

INOVACE KOMPOZITNÍCH FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ

MAREK BEČIČKA

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek Bečička**
Osobní číslo: **T11887**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Inovace kompozitních solárních panelů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Literární rešerše v oblasti alternativních zdrojů energie.
2. Solární energie.
3. Kompozitní materiály a jejich uplatnění v solárních panelech.

II. Experimentální část

1. Návrh technologické skladby solárních panelů z pohledu aktuálního stavu a možných inovativních změn.
2. Laminování solárních panelů.
3. Experimentální měření výkonu ve fotokomorách.
4. Vyhodnocení experimentálně získaných dat a jejich porovnání.
5. Využití solárních panelů.
6. Formulace závěru a diskuze zadaných dat.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Soňa Rusnáková, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **23. května 2014**

Ve Zlíně dne 10. února 2014

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně, dne

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

- (1) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výtěžku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je vylepšit kompozitní fotovoltaické panely z hlediska mechanických vlastností a trvanlivosti. V úvodní části se věnuji problematice alternativních zdrojů energie. V teoretické části jsem uvedl možnosti nahrazení klasickými zdroji energie, jako je atomová, tepelná, energií geotermální, větrnou, vodní, biomasa a dopodrobna se zabývající sluneční energií. Praktická část se věnuje analýze klasických fotovoltaickými panely a jejich následnou inovativní změnou. Na základě této analýzy jsou navrženy vylepšené fotovoltaické panely z hlediska lepších mechanických vlastností, trvanlivosti a montáže.

Klíčová slova: kompozitní fotovoltaický panel, mechanický, trvanlivost, alternativní

ABSTRACT

Aim of this work is to improve the composite photovoltaic panels in terms of mechanical properties and durability. In the introduction I aim on the issue of alternative energy sources. I mentioned the possibility of replacing conventional energy sources such as nuclear, thermal, geothermal, wind, hydro and biomass in the theoretical part. I focus specially on solar energy. The practical part is devoted to the analysis of common photovoltaic panel and their subsequent innovatation. Based on this analysis, photovoltaic panels will be designed to be better in terms of improved mechanical properties, durability and assembly.

Keywords: composite photovoltaic panel, mechanical, durability, alternative

Poděkování

Tímto chci poděkovat doc. Ing. Soně Rusnákové, PhD. Za trpělivost, cenné rady a konzultace spojené s touto prací. Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům v práci, že i tak v těžkých dobách, jako jsou teď, mi vycházeli vstříc, dále mé skvělé rodině.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 LITERÁRNÍ REŠERŠE V OBLASTI ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ...	12
1.1 KDY HOVOŘÍME O ALTERNATIVNÍM ZDROJI.....	12
1.2 ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE.....	13
1.3 ENERGIE BIOMASY	14
1.3.1 Rozdělení biomasy	15
1.3.2 Způsoby využití biomasy na energetické účely	15
1.4 VĚTRNÁ ENERGIE	16
1.4.1 Přeměna větrné energie na elektřinu	19
1.4.2 Technické zařízení na využití větrné energie	20
1.4.3 Typy větrných motorů	20
1.5 VODNÍ ENERGIE.....	21
1.5.1 Vodní elektrárny.....	22
1.5.2 Princip vodní elektrárny	23
1.5.3 Výhody a nevýhody	24
1.5.4 Další využití vodních elektráren	25
1.6 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	25
1.6.1 Využití geotermální energie	26
1.6.2 Druhy geotermálních elektráren.....	26
1.6.3 Výhody nevýhody geotermální energie	27
2 SOLÁRNÍ ENERGIE	28
2.1.1 Princip sluneční energie	28
2.1.2 Možnosti využívání sluneční energie.....	28
2.1.2.1 Pasivní využití sluneční energie	28
2.1.2.2 Aktivní využití sluneční energie – fotovoltaické články	29
2.1.3 Sluneční kolektor.....	29
3 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY A JEJICH UPLATNĚNÍ V SOLÁRNÍCH PANELECH (SKLADBA PANELU, SENDVIČ)	31
3.1 SOLÁRNÍ PANELE	31
3.2 KONSTRUKCE PANELŮ.....	31
3.3 SLOŽENÍ SOLÁRNÍHO ČLÁNKU	34
3.4 KRYSTALICKÉ OBJEMOVÉ MATERIÁLY	35
3.5 TENKOVROSTVÉ MATERIÁLY	37
II EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	38
1 NÁVRH TECHNOLOGICKÉ SKLADBY SOLÁRNÍCH PANELŮ Z POHLEDU AKTUÁLNÍHO STAVU A MOŽNÝCH INOVATIVNÍCH ZMĚN	40

1.1	STANDARDNĚ POUŽÍVANÁ EVA FÓLIE PRO SOLARNÍ PANELE NA POLNÍ FVE	40
1.2	PORTFOLIO INOVATIVNÍCH MATERIÁLŮ PRO FOTOVOLTAICKÉ SOLÁRNÍ MODULY	41
1.3	POŽADAVKY NA TENKÝ FILM FOTOVOLATICKÉHO MODULU	42
1.4	IONOMER	42
2	LAMINOVÁNÍ SOLÁRNÍCH PANEŮ	49
3	EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ VÝKONU VE FOTOKOMORÁCH.....	51
3.1	VA ANALÝZA – FLASH TEST	51
4	VYHODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNĚ ZÍSKANÝCH DAT A JEJICH POROVNÁNÍ	54
5	VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH PANEŮ	55
6	FORMULACE ZÁVĚRU A DISKUZE ZADANÝCH DAT	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	58
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
	SEZNAM TABULEK	62
	SEZNAM PŘÍLOH	63

ÚVOD

Tato bakalářská práce pojednává o inovaci kompozitních solárních panelu. V úvodu nás obeznámím s problematikou alternativních zdrojů energie, a jaké typy alternativních zdrojů máme.

Přírodní zdroje energií se dělí na obnovitelné a neobnovitelné. Toto rozdělení je však používáno hlavně z ekonomického hlediska. Dalo by se říct, že všechny zdroje energie jsou nevyčerpatelné, protože například i uhlí se tvoří v hlubinách země znovu a znovu, obdobně je na tom pak i ropa, nebo zemní plyn atp. Člověk však tyto zdroje čerpá tak rychle, že se ani zdaleka nestačí obnovovat. Na druhou stranu o sluneční energii jako takové a jejím zařazení mezi obnovitelné zdroje lze také spekulovat, protože slunce také jednoho dne zanikne, avšak nikdo z nás se toho nedožije.

V rámci své bakalářské práce jsem se soustředil na oblast kompozitních solárních panelů z hlediska vývoje nových materiálů pro vylepšení jejich mechanických vlastností, trvanlivostí a prodloužení životnosti. Nebudeme tedy tyto energie rozdělovat a budeme se jim věnovat konkrétně.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LITERÁRNÍ REŠERŠE V OBLASTI ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ

S pojmem „alternativa“ se setkáváme v řadě oborů lidské činnosti. Známe alternativní hudbu, kulturu, názor, postup apod., ale také alternativní zdroje energie. Jsou to zdroje, které stojí na okraji zájmu výrobců, distributorů i spotřebitelů energie. Svým podílem na celkové energetické spotřebě jsou v menšinovém (až zanedbatelném) poměru vůči hlavním zdrojům. To však neznamená, že nemá smysl se podobnými zdroji zabývat. Právě naopak! Důvodů je mnoho. Spotřeba neobnovitelných zdrojů energie (především fosilních paliv) neustále roste se všemi negativními důsledky pro životní prostředí a zdraví obyvatel. Jaderná energetika se přílišnému zájmu a důvěře obyvatel také netěší. Rozvoj společnosti, techniky, vědy, průmyslu a tedy i růst životní úrovně je doprovázen růstem spotřeby energie. Narážíme však na strop možnosti rozvoje z hlediska čerpání přírodních zdrojů (paliv a dalších surovin) a znečišťování životního prostředí. Chceme-li Zemi obývat i nadále, musíme se přizpůsobit a další rozvoj společnosti postavit na principech tzv. trvale udržitelného rozvoje.

