti fotovoltaického článku

Fotoelektrický jev objevil v roce 1839 francouzský fyzik Alexandre Edmond Becquerel. Současná podoba solárních článků se zrodila v roce 1954 v Bell Laboratories. Při experimentech s dopovaným křemíkem byla objevena jeho vysoká citlivost na osvětlení. Energie fotovoltaických článků se zpočátku používala výhradně v kosmonautice. Na konci sedmdesátých let se fotovoltaické články rozšířily i do dalších aplikací.

Fotovoltaický článek je v podstatě polovodičová dioda. Jeho základem je tenká destička z křemíku s vodivostí typu P. Na tuto destičku se při výrobě nanese další tenká vrstva polovodiče typu N. Tyto vrstvy jsou odděleny P-N přechodem. Dopadající fotony ze slunečního záření svou energií vyrážejí z krystalické mřížky polovodiče elektrony. Tyto elektrony se stávají volnými a jsou zárodkem elektrického proudu. Na přechodu P-N se vytvoří malé elektrické napětí, které dosahuje u křemíkových článků velikosti zhruba 0,5V. Je zřejmé, že jeden článek dodává jen velmi málo energie, proto se články zapojují sériově či paralelně a sestavují se z nich fotovoltaické panely.

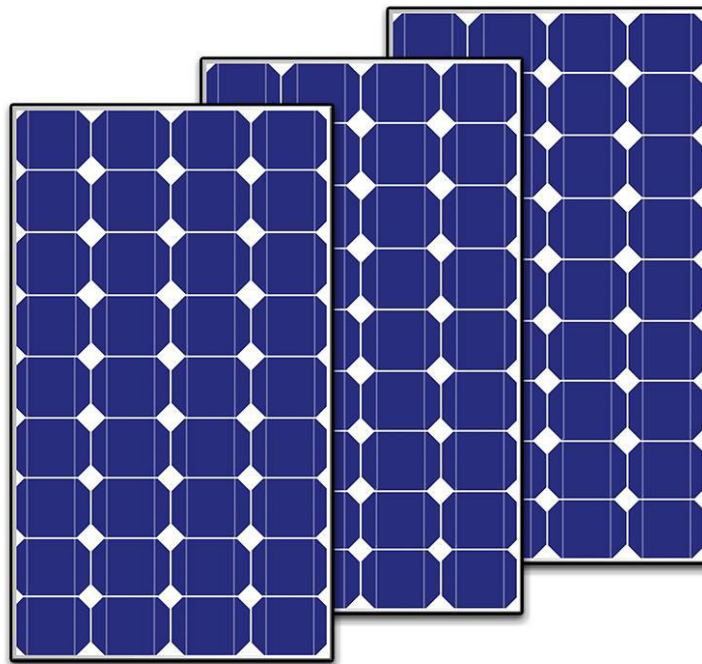


Obr. 2 Fotovoltaický článek [2]

3.1 Základní rozdělení fotovoltaických článků

3.1.1 Monokrystalické články

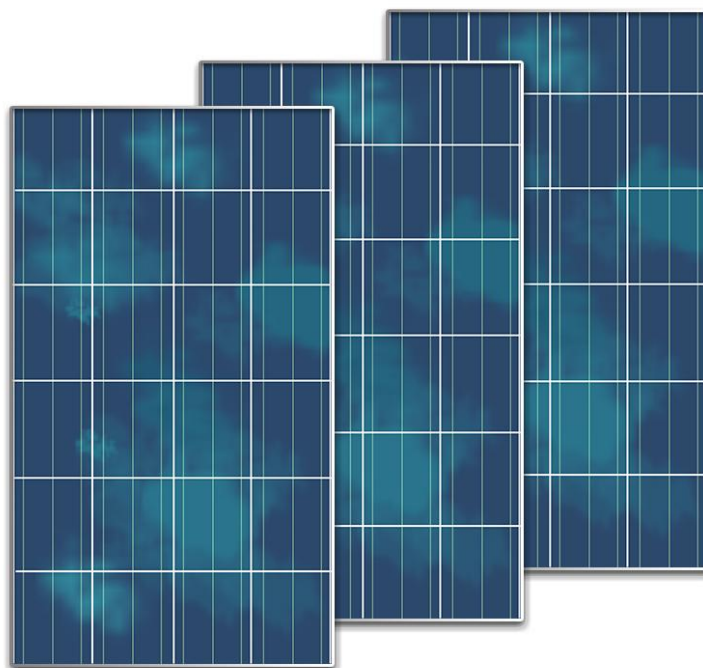
Výroba monokrystalického článku je náročná a drahá. Jsou vyrobeny z jednoho velkého kruhového krystalu (ingot), který je nařezán na velmi tenké plátky cca 300 μ m. Tyto plátky jsou oříznuté do osmiúhelníku a je z nich po dotování jiným prvkem vytvořen článek (obvykle 156x156mm). Struktura takto vyrobeného křemíku je jednodušší a velice čistá. Monokrystalické články mají větší účinnost než polykrystalické. Tyto články jsou určeny především pro přímé osvětlení. Proto se v kosmonautice využívají zejména monokrystalické panely. Účinnost monokrystalických modulů je 14-17%.