Jedním z principů trvale udržitelného rozvoje je i zvýšení podílů tzv. alternativních resp. obnovitelných zdrojů energie. Musíme mít na mysli i skutečnost, že hospodářský růst a tedy i nárůst spotřeby energií čeká i dnes rozvojové země, které s největší pravděpodobností sáhnou k tomu nejjednoduššímu, tj. k fosilním palivům. Možná právě proto by měl technicky vyspělý svět hledat alternativy, a v celosvětovém měřítku tak přispívat ke snižování resp. spíše ke stagnaci spotřeby fosilních paliv.

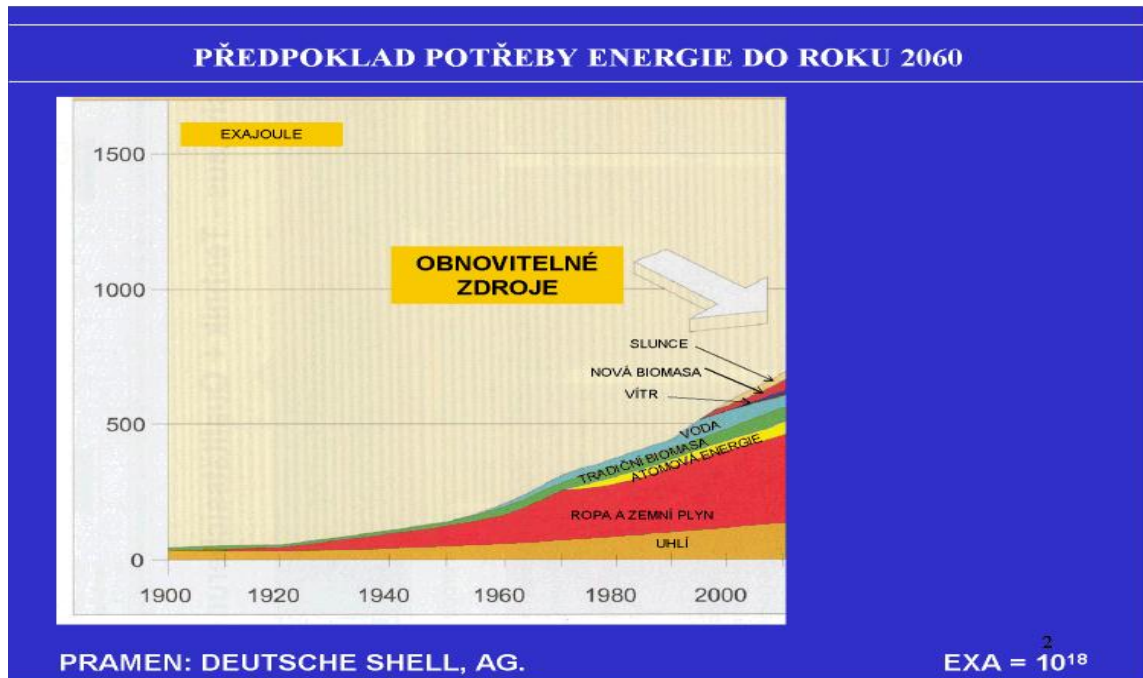
1.1 KDY HOVOŘÍME O ALTERNATIVNÍM ZDROJI

Pro správné pochopení je potřeba upřesnit dva pojmy. Existuje nějaký rozdíl mezi pojmy alternativní a obnovitelný zdroj? Jako alternativní zdroj můžeme označit takový typ zdroje nebo technologii (může se jednat i o nové způsoby využití klasických zdrojů), který je vůči majoritně využívaným zdrojům energie (alternativou). Mezi majoritně využívané zdroje patří fosilní paliva, atomová energie, ale i energie vodní.

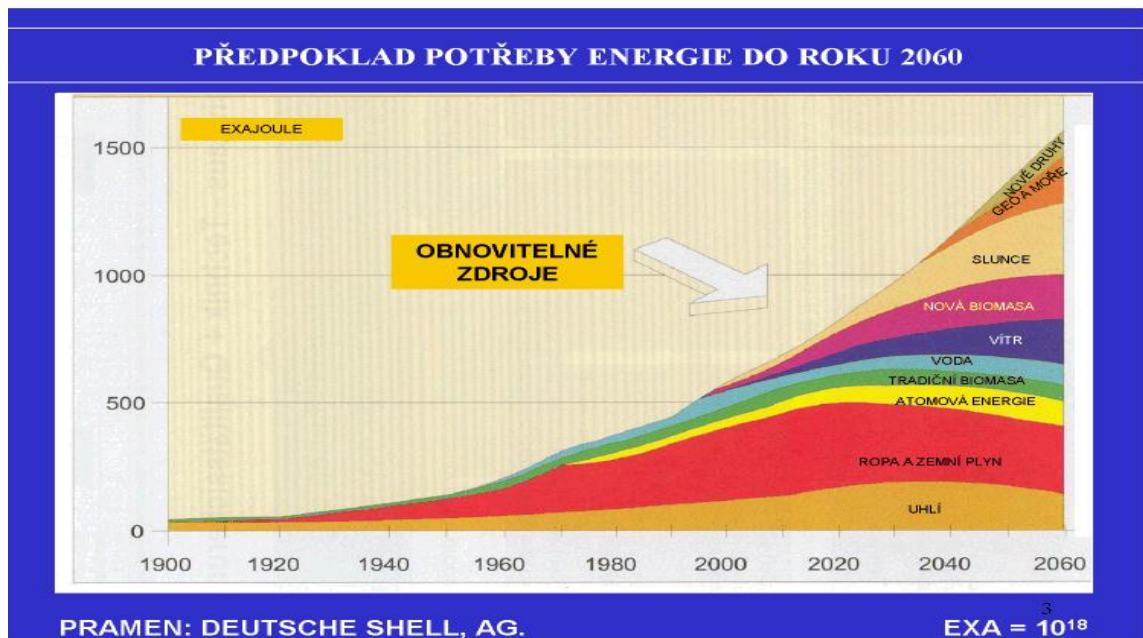
Jako „alternativní“ bývají označovány zdroje, které nezískávají energii spalováním fosilních paliv, nebo termojadernou reakcí. Jejich charakteristickými znaky jsou ekologická šetrnost a obnovitelnost. Pro praktičnost uvedeme skupinu základních obnovitelných zdrojů.

1.2 ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE

Energie biomasy, větrná, vodní, sluneční.



Obr. 1 - Předpoklad potřeby energie do roku 2020



Obr. 2 - Předpoklad potřeby energie do roku 2060

1.3 Energie biomasy

Získané energie z biomasy patří mezi nejstarší energetické technologie využívané lidmi. Biomasa byla využívána na získání tepla a světla už v době kamenné a na následujících víc jak 400 000 roků se stala nejdůležitějším zdrojem energie. Až po nástupu využívání fosilních paliv a elektrifikace v moderních krajinách biomasa ztratila svoje vedoucí postavení. V rozvojových krajinách však zůstává nadále hlavním energetickým zdrojem. V současnosti vzhledem na negativní dopady využívání fosilních paliv na životní prostředí a neobnovitelnosti těchto zdrojů dostává biomasa druhou šanci stát se opět důležitým energetickým zdrojem. V blízké budoucnosti bude zastávat významné místo v palivové energetice základní i v rozvinutých krajinách.

Biomasa je biologický materiál vhodný na energetické využití, který se tvoří v přírodě nebo je vyprodukovaný činností člověka. Je to zakonzervovaná slunečná energie, kterou rostliny díky fotosyntéze přemění na organickou hmotu. Ta, či už jako dřevo, rostliny anebo jiné polnohospodářské produkty, vrátne exkrementy užitkových zvířat, dokáže vhodnou konzervací poskytnout užitečné formy energie – elektrickou energii, teplo i kapalné paliva pro motorové vozidla. Biomasa patří mezi nejvýznamnější obnovitelné energetické zdroje a je významným energonosičem, který může do značné míry nahradit fosilní paliva. Zároveň je to domácí energetický zdroj, jehož objem produkce paliva a i jeho cenu je možno dostatečně přesně odhadnout do budoucnosti. Význam biomasy je velký i vzhledem k poměrně rozsáhlým množstvím, které jsou k dispozici, k možnostem jejího skladování a vzhledem k jejímu příspěvku k zlepšení bilance emisí oxidu uhličitého (CO_2). Biomasa má tedy nezastupitelnou úlohu ve snižování skleníkových plynů, ze kterých nejvýznamnější je CO_2 . Vegetací rostlin dochází k odčerpávání CO_2 , čímž dochází ke snižování jeho koncentrací v ovzduší. Biomasa má význam nejenom jako zdroj energie, ale může mít stejně důležité a rozhodující postavení v sociálně ekonomických aspektech, hlavně na výdechu, protože rozvojem jejího energetického využívání se otvírají možnosti na vytváření velkého množství nových trvalých pracovních příležitostí a současně tak umožní i systematickou údržbu krajiny.

Největší množství energie se spotřebovává právě na produkci tepla, více než na výrobu elektřiny nebo zabezpečení dopravy. Biomasa má obrovský potenciál nárůstu využití a mohla by nahradit podstatné množství fosilních paliv a elektřiny v současnosti používaných na vytápění. [1]

1.3.1 Rozdělení biomasy

Všechnu biomasu vhodnou na produkci energií je možné začlenit do pěti základních skupin:

1. fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy,
2. fytomasa olejnatých plodin,
3. fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru,
4. organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu,
5. směs různých organických odpadů

Pro produkci energií je přitom možné využívat:

- biomasu záměrně pěstovanou na tento účel:
 - na výrobu etylalkoholu (cukrová řepa, obilí, brambory, cukrová třtina)
 - na výrobu surových rostlinných olejů a metylesteru (olejniný - řepka olejná)
 - na přímé spalování (energeticky rychle rostoucí dřeviny - vrba, topol, akát a jiné);
- biomasu odpadní:
 - rostlinné z výšky z polnohospodářské prvovýroby a údržby krajiny (kukuřičná a obilná sláma, řepková sláma, zbytky z lučních a pasekových areálů, zbytky po likvidaci křovin a lesních náletů, odpady ze sadů a vinic), o odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovu hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z příbuzných zpracovatelských kapacit.
 - komunálně organické odpady z vědeckých sídel (kaly z odpadových vod, organický podíl tuhých komunálních odpadů, odpady z údržby zeleně a travných porostů)
 - organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob (odpady z převážek zpracujících a skladujících rostlinou produkci, odpady z mlékáren, odpady z lihovaru a konzerváren)
 - lesní odpady - dendromasa (dřevní hmota z lesa, kůra, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, manipulační odřezky a pod.). [1]

1.3.2 Způsoby využití biomasy na energetické účely

Možnosti využití biomasy na energetické účely předurčují hlavně její fyzikální a chemické vlastnosti. Velmi důležitým parametrem je vlhkost, resp. obsah sušiny v biomase. Hodnotu 50 % sušiny je možné považovat za hraniční mezi procesními mokkými (obsah sušiny je menší jako 50 %) a suchými (obsah sušiny je vyšší jako 50 %). Podle principu

samotné konzervace energie je možné definovat mnoho způsobů získávání energie z biomasy :

- a) termochemická přeměna biomasy (suché procesy):
 - spalování,
 - zplyňování,
 - pyrolýza;
- b) biochemická přeměna biomasy (mokrý procesy):
 - alkoholické kvašení,
 - metanové kvašení;
- c) fyzikální a chemická přeměna biomasy:
 - mechanická (štěpení, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí atd.),
 - chemická (esterifikaci surových rostlinných olejů);
- d) získávání odpadového tepla při zpracování biomasy (například při kompostování, aerobním čištění vod, anaerobní fermentací apod.).

Existuje teda vícero způsobů využití biomasy na energetické účely, v praxi převládají při suchých procesech různé formy spalování, při mokřích procesech výroba bioplynu anaerobní fermentací. Z ostatních způsobů nejmíň výroba metylesteru z bioolejů. [1]

1.4 Větrná energie

Má vysoký potenciál využitelnosti, proto stojí za podrobnější obecné pojednání. Vítr vzniká vlivem nerovnoměrného ohřevu zemského povrchu slunečním zářením, jehož energie představuje 10^{20} J. Kinetická energie akumulovaná ve vzduchu je přibližně 1 % slunečné energie. Suché části povrchu se ohřívají o mnoho rychleji než vlhké plochy. Od ohřátého povrchu se ohřívá i přilehlá vrstva vzduchu a teplý vzduch má snahu stoupat vzhůru, protože je lehčí než studený vzduch.

Vítr je tedy jev způsobený povrchem země, ale neomezuje se jen na malou výšku, zasahuje do výšek středních a končí ve velkých výškách. Přízemní vítr nad pevninou je velmi silně ovlivněný tvarem povrchu na rozdíl od moře a pobřežní části pevniny. Vedle směru větru, který je nerovným zemským povrchem podstatně měněný, vznikají těsně při povrchu víry, které způsobují, že vítr nad pevninou je nestálý, co se týká intenzity rychlosti, ale i směru. Nad mořem a přilehlým pobřežím jsou tyto změny směru a intenzity o mnoho menší. [1]

Celosvětový potenciál energie větru se odhaduje na 50 000 TWh za rok. Instalovaný výkon větrných elektráren ve světě dosáhl ke konci roku 2013 hodnotu 300GW. Vedoucí postavení má Německo so 18 428 MW. Tento rozmach je výsledkem účinné stimulační legislativy, environmentálního vědomí obyvatelstva, zájmu o nové a progresivní způsoby výroby elektrické energie a příznivého ekonomického prostředí v Německu. V roce 2004 vstoupil v Německu do platnosti zákon o obnovitelných zdrojích energie (EEG), který stanovuje pevné výkupní ceny pro jednotlivé zdroje na bázi obnovitelné energie. Konkrétní podmínky poskytují záruku pro rozvoj a ekonomicky efektivní převodku větrných elektráren na dlouhý čas.

Rozhodujícím faktorem využívání větrné energie je průměrná rychlost větru za rok. Výstavba větrných elektráren se stává efektivní i pro lokality s nižší rychlostí větru. Dlouhoroční zkušenosti z celého světa ukazují, že stavba větrné elektrárny se vyplatí v místech, kde je průměrná rychlost větru za rok aspoň $4,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a víc. (Marko, 1989) Ideální větrné podmínky však poskytují mořské pobřeží, kde průměrná rychlost větru běžně dosahuje 8 až $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Většina přímořských států proto realizuje a připravuje projekty větrných farem (parků) jednak na břehu, ale hlavně v mořských vodách (offshore), kde jsou větrné elektrárny umístěné ve vzdálenosti 10 až 30 km od břehu.