Obr. 3 Monokrystalické panely

3.1.2 Polykrystalické články

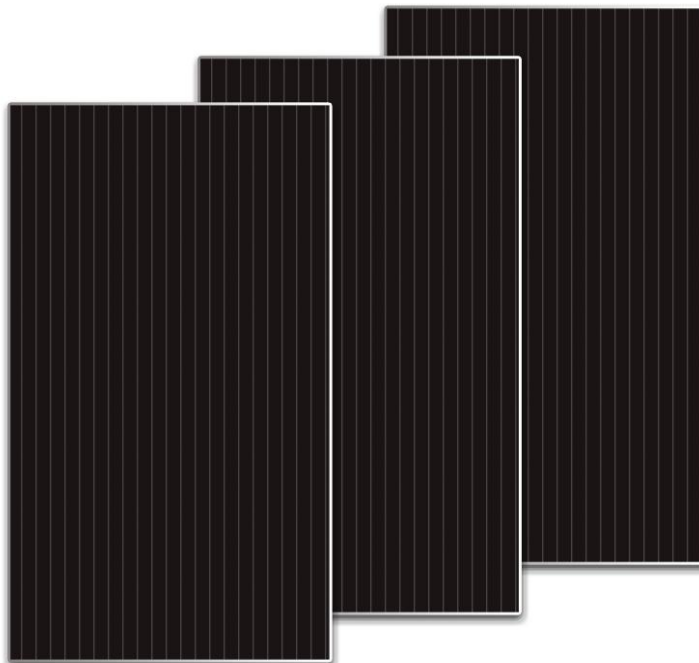
Polykrystalické články jsou vyráběny lehce odlišným způsobem. Pro získání ingotu stejné velikosti, jako u monokrystalických článků se používá jiný postup. Je totiž technologicky jednodušší nechat vykrystalizovat větší počet menších krystalů, než jeden velký. Z těchto menších krystalů se vyrobí substrát, který se slisuje do jednoho celku (obvykle 156x156mm). Pochopitelně u článku vyrobeného touto technologií nelze docílit takové čistoty materiálu jako u výroby z jednoho krystalu. Tyto články nejsou barevně homogenní a na některých jsou dobře viditelné jednotlivé krystaly. Tato technologie je levnější a i při nižší účinnosti, která se u těchto článků pohybuje v rozmezí 13-15%, mají lepší poměr cena/výkon. Také lépe pracují s difuzním světlem. Proto jsou polykrystalické panely v ČR nejpoužívanější.



Obr. 4 Polykrystalické panely

3.1.3 Amorfni články

Amorfni články jsou vyráběny nanášením slabých vrstev fotocitlivého materiálu na nosnou podložku, kterou je nejčastěji sklo. Další materiály vhodné pro nosnou podložku jsou nerezová ocel nebo plast. Každá vrstva fotocitlivého materiálu je citlivá na jiné spektrum slunečního záření. Tím je lépe využito spektrum jako celek. Amorfni články i při nižší účinnosti cca 8-9% vykazují celoročně vyšší výrobu elektřiny. Je to důvodem menší citlivosti na teplotu okolního prostředí. Články dobře pracují i při rozptýleném slunečním záření, čímž jsou méně náchylné na orientaci vůči slunci. Z toho důvodu mohou být instalovány na svislé plochy nebo dokonce vodorovně.



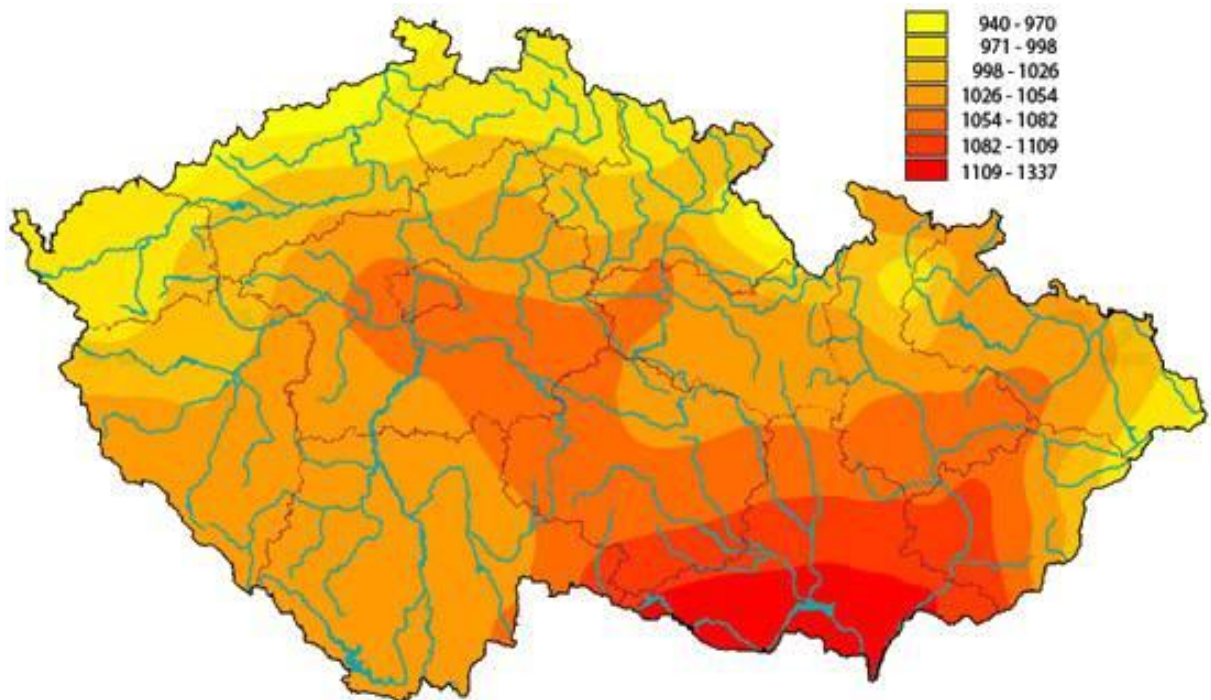
Obr. 5 Amorfni panely

4 Přírodní podmínky v ČR

4.1 Intenzita slunečního záření

Při využívání solární energie je nejdůležitějším faktorem intenzita slunečního záření a počet hodin slunečního svitu v jednotlivých měsících. Sluneční energie je sice rozptýlená a málo koncentrovaná ale je dostupná a využitelná prakticky všude.

Doba slunečního svitu a jeho intenzita jsou závislé na ročním období, povětrnostních podmínkách a samozřejmě na geografické poloze. Roční objem globálního záření v nejslunnějších oblastech Země přesahují 2200 kWh/m^2 . V České republice jsou v některých oblastech dosahovány hodnoty přes 1140 kWh/m^2 .



Obr.6 Mapa průměrného světelného výkonu [kWh/m²] [2]

4.2 Umístění fotovoltaické elektrárny vzhledem k světovým stranám

Umístění fotovoltaické elektrárny a vyvarování se nepříznivým vlivům je zásadním a rozhodujícím faktorem pro její budoucí výnosy. Ideální umístěním fotovoltaického systému musí mít takovou orientaci a sklon, která nám zajistí maximální výnos ze systému v průběhu celého roku. V podmínkách České republiky se jedná o sklon cca 35 stupňů a orientaci přímo na jih. Neznamená to ovšem, že pokud bude střecha orientována jiným směrem, nebude takový systém ekonomicky vůbec přínosný. Výnosy z takových systémů budou ale samozřejmě nižší. Pro určení efektivity fotovoltaického systému se používají diagramy a programy, které vypočítají energii vyrobenou systémem za rok.

4.3 Vliv zastínění

Důležitým faktorem pro plnou funkčnost fotovoltaické elektrárny je vliv zastínění. Ten se mnohdy podceňuje a například i zdánlivě banální zastínění od antény nebo bleskosvodu může mít vliv na celkové výnosy v řádu procent až desítek procent. Je tedy třeba brát na zřetel všechny potencionální vlivy zastínění, jako jsou sloupy, stromy, antény nebo i dráty elektrického vedení. Podstatný vliv zastínění na výnosy je dán hlavně fyzikální podstatou funkce fotovoltaického článku. Pokud dojde k zastínění byť jen jediného článku na fotovoltaickém panelu, začne se tento článek chovat jako odpor a „brzdí“ tok elektrické energie ve všech ostatních člancích, případně panelech spojených v jedné větvi. Proto je důležité se případnému zastínění vyhnout.

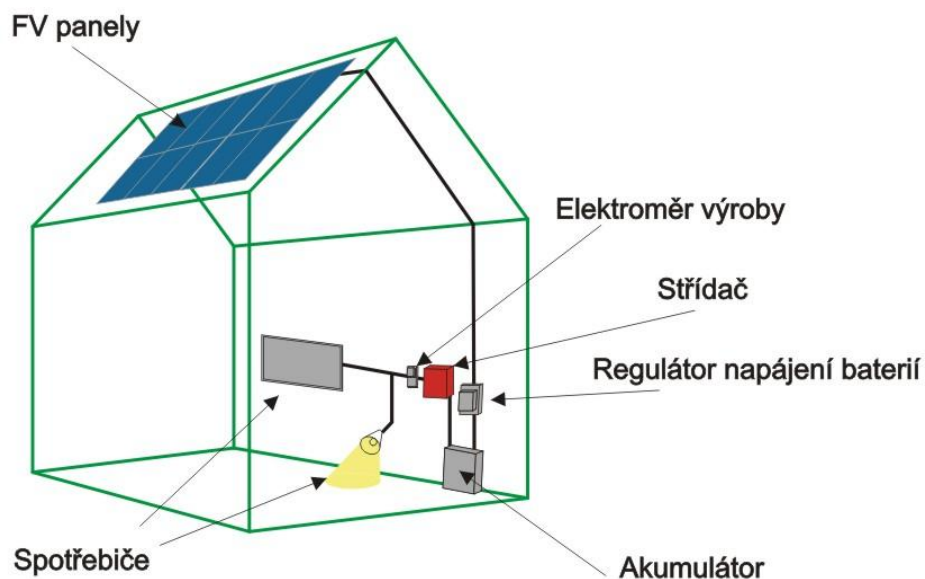
Zastínění a tím snížení výkonu může vyvolat i nadměrné znečištění panelů např. pylem, prachem, spadáním listů, ale i sněhem nebo ptačím trusem. Přestože fotovoltaické panely mají samočisticí schopnost, je doporučeno provádět průběžnou kontrolu znečištění fotovoltaických panelů v průběhu celého roku a případně panely očistit nejlépe proudem vody. Takovéto opláchnutí při zjevném znečištění může zvýšit výkon o 2 - 4 %. Na čištění panelů se zásadně nepoužívá jakákoli škrabka či neznámé chemikálie.

5 Typy fotovoltaických systémů

Fotovoltaická elektrárna může být instalována jako samostatný systém nebo může být připojena k rozvodné síti.

5.1 Ostrovní

Tento druh systému je nezávislý a využívá se v místech, kde není elektrická rozvodná síť. Na mnoha místech světa ani jiná možnost zásobování elektrickou energií není. Jedná se především o odlehlá místa, chaty, osady v pouštích nebo naopak vědecké expedice v ledových pustinách Antarktidy. Základním principem ostrovního systému je pokrytí pokud možno veškeré vlastní spotřeby. Při návrhu ostrovního systému je velice důležité systém správně dimenzovat vzhledem k průměrné spotřebě během dne i během roku. Energie vyrobená tímto systémem je buď ihned spotřebována vlastními spotřebiči nebo je uložena do akumulátorů pro pozdější využití. Takovýmto systémem lze zásobovat stejnosměrné i střídavé spotřebiče. Ostrovní systém bývá jistěn elektrocentrálou, ta se však v případě optimálně navrženého systému využije jen velmi zřídka.