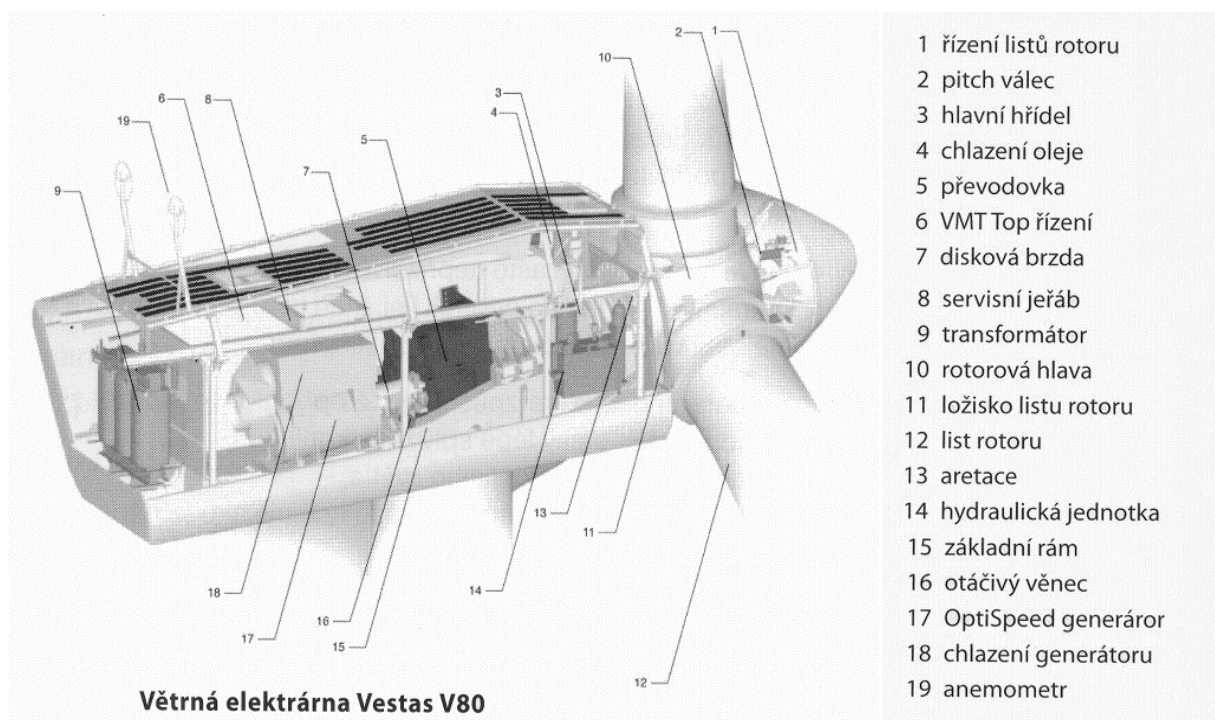


Obr. 3 - Offshore větrné elektrárny

V současnosti je největší projekt tohoto typu realizovaný při dánském pobřeží. Větrná farma HomsRev má tvar obdélníku. V každém z desátých řad je umístěných osm větrných elektráren spojených jedním kabelem. Všechny kabely jsou vyvedené do trafostanice, nacházející se v blízkosti větrné farmy. Elektrická energie je potom 15 km dlouhým kabelem uloženým na dně moře odvedené do sítě. Všechny jednotky pracují v automatickém režimu, v případě potřeby je možno odpojit z řídicí centrály. [1]

Ve vzdálenosti 560 m od sebe jsou instalované větrné elektrárny Vestas V80 s výkonem 2 MW a s průměrem rotoru 80 m. Farma zabírá plochu 20 km². Turbíny jsou ukotvené na dně moře v hloubce 6,5 až 13,5 m pomocí monolitického ukotvení jedním pilotem s hmotností 180 až 230 t v závislosti od hloubky mořského dna.

První zkušenosti ukazují, že je možné udržovat v oběhu všech 80 turbín současně. Dosud byl dosažen maximální výkon 140 MW a za rok oběhu vyrobila větrná farma Viajako 300 GWh elektrické energie. Během prvního roku oběhu dosáhla většina turbín využitelnosti více než 5 000 hodin.



Dopady větrné farmy na životní prostředí se stále sledují. Lokalita výstavby je vybraná tak, aby se nenacházela v oblasti migrace živočichů a byla také mimo oblasti s vysokou frekvencí dopravy. (Mariáš, 2003) Velikosti instalovaných generátorů větrných elektráren rok od roku roste. Čímž v roce 1998 byl převládající jednotkový výkon generátorových agregátů 600 až 800 kW, dnes jsou už výkony 2 až 3,5 MW. Ze současného pohledu považují

odborníci za hraniční výkon generátorových agregátů okolo 5 MW s průměrem rotoru do 150 m, především pro větrné farmy umístěné v mořských vodách. [1]

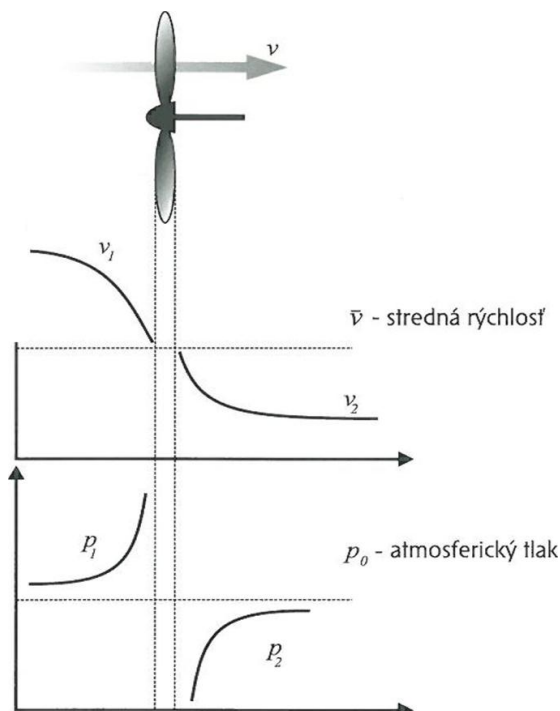


1.4.1 Přeměna větrné energie na elektřinu

Působením proudu vzduchu na listy větrné turbíny vzniká aerodynamická síla, která je příčinou rotačního pohybu turbíny. Rotační pohyb turbíny se využívá na pohon generátoru vhodného typu, který je přímým zdrojem elektrické energie. [1]

Čím je průměrná rychlost proudění vzduchu vyšší, tím je i aerodynamická síla působící na listy turbíny větší. Proto je průměrná rychlost proudění vzduchu považována za jeden z nejdůležitějších parametrů na posouzení vhodnosti výstavby větrných elektráren.

Maximální výkon, který můžeme získat z energie větru, určíme podle Bernoulliho rovnice.



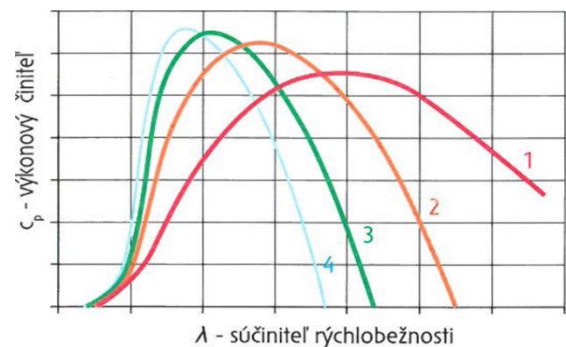
Výpočet tlaku při uvažování proudění vzduchu:

$$p = \frac{F}{S} = m \cdot \frac{a}{V} = p \cdot a$$

1.4.2 Technické zařízení na využití větrné energie

Větrné motory transformují kinetickou energii vzduchu na energii mechanickou. Obdobně jako všechny energetické stroje rozdělujeme ji podle různých kritérií: [1]

- a) Podle aerodynamického principu na odporové a vztlakové.
- b) Podle polohy osy otáčení:
 - s horizontální osou otáčení,
 - s vertikální osou
- c) Podle součinitele rychloběžnosti λ :
 - pomaloběžné
($\lambda < 1,5$ $z = 6-40$)
 - středně-rychloběžné
($\lambda = 1,5 - 3,5$ $z = 4-6$)
 - rychloběžné
($\lambda > 3,5$ $z = 1 - 3$)



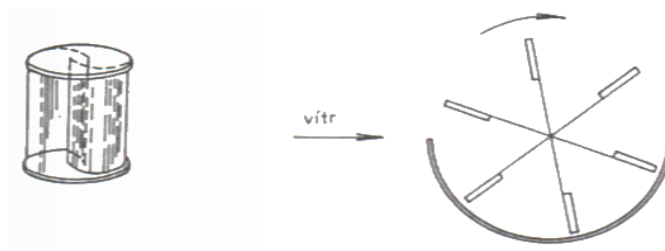
1.4.3 Typy větrných motorů

Základní typy a jejich rozdělení. Větrné motory se dělí z mnoha hledisek, základní dělení je podle aerodynamického principu[1]

- motory odporové (patří mezi nejstarší, mohou mít vodorovnou i svislou osu otáčení)
- motory vztlakové
 - vrtule a větrná kola s vodorovnou osou
 - rovinou otáčení jsou orientovány kolmo ke směru větru

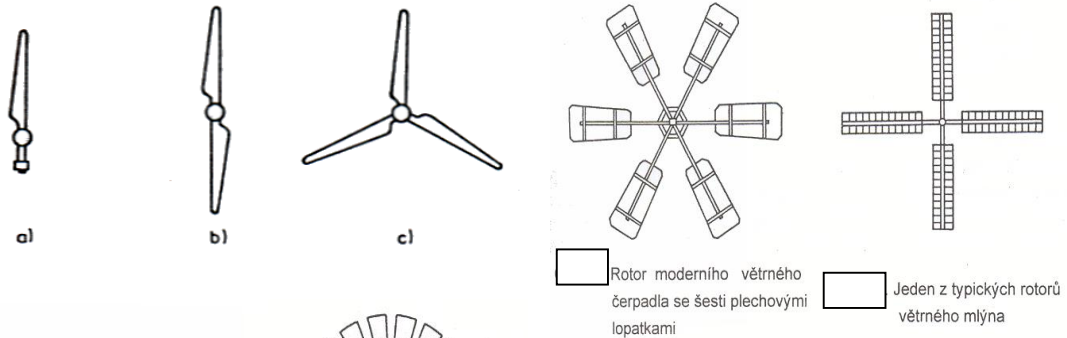
Větrné motory odporové:

- plocha nastavená proti větru mu klade aerodynamický odpor, proud vzduchu zpomaluje a na plochu je vyvozována síla, která je mechanicky přeměňována na rotační pohyb rotor Savonius (rotor s krycím štítem)

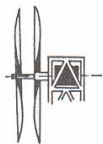


Větrné motory vztlakové:

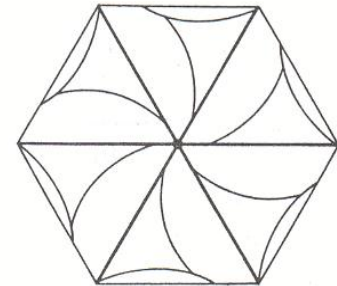
- vrtule se nejčastěji vyskytují ve dvou nebo třílístém provedení
- čtyřlísté vrtule se využívají spíše z technologických důvodů v souvislosti s výrobou hlavy rotoru



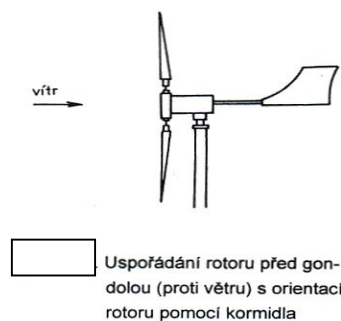
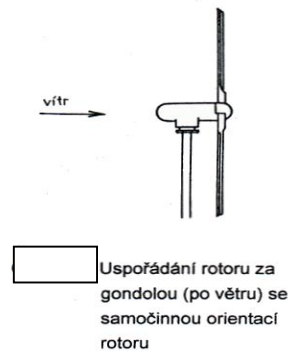
Obr. 3.5. Uspořádání protiběžných rotorů větrné elektrárny



Obr. 3.6. Větrné kolo tzv. amerického větrného motoru s větším počtem lopatek



Plachtový rotor větrného čerpadla používaný na Krétě



1.5 Vodní energie

Nejdříve v historii se začala používat síla vody, která je opět obnovitelným zdrojem energie. Na počátku šlo jen o dopravu po řekách, až později člověk vynalezl vodní kolo, ale i to sloužilo na přečerpávání vody, čili to byl spotřebič a ne zdroj energie. Voda na zavlažování se přečerpávala do výše položené nádrže a odtud se samospádem rozváděla na pole. Zbytky hrází prvních nádrží v oblasti Persie se datují do období asi 4000 let před našim letopočtem. Jde však o zavlažovací nádrže, kde se zřejmě ještě nevyužívaly zařízení na využívání energie vody. Podle současných poznatků však vědci tvrdí, že bez vodního kola načerpání vody by nemohly být zavlažované, a tedy ani udržované také velké Semiramidiny

visuté zahrady v Babylonu, o jakých historie říká. Tyto zahrady byly jedním ze sedmi divů světa. [1]

Energetické využívání vody

Začátek využívání síly vody pro energetické účely sahá do roku 135 před n.l., když Ctebius (Kteribius Alexandrijská) vynalezl lopatkové vodní kolo. Na začátku křesťanské éry se vodní kolo začalo používat na pohon mlýnů v blízkém Orientu až 260 až 300 let n.l. jsou známy historické podklady o velkomlýně při Arles ve Francii, která využívá spád 18 m ve dvou paralelních kanálech s celkově osmnácti vodními koly. [2]

Nejčastěji se nyní využívá vodní energie v hydroelektrárnách. V první etapě rozvoje elektrizace na počátku 20. století došlo u nás i v jiných evropských státech k výstavbě velkého počtu malých vodních elektráren. V roce 1930 již bylo na území České republiky v provozu 14 882 takovýchto vodních děl, z nichž značná část vyráběla primárně nebo doplňkově elektrickou energii.

1.5.1 Vodní elektrárny

Elektrická energie vzniká díky přeměně vodního toku ve vodních elektrárnách. Těch je několik typů, zásadní princip je ovšem u všech stejný.

Rozdělení:

a) Podle způsobu provozu

- průtočné – voda neopouští koryto řeky
- akumulární – využívají řízený odběr vody z akumulární nádrže

b) Podle způsobu přívodu vody k turbíně

- přehradní a jezové – soustřeďují energii pomocí vzdouvacího zařízení
- derivační – voda do turbíny je odváděna přivaděčem (kanál, trubka, potrubí)
- přečerpávací (akumulární) – v době přebytku elektrické energie čerpají vodu zpět do horní nádrže

c) Podle využití měrné energie

- rovnotlaké – turbína s volným odpadem vody
- přetlakové – se sníženým tlakem

d) Podle velikosti spádu

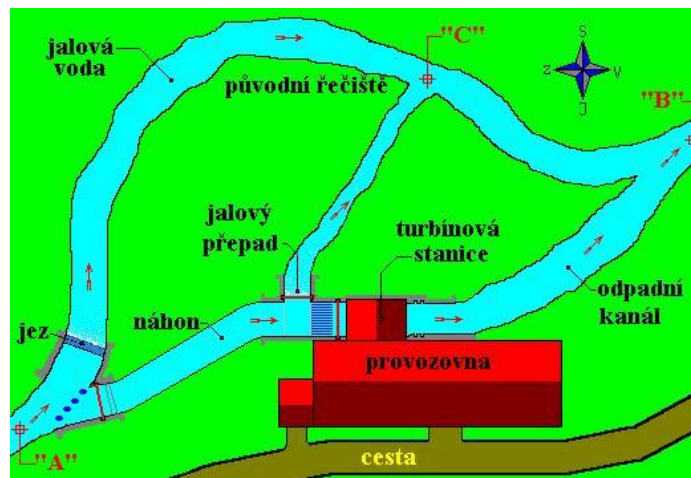
- nízkotlaké – spád menší než 15 m
- středotlaké – spád v rozmezí 15 až 30 m
- vysokotlaké – spád větší než 30 m

e) Podle velikosti výkonu

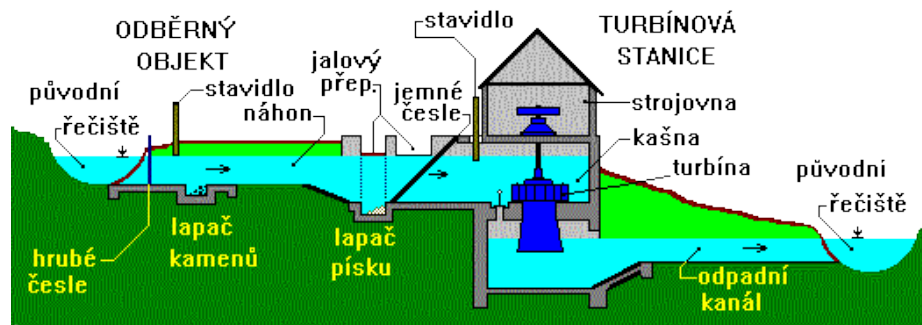
- drobné elektrárny – do 0,2 MW
- malé elektrárny – do 2 MW
- střední elektrárny – do 20 MW
- velké elektrárny – nad 20 MW

1.5.2 Princip vodní elektrárny

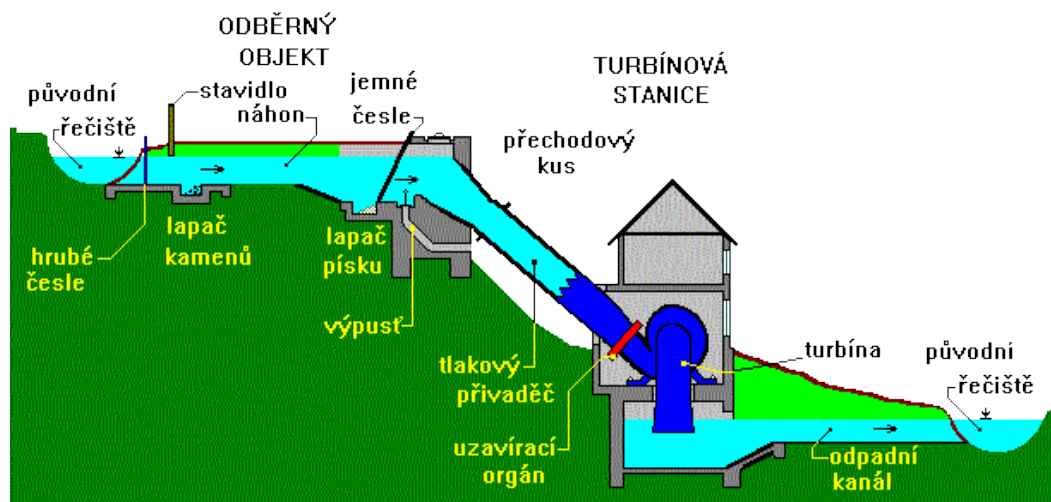
Priváděná voda dopadá na lopatkové kolo, předá mu část své energie, roztočí ho a přes hřídel se krouticí moment přeneše k turbíně, která pomocí generátoru produkuje elektrickou energii do sítě.