Obr.7 Příklad ostrovního systému [3]

5.2 Síťový

Tento systém je připojen k rozvodné síti. Část vyrobené energie je spotřebována objektem, zbytek je prodán do rozvodné sítě (popřípadě je prodána veškerá vyrobená energie). Dělí se na:

5.2.1 Malé střešní instalace

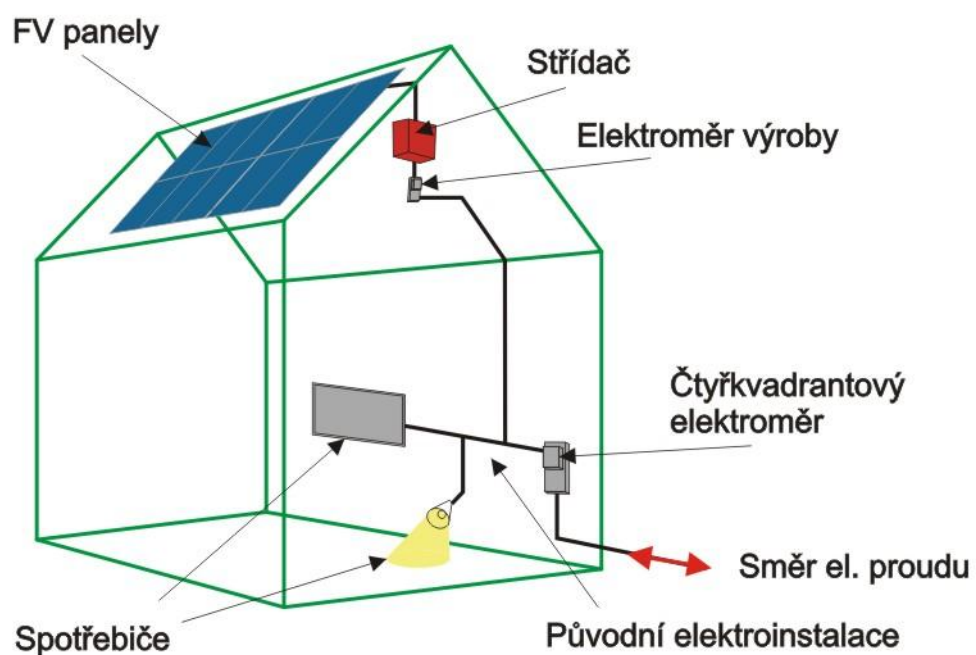
Výkon malé střešní instalace zpravidla nepřesáhne 10 kWp. Jedná se především o rodinné domy a chaty.

5.2.2 Velké střešní instalace

Jejich výkon přesahuje 10 kWp. Střední instalace jsou umístěny především na velkých průmyslových budovách a halách

5.2.3 Volně stojící instalace

Tyto instalace mají výkon v rámci stovek kWp až MWp. Jsou instalované na volné prostranství, kde jsou montovány na konstrukce, které jsou pevně spojené se zemí.

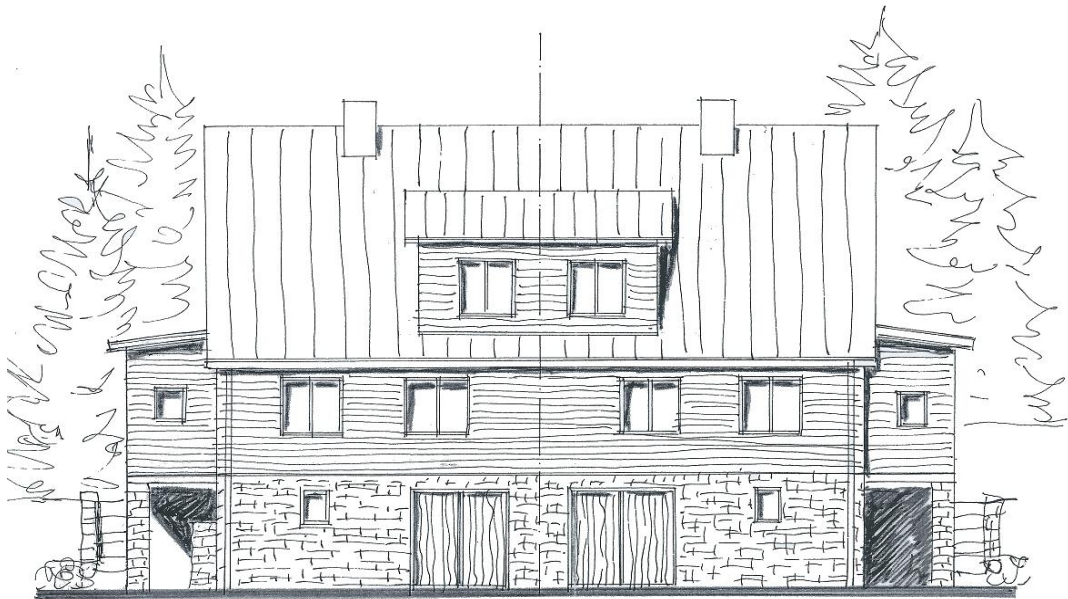


Obr.8 Příklad síťového systému (zelený bonus) [3]

6 Návrh fotovoltaického systému pro rekreační objekt

6.1 Charakteristika objektu

Rekreační chata se nachází v chráněné krajinné oblasti Šumava v nadmořské výšce 750 m n.m. a je využívána k víkendové rekreaci v období od dubna do října. Orientace střechy vůči světovým stranám je pro osazení fotovoltaickými panely vhodná. Vůči jihu je odklon pouze 10°. Střecha je plechová a její úhel vůči rovině není ideální, ale postačujících 45°. Rekreační chata postavena v roce 1980 se skládá ze dvou osově souměrných částí, přičemž každá část má jiného majitele. Chata je podsklepená s přízemím a podkrovím. Každá polovina chaty obsahuje: garáž, sklep, verandu, koupelnu s WC, kuchyni, obývací pokoj, chodbu se schody do podkroví, dvě podkrovní ložnice. Navrhovaný fotovoltaický systém bude sloužit k zásobování elektrickou energií pouze jedné obytné části.