Obr. 1 - Derivační vodní elektrárna



Obr. 4 - Nízkotlaká vodní elektrárna



Obr. 5 - Vysokotlaká vodní elektrárna

1.5.3 Výhody a nevýhody

K největším výhodám patří jejich ekologický dopad na životní prostředí (neznečišťují životní prostředí, ovzduší), využívají obnovitelnou energii vody. Nezatěžují krajinu těžbou, dopravou paliv a surovin, jsou bezodpadové a relativně bezpečné. V případě záplav mohou pomoci zmírnit hrozivé následky. V dnešní době jsou plně automatizované, je možné je ovládat na dálku a uvedení do stavu chodu i odstavení je velmi rychlé (řádově sekundy), což je dobré pro okamžité vyrovnání rozdílu mezi aktuální spotřebou a výrobou elektrické energie v síti. Jsou ovšem závislé na stabilním průtoku vody, brání běžnému říčnímu provozu a náklady na výstavbu jsou vysoké. Okolí přehrady se dá velmi dobře využít k rekreačním účelům a všem činnostem s tím souvisejících. [3]

1.5.4 Další využití vodních elektráren

- Energie moří a oceánů
- Využití mořských vln
- Využití mořského příboje
- Využití mořského proudu
- Přílivové elektrárny

1.6 Geotermální energie

Zdrojem geotermální energie jsou termální vody, které slouží např. k vytápění domů, skleníků apod. Lze-li vrtty zachytit vody nebo horké páry s teplotou nad 150 °C, lze je přímo využít v geotermálních elektrárnách.

Dalším důležitým pojmem je geotermika, která patří do odvětví geofyziky. Geotermikou se zkráceně rozumí nauka o tepelných procesech uvnitř Země. Zkoumání těchto tepelných procesů lze následně využít při studiu využití geotermální energie. Geotermika je odvětví geofyziky zaměřená poznání tepelného stavu Země (zvláště jejího tepelného toku). Její praktický význam spočívá v možnosti využití tepelné energie Země (geotermální energie) pro výrobu elektrické energie. Teplota Země se mění hloubkou. Bývá vyjadřována buď jako geotermický stupeň (hloubka v metrech, při které se teplota zvýší o 1°C, obvykle to bývá 15 až 50 metrů, v průměru 30 až 33 m) nebo jeho převrácená hodnota, nazývaná geotermický neboli teplotní gradient (udává se buď v mK.m⁻¹ nebo v stupních Celsia x km⁻¹). Uvnitř Země geotermický gradient s rostoucí hloubkou postupně klesá.

„Geotermální energie je „trvalý“ tok geotermálního tepla z hloubky naší Země, který probíhá několikmiliard let, prakticky již od jejího vzniku. Zájem o geotermální teplo souvisí především se snahou omezit emise oxidu uhličitého využíváním čisté ekologické energie v souvislosti s globálním oteplováním a s dalším úsilím o trvale udržitelný rozvoj naší planety. Podnětem zvýšeného zájmu o geotermální energii bylo i několik stadií ropné krize v druhé polovině 20. století a obavy z vyčerpávání klasických energetických zdrojů. Toto teplo se však lidstvo zatím nenaučilo dostatečně intenzivně využívat.“(Ing. Vlastimil Myslík, CSc).

První využití geotermální energie k výrobě elektřiny v roce 1904. [4]

1.6.1 Využití geotermální energie

Tuto energii lze v příznivých podmínkách využívat k vytápění nebo výrobě elektřiny v geotermálních elektrárnách. Takové využití je ale většinou technologicky náročné, protože horká voda z vrtů je obvykle silně mineralizovaná a zanáší technologická zařízení, což má za následek nutnost časté výměny potrubí a čištění systému. Navíc je dostatečný tepelný spád obvykle zároveň spojen s geologickou nestabilitou oblasti, v níž se nachází, což klade vysoké nároky na kvalitní stavbu schopnou odolávat zemětřesením.

V rozsáhlejším měřítku se tato energie využívá např. na Islandu, kde se využívá pro vyhřívání obytných domů, skleníků, veřejných budov, bazénů, pro vyhřívání chodníků, aby se v zimě nemusely příliš upravovat a dokonce i pro pěstování banánů či jiného jižního ovoce. Uvádí se, že geotermální energie se podílí až z 85 % na vyhřívání islandských domů.

Další země, které geotermální energii ve větším využívají jsou USA, Velká Británie, Francie, Švýcarsko, Německo a Nový Zéland. Geotermální pumpy je možno využít k ohřívání i chlazení individuálních domků. Jedná se o využití zemního tepla (či v létě chladna), které se nachází v hloubce 2-3 metrů a zůstává stabilní během roku.

Geotermální elektrárna Nesjavellir ležící v národním parku Þingvellir je největší svého druhu na Islandu, produkuje 120 MW elektrické energie a zároveň ohřívá 1800 litrů vody za minutu.



1.6.2 Druhy geotermálních elektráren

Dnes se využívají tři druhy elektráren :

- na suchou páru - systém suché páry používá přímo páru získanou ze země na pohon turbíny
- na mokrou páru a horkovodní (binární) - systém mokré páry nechá nejprve horkou vodu přeměnit v páru a ta pak slouží k pohonu turbíny.
- horkovodní (binární) systém použije vodu s nízkou teplotou, která předá ve výměníku teplo organické kapalině (např. propan, isobutan a freon) s nižším bodem varu, a teprve její pára pak pohání turbínu.

První geotermální elektrárna byla otevřena v Larderello, Itálie už v roce 1904. V roce 2010 byla celosvětová instalovaná kapacita geotermálních elektráren 10 715 MWe, z toho nejvíce absolutně nejvíce v USA - 3 086 MWe.^[5] V roce 2008 geotermální elektrárny vyrobily 60 435 milionů kWh elektrické energie.^[6] Absolutně nejvíce elektrické energie bylo opět vyrobeno v USA, relativně nejvíce pak na Islandu a v Salvadoru, kde geotermální elektrárny vyrobily čtvrtinu elektrické energie. [7]

1.6.3 Výhody nevýhody geotermální energie

Výhody:

- úspora fosilních paliv
- žádné negativní vlivy na životní prostředí

Nevýhody:

- lokální zdroj energie
- nesnadný přístup ke zdroji

2 SOLÁRNÍ ENERGIE

Sluneční energie (sluneční záření, solární radiace) představuje drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá. Vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, je tento zdroj energie označován jako obnovitelný. S využitím solární energie je rozdíl mezi přímým a nepřímým solární energie. Při používání přímé sluneční energie, je příchozí sluneční záření přímo používají elektrárny. V nepřímé solární energie je solární energie přeměněna na teplo přirozenou přeměnou jiné formy energie, jako je vítr, voda z řek nebo růst rostlin. Tyto přímé formy solární energie mohou být použity podle technických systémů v tahu. Vzhledem k tomu, solární energie je nejvýznamnějším obnovitelným zdrojem energie

2.1.1 Princip sluneční energie

Elektrická energie získaná přímou přeměnou slunečního záření je známa již z 19. století. Rozvoj aplikací fotovoltaického jevu byl a je závislý na technické úrovni a znalostech především z ohlasů fyziky polovodičů. Vlastní fotovoltaické systémy pak představují spojení fotovoltaických součástek do řetězce, na jehož konci jsou elektrické spotřebiče, vykonávaná

2.1.2 Možnosti využívání sluneční energie

2.1.2.1 Pasivní využití sluneční energie

Pasivní využívání znamená, že energii slunce sice využíváme, ale nesnažíme se ji aktivně získat. Sluneční záření se mění na teplo pomocí stavebního řešení budovy, obdobně jako u skleníků či fóliovníků. Množství získané energie závisí na poloze, architektonickém řešení budovy a použitých materiálech. Ideálním materiálem je sklo s reflexní folií, která zabraňuje zpětnému vyzařování tepla ven z místnosti a v létě zabraňuje přehřívání. V zahraničí byla vyvinuta transparentní tepelná izolace, která umožňuje pronikání slunečního záření. Je vyrobena z polykarbonátových trubiček. Cena izolace je bohužel poměrně vysoká, a tak se zatím v praxi příliš neuplatňuje. V poslední době se velmi prosazují zimní zahrady. Tyto prosklené místnosti nejsou vytápěny, ale pomocí slunečního záření přehřívají čerstvý vzduch. Navíc snižují tepelné ztráty přilehlých zdí téměř na nulu a jsou pěkným architektonickým doplňkem domu.