Obr.9 Rekreační chata [4]

6.2 Plánované elektrické spotřebiče

Spotřebiče pro tento objekt patří mezi naprosto základní. Jedná se o televizor, ledničku, elektrický měnič a samozřejmě osvětlení. Elektrický měnič bude využíván především pro občasnou nabíjení notebooku a pro jiné spotřebiče, které nejsou přizpůsobené pro napájení 12V.

6.3 Výpočet spotřeby

Pro tento objekt jsou vybírány 12 V spotřebiče s velkým důrazem na nízkou spotřebu elektrické energie. Pro osvětlení jsou použity 12V LED žárovky s příkonem 4W, které jsou ekvivalentem klasických 40W žárovek. Je zřejmé, že osvětlenost neodpovídá bytovým prostorům, ale pro rekreační využití je dostačující. Nejvyšší spotřebu má lednice, která vyžaduje téměř neustálý přívod elektrické energie.

Tabulka 6.1 Výpočet denní spotřeby

Výpočet denní spotřeby osvětlení			
Prostory	Počet LED svítidel	Doba svícení [h]	Spotřeba [W]
Garáž	1	0,25	1
Sklep	1	0,25	1
Veranda	1	0,5	2
Koupelna s WC	2	1,5	12
Kuchyně	2	2	16
Obývací pokoj	3	2,5	30
Chodba	1	0,5	2
Ložnice 1	1	1	4
Ložnice 2	1	1	4
Výpočet spotřeby spotřebičů			
Spotřebič	Doba provozu za den [h]	Spotřeba za hodinu	Spotřeba [W]
Lednice	24	(neudává se)	450
Televize	3	60	180
Měnič	1	250	250
Celkem:			951

6.4 Výpočet ztrát

Výpočet ztrát fotovoltaického systému je velmi důležitý pro správné dimenzování. Každé elektrické zařízení má ztráty. Nelze dosáhnout toho, že rozdíl příkonu a výkonu je roven 0.

Tabulka 6.2. Výpočet ztrát

Ztráty	%	
MPPT měniče	6	
Při akumulaci	5	
V kabelech	3	
Celkem:		14

Celkové ztráty systému jsou 14%. Pro výpočet požadovaného výkonu dodávaného solárními panely za jeden den je nutno použít tento vztah:[5]

$$P_c = \frac{P_v}{(1 - z)} = \frac{951}{(1 - 0,14)} = \frac{951}{0,86} = 1105,8 \text{ W}$$

- P_c Potřebný celkový výkon fotovoltaických panelů [W]
 P_v Vypočítaný výkon [W]
 Z Ztráty

6.5 Dimenzování fotovoltaického systému pro daný objekt

Pro ověření správnosti konfigurace ostrovního fotovoltaického systému lze použít Fotovoltaicko-geografický informační systém (PVGIS). Výpočet vyplývá z naměřených údajů za několik posledních let. Po zadání parametrů, umístění a typu systému vypočítá PVGIS reálný roční výkon v kW. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v grafu a v tabulce.

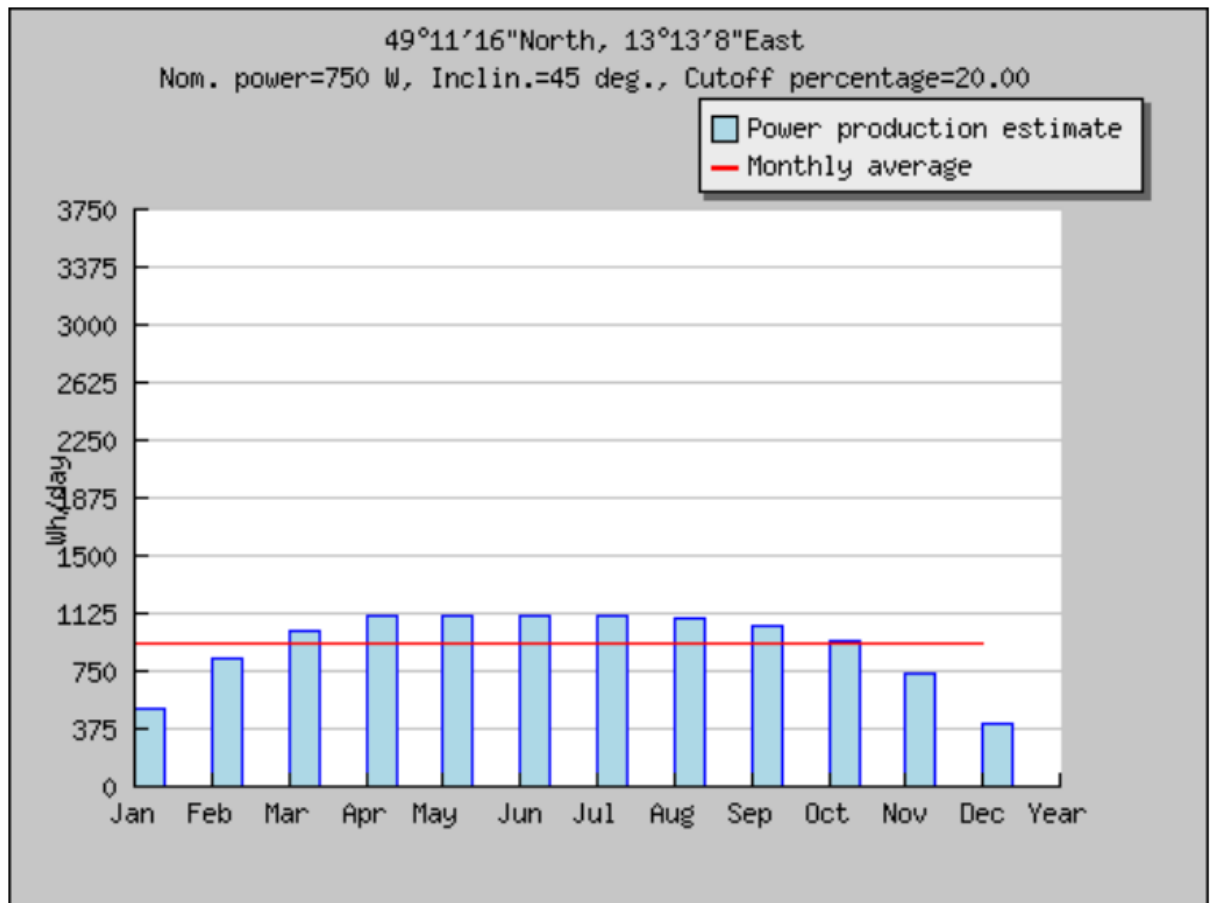
Tabulka 6.3 Zadané hodnoty do PVGIS [6]

Instalovaný výkon	750 W
Napětí akumulátorů	12 V
Mezní hranice vybíjení	20%
Kapacita akumulátorů	210 Ah
Denní spotřeba	1106 Wh
Inklinace	45°
Orientace	10°

Tabulka 6.4 Výsledné hodnoty PVGIS [6]

Měsíc	Ed	Ff	Fe
Leden	509.0	6	82
Únor	836.0	31	55
Březen	1009.0	44	31
Duben	1103.0	79	0
Květen	1111.0	76	0
Červen	1106.0	89	1
Červenec	1103.0	83	0
Srpen	1098.0	76	1
Září	1049.0	55	18
Říjen	942.0	39	37
Listopad	729.0	25	58
Prosinec	407.0	1	91

Ed Průměrná denní výroba elektrické energie [W]
 Ff Procento dnů, kdy jsou baterie plně nabitě [%]
 Fe Procento dnů, kdy se baterie vybíjí [%]



Graf 1 Měsíční výroba (PVGIS) [6]

Z grafu je patrné, že pro požadované rekreační období (duben až říjen) navrhovaný fotovoltaický systém pokryje kompletní denní spotřebu. V zimních měsících je možno navštěvovat rekreační chatu o víkendech, kdy se využije část energie z akumulátorů. Do příští návštěvy budou akumulátory opět nabity. V případě poruchy výroby elektrické energie jsou akumulátory schopny dodávat energii téměř dva dny. Dobu provozu pouze na akumulátory lze prodloužit dokoupením dalšího akumulátoru. Pro případ nouze je k systému připojen záložní zdroj energie, v tomto případě se jedná o elektrocentrálu.

6.5.1 Panely

Pro tento systém jsou zvoleny tři polykrystalické panely o celkovém výkonu 750Wp od německé firmy IBC SOLAR. Tyto fotovoltaické panely disponují účinností 15,3 %.[7]

Tabulka 6.5. Parametry panelu[7]

IBC PolySol 250MS	
Výkon panelu (Pmax)	250 Wp
Účinnost	15,30%
Výška	1.653 mm
Šířka	995 mm
Tloušťka rámu	45 mm
Váha panelu	19,0 kg
Maximální napětí systému	1.000 V
Nominální napětí (Umpp)	30,4 V
Nominální proud (Impp)	8,23 A
Napětí naprázdno (Uoc)	34,6 V
Zkratový proud (Isc)	7,17 A
Teplotní koeficient Uoc	-122 mV/°C
(Pozn.: uvedené hodnoty naměřeny při STC - 1000W/m ² ; 25°C; AM 1,5)	

6.5.2 Akumulátory

Nespotřebovanou energii systém ukládá do dvou akumulátorů a kapacitě 105 Ah. Trakční akumulátor s tekutým elektrolytem a technologií mřížkových desek představují výkonnou a cenově výhodnou alternativu. Tyto akumulátory se vyznačují robustní konstrukcí, dlouhou životností a vysokou odolností vůči cyklickému namáhání. Doporučená pracovní teplota akumulátorů je 20°.

Tabulka 6.6 Parametry akumulátoru[8]

Akumulátor Trojan 27TMX 12V 105Ah	
Hmotnost	25 kg
Kapacita	105 Ah
Napětí	12 V
Délka	324 mm
Šířka	171 mm
Výška	248 mm
Typ	údržbový

6.5.3 Regulátor nabíjení

Regulátor nabíjení je velmi důležitá část ostrovního systému. Stará se o zpracovávání energie z fotovoltaických panelů a rozděluje ji podle potřeby. Energie je buď ihned spotřebována nebo je využita pro nabíjení akumulátorů. MPPT regulátory mají nízké ztráty, lépe zpracovávají energii fotovoltaických panelů a umožňují vyšší nabíjecí proud.