2.1.2.2 Aktivní využití sluneční energie – fotovoltaické články

Velkou výhodou tohoto využití sluneční energie je, že ve fotovoltaických článcích dochází k přímé přeměně sluneční energie na energii elektrickou. Bohužel účinnost této přeměny je asi 10-15%. Další nevýhodou je poměrně vysoká cena fotovoltaických článků, která je mimo jiné způsobena tím, že na výrobu se spotřebuje velké množství energie. Ale i přesto se najdou případy, kde je výhodné použít fotovoltaické články. Je to převážně tam, kde je spotřebič (např. osvětlení, nebo vysílač) příliš vzdálen od rozvodů elektrického napětí.

2.1.3 Sluneční kolektor

Zařízením k přímé přeměně sluneční energie na teplo se říká různě - fototermická, solární, sluneční. Jejich základem je **solární (sluneční) kolektor**, který záření shromažďuje, pohlcuje a mění je na teplo, odváděné pomocí kapaliny nebo vzduchu k místu využití nebo uložení. Název "kolektor" bychom mohli nahradit výstižným českým slovem "sběrač". Z předchozích článků víme, že průměrná intenzita slunečního záření je u nás kolem 620 W/m^2 , každou sekundu bychom tedy mohli získat z metru čtverečního energii 620 J. Čím větší bude plocha, ze které kolektor "sbírá" energii, tím víc jí budeme mít k dispozici .

Konstrukce kolektoru

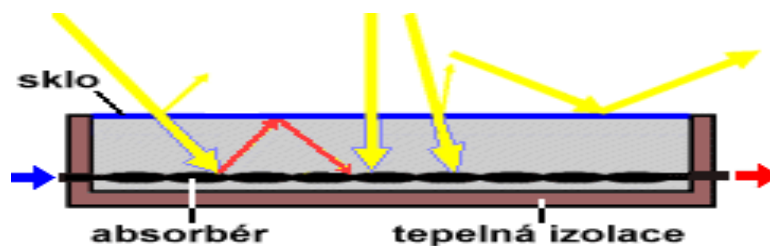
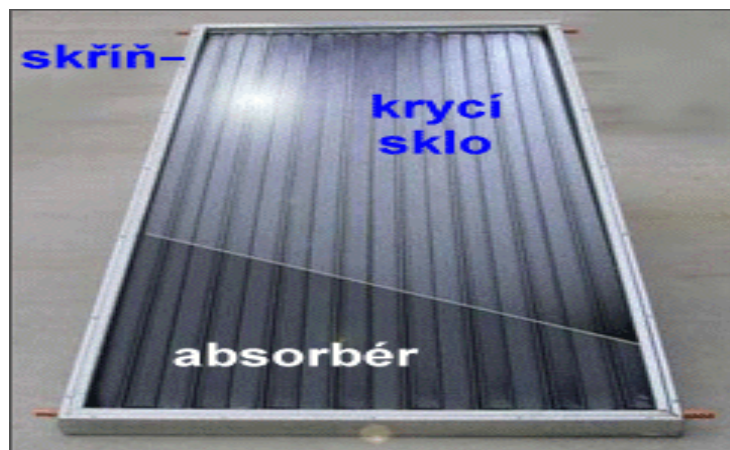
Solární kolektory můžeme charakterizovat a rozdělit podle různých hledisek. Podle tvaru se dělí na ploché, trubicové a koncentrační. Podle způsobu přenosu tepla rozlišujeme kolektory kapalinové, teplovzdušné a kombinované. Blíže si všimneme jen nejběžnějšího typu, kterým je **plochý kapalinový kolektor**. Jeho základními stavebními prvky jsou **absorbér, skříň, izolace a krycí sklo**.

Absorbér - je vyroben z měděného nebo hliníkového plechu, k jehož zadní straně jsou připájeny nebo nalisovány měděné trubice. Povrch absorbéru je upraven tak, aby pohlcoval co nejvíce záření. Levné absorbéry, dostačující pro letní období, jsou natřeny matnou černou barvou. Kvalitnější typy mají na povrchu tzv. selektivní spektrální nátěr, který pohlcuje až 96 % záření a přitom teplo jen minimálně vyzařuje. Tyto nátěry umožňují využít nejen přímé, ale i rozptýlené sluneční světlo a jsou vhodné pro celoroční využití. Získané teplo se odvádí vodou nebo nemrznoucí kapalinou proudící v trubicích.

Skříň - kovová, plastová nebo dřevěná vana pro uložení absorbéru a dalších prvků. Musí být dostatečně robustní, protože slouží ke spolehlivému uchycení kolektoru na střechu nebo stěnu budovy a chrání jeho prvky před nepříznivými povětrnostními vlivy.

Izolace - omezuje tepelné ztráty a brání úniku tepla z absorbéru stěnami skříně. Nejčastěji se používá tepelná izolace z minerální vlny nebo polyuretanu. Musí odolávat teplotám do 200 °C a nesmí přijímat z okolního prostředí vlhkost.

Krycí sklo - omezuje tepelné ztráty přední stěnou kolektoru. Viditelné světlo jím snadno prochází a v absorbéru se mění na teplo. Dlouhovlnné tepelné záření však sklo nepropouští ven. Uvnitř kolektoru vzniká skleníkový jev, při kterém se zvyšuje teplota proudící kapaliny. Používá se speciální bezpečnostní solární sklo s velkou propustností a dlouhou životností. [8]



3 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY A JEJICH UPLATNĚNÍ V SOLÁRNÍCH PANELECH (SKLADBA PANELU, SENDVIČ)

Zařízením k přímé přeměně sluneční energie na teplo se říká různě - fototermická, solární, sluneční. Jejich základem je **solární (sluneční) kolektor**, který záření shromažďuje, pohlcuje a mění je na teplo, odváděné pomocí kapaliny nebo vzduchu k místu využití nebo uložení. Název "kolektor" bychom mohli nahradit výstižným českým slovem "sběrač". Z předchozích článků víme, že průměrná intenzita slunečního záření je u nás kolem 620 W/m^2 , každou sekundu bychom tedy mohli získat z metru čtverečního energii 620 J . Čím větší bude plocha, ze které kolektor "sbírá" energii, tím víc jí budeme mít k dispozici .