Obr.10 MPPT regulátor [8]

Tabulka 6.7 Parametry MPPT regulátoru [8]

Regulátor Epsolar ET6415 60A 12-48 LAN	
Účinnost	až 97 %
Maximální výkon fotovoltaických panelů při 12 V baterii	780 W
Maximální napětí fotovoltaických panelů	150 V
Plně automatická funkce	Ano
Pasivní chlazení	Ano
RJ45 LAN konektor pro vzdálenou správu	Ano
Ochranné funkce	Ano (zkrat, přepětí, vysokému proudu, přetížení, obrácená polarita baterii i panelů)

6.5.4 Záložní zdroj elektrické energie

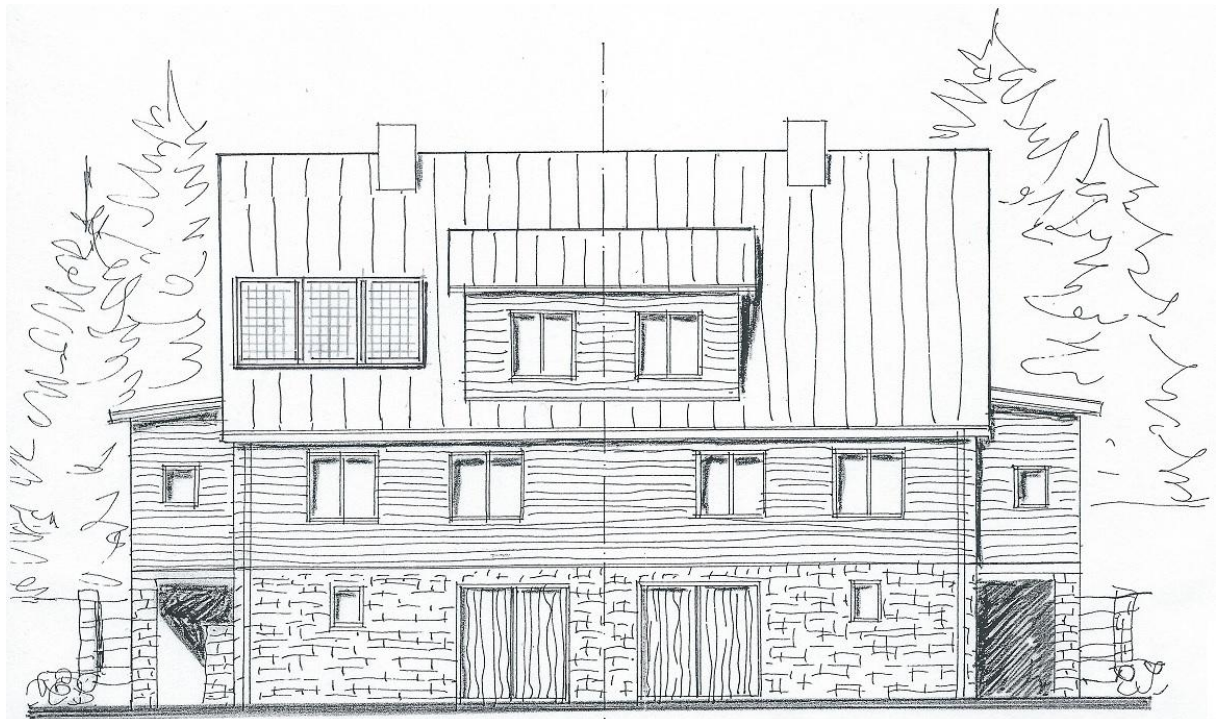
Jako záložní zdroj energie bude pro ostrovnímu fotovoltaický systém sloužit benzínová elektrocentrála o výkonu 2400 W, disponující střídavým výstupem 230 V a stejnosměrným výstupem 12 V. Elektrocentrála bude umístěna v garáži.

6.5.5 Kabely

Pro propojení všech komponentů je zapotřebí správně dimenzovaných kabelů. Z fotovoltaických panelů povedou dva lankové vodiče o průřezu 4mm^2 dlouhé přibližně 7m. Jedná se o kabely určené právě pro propojení fotovoltaických panelů a regulátoru dobíjení. Tyto kabely jsou velmi odolné vůči povětrnostním vlivům, slunečnímu záření, olejům a chemikáliím. Dále jsou zapotřebí kabely, které propojují regulátor nabíjení a akumulátory. Tyto kabely musejí být dimenzovány na vyšší proud, a proto je zvolen lankový vodič o průřezu 16mm^2 . Stejný kabel povede i do rozvodné skříně kde bude připojen ke svorkovnici.

6.5.6 Montáž fotovoltaických panelů

Pro montáž na plechovou střechu jsou zapotřebí dva podélné hliníkové nosníky o délce odpovídající šířce tří fotovoltaických panelů (2985 mm). Nosníky jsou ke střeše připevněny střešními háky, které jsou určeny pro tento typ střechy. Je důležité připevnit nosníky pevně a zároveň přesně. Na nosníky se připevní fotovoltaické panely pomocí úchyťů v jejich hliníkovém rámu. Panely jsou propojené do série. Kabely jsou vedeny skrz zeď k regulátoru nabíjení, který je umístěn na verandě. Délka kabelu je co možná nejkratší z důvodu vyhnutí se případným ztrátám v kabelech.



Obr.11 Rekreační chata s osazenými fotovoltaickými panely [4]

6.5.7 Umístění regulátoru dobíjení a baterií

Regulátor dobíjení bude umístěn na vnitřní zeď verandy zhruba ve výšce 130 cm. Toto umístění je praktické pro čtení aktuálních hodnot zobrazených na displeji. Akumulátory budou umístěny pod regulátorem dobíjení do otevíratelného a dobře větraného boxu.

7 Zhodnocení návrhu

7.1 Ekonomické

Celkové finanční náklady na vybudování fotovoltaického systému bez potřeby montážní firmy jsou 45 687 Kč. U ostrovního systému se neurčuje návratnost. Porovnání finančních nákladů na rekreační chatu s elektrickou přípojkou a ostrovního systému jsou v horizontu 15 let totožné.

Tabulka 7.1 Finanční náklady

	Typ	Cena za kus/metr [Kč]	Počet kusů/metrů	Součet
Fotovoltaický panel	IBC PolySol 250MS	5 686	3	17 058
Regulátor dobíjení	ET6415 60A 12-48V LAN	10 950	1	10 950
Akumulátor	Trijan 27TMX 12V 105Ah	5 027	2	10 054
Elektrocentrála	Asist AE8G110N-F	4 199	1	4 199
Kabel	FV 12AWG (4 mm ²)	49	14	686
Kabel	Cu 4AWG (16 mm ²)	75	8	600
Hliníkový profil	SOLAR SH 3,15m	640	2	1 280
Střešní hák	SOLAR H2/1	190	4	760
Spojovací materiál	-	100	-	100
			Celkem	45 687

7.2 Ekologické

Navrhovaný ostrovní systém vyrobí ročně 343 465 Wh elektrické energie. Energie je vyrobena naprosto nehlukně a bez vypouštění emisí. Pokud by tato energie byla vyrobena hnědouhelnou elektrárnou, spotřebovala by 1000kg hnědého uhlí a při jeho spalování by se do ovzduší uvolnily emise uvedené v tabulce. Jediné negativum solární energie spočívá v likvidaci vysloužilých panelů.

Tabulka 7.2 Emise hnědouhelné elektrárny [9]

Emise	Tuhé látky [kg/MWh]	SO ₂ [kg/MWh]	NO _x [kg/MWh]	CO [kg/MWh]	CO ₂ [kg/MWh]
Energetické uhlí	3,000	5,300	7,700	0,650	1213

Tabulka 7.3 Úspora Emisí [9]

Emise	[g]
SO ₂	1 760
NO _x	2 560
CO	210
CO ₂	410

8 Závěr

Podle mého názoru má fotovoltaika význam právě v ostrovních či kombinovaných systémech. Je to energie čistá ale pro velkovýrobu v našich podmínkách nevhodná.

Jejich velký rozmach byl v roce 2007-2010 podpořen především dotacemi a výkupem takzvané zelené energie s garantovanou výkupní cenou a následnou návratností investic. Od roku 2010 se nepřipojují další fotovoltaické elektrárny. ČEPS (Česká přenosová soustava) toto rozhodnutí zdůvodňuje obavou o stabilitu energetické sítě.

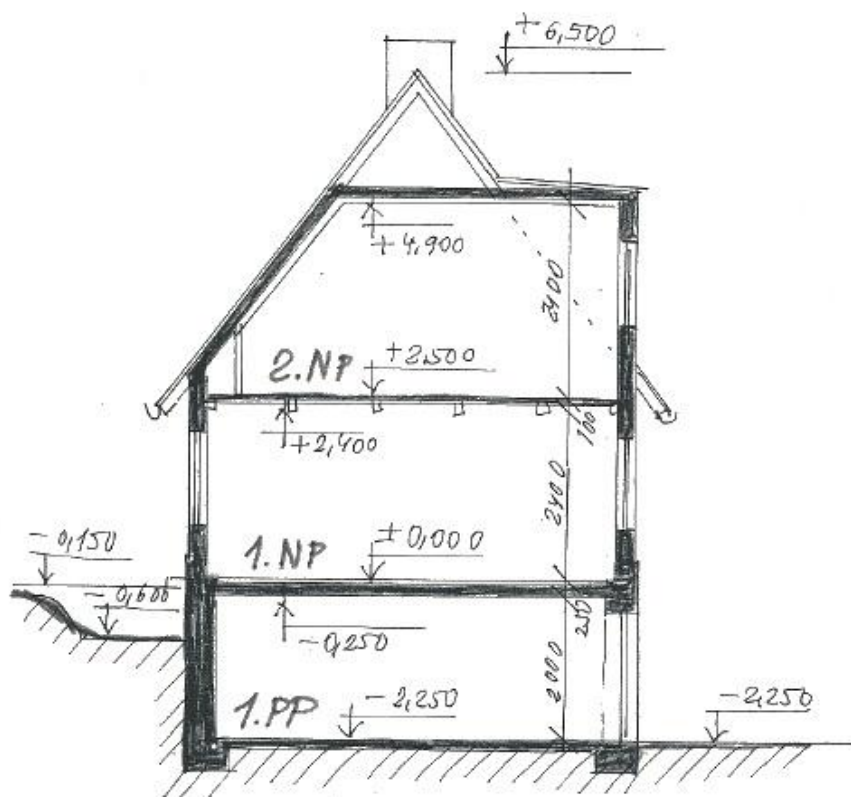
Fotovoltaické elektrárny nejsou dobrým zdrojem energie ve velkém měřítku. Technologie se stále vyvíjejí a je možné, že se do budoucna náklady na výrobu sníží a jejich účinnost se zlepší. Prozatím mají ale nízkou účinnost. Jejich nárazové výkony závislé na aktuálním počasí je těžké regulovat a při dalším navyšování počtu těchto elektráren by hrozila nestabilita sítě.

9 Seznam použitých zdrojů

- [1] <http://commons.wikimedia.org>
- [2] <http://www.czrea.org>
- [3] <http://www.cne.cz/>
- [4] Projektová dokumentace rekreační chaty
- [5] <http://www.solarnimoduly.cz/>
- [6] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>
- [7] <http://www.solarenavi.cz>
- [8] <http://www.ostrovni-elektrarny.cz>
- [9] SRDEČNÝ Karel a Truxa Jan. *Obnovitelné zdroje energie* vyd.EkoWATT 2000, středisko pro obnovitelné zdroje a úspory energie.

10 Přílohy

Projektová dokumentace



REZ A-A'