3.1 Solární panely

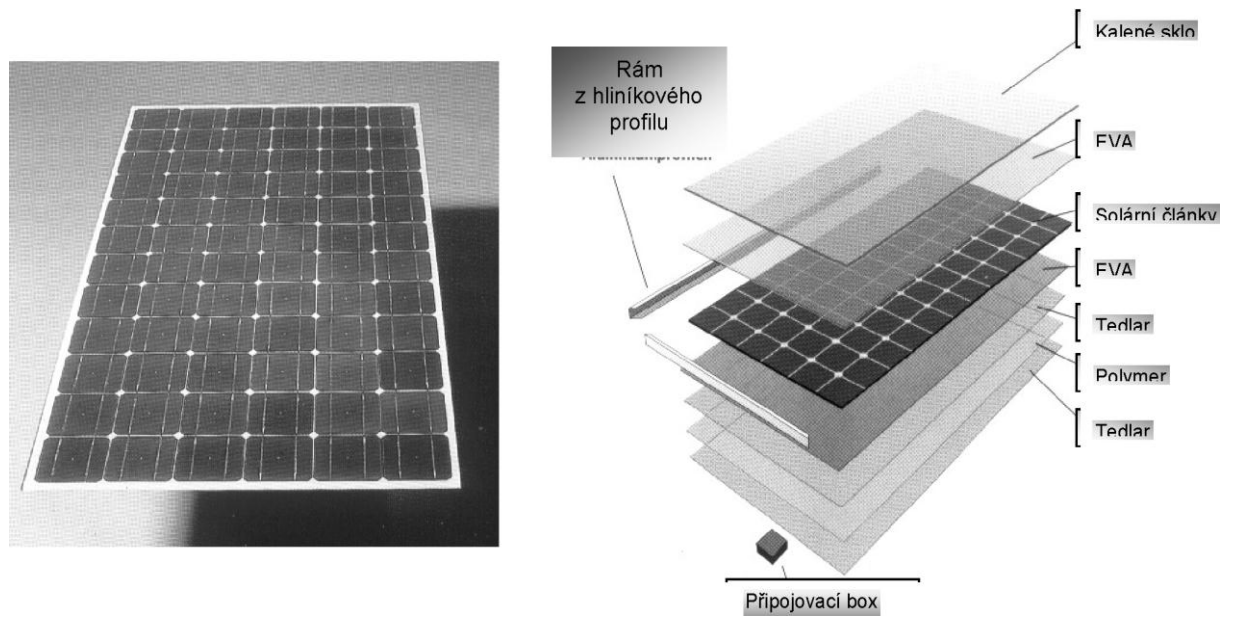
Sériovým nebo i paralelním elektrickým propojením solárních článků vzniká po zapouzdření solární modul.

3.2 Konstrukce panelů

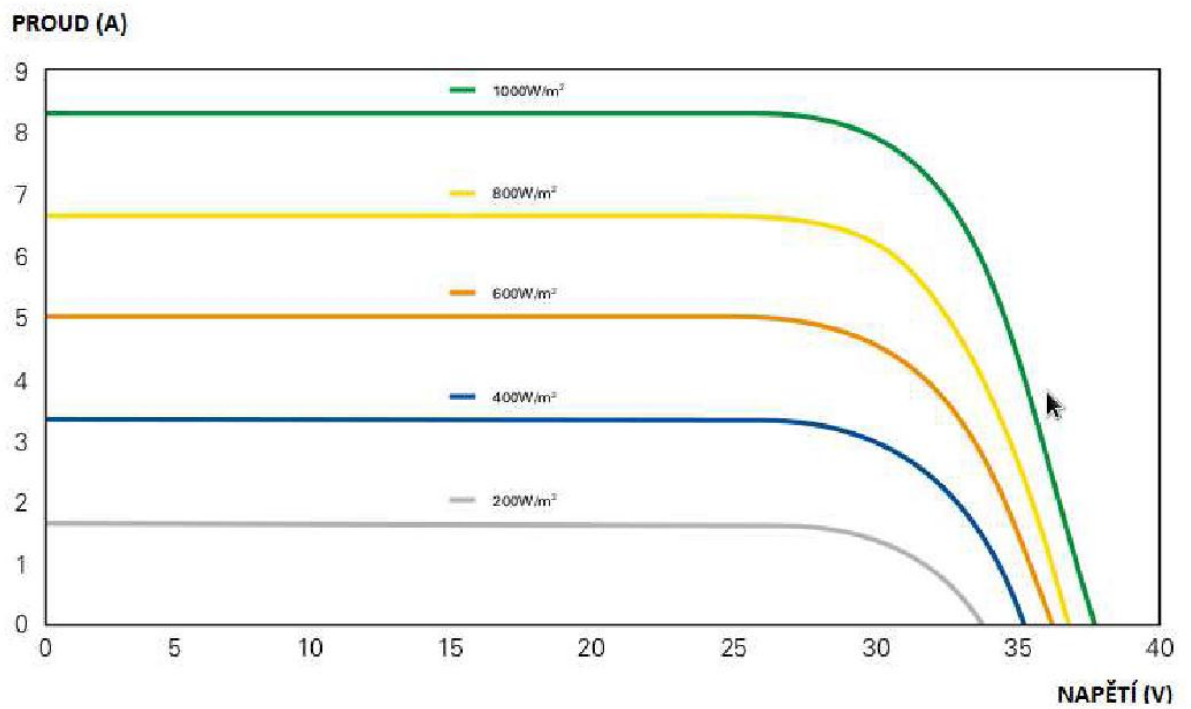
Solární články jsou dosti křehké a metalizace kontaktů by na vnějším prostředí podléhala korozi, proto jsou z nich sestavovány solární moduly. Dalším důvodem sdružování solárních článků do solárních panelů je usnadnění manipulace při montáži fotovoltaických systémů. Články jsou sériově elektricky spojeny tak, aby napětí panelu umožnilo přímé využití dodávané elektrické energie.

Konstrukce solárních modulů jsou značně rozmanité. Panel musí zajistit hermetické zapouzdření solárních článků.

Důležitou vlastností fotovoltaických modulů je jejich dostatečná mechanická pevnost a odolnost. Moduly jsou vystaveny mnohdy drsným klimatickým podmínkám. V zimních měsících může docházet k rychlým a velikým teplotním změnám, což zvyšuje riziko narušení vodičových spojů na solárních člancích. Proto jsou moduly opatřeny kovovými nebo plastovými rámy pro zpevnění konstrukce fotovoltaického modulu. Přední krycí materiál musí odolávat silnému krupobití. Je-li použito sklo musí být kalené.



Obr. Snímek 72 článkového solárního modulu s hliníkovým rámem a schéma téhož modulu s ukázkou jednotlivých vrstev



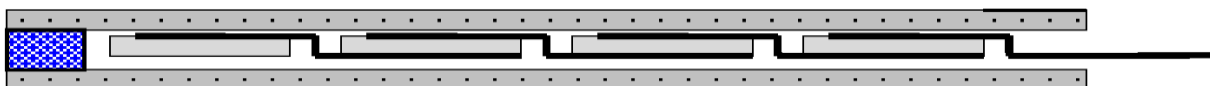
Obr. Diagram životnosti panelu od 0 – 40 roku – Solartec

Způsob instalace daný druhem zvoleného fotovoltaického modulu může značně ovlivnit konečnou cenu montáže fotovoltaického systému.

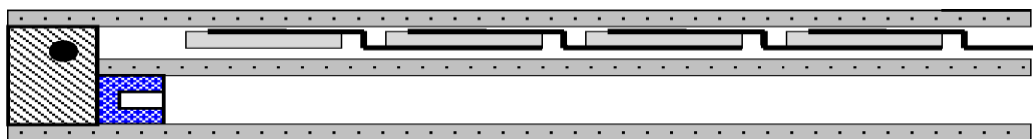
Nezanedbatelnou funkcí solárních panelů je jejich estetické řešení. Vhodným začleněním solárních panelů do pláště budovy lze dosáhnout jejího atraktivního vzhledu.

Pospojované solární články jsou umístěny mezi dvě skla a zatěsněny. Přidáním dalšího skla vznikne tepelně-izolační solární modul do zavěšené fasády. Časté jsou i konstrukce se sklem z přední strany a nalaminovanou folií případně zalitím do průhledné hmoty ze strany zadní. Zadní strana panelu může být tvořena i plechovou či eternitovou nosnou deskou. Panely mohou být vsazeny do pevného hliníkového rámu. Připojení panelu do systému se provádí ve vodotěsné instalační krabici na zadní straně, případně kabelem, který je součástí panelu.

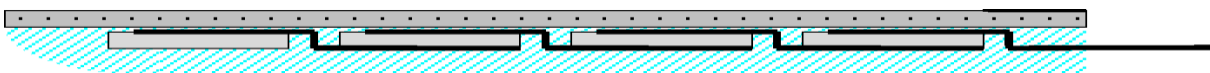
a)



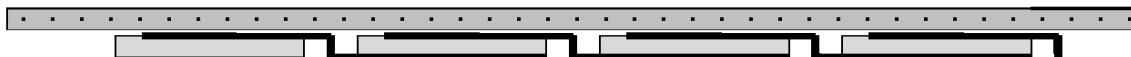
b)



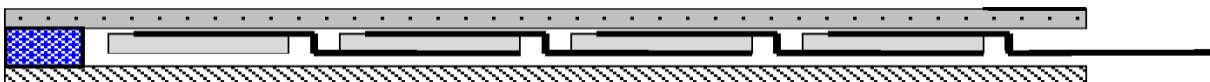
c)



d)



e)



Obr. 6 - Základní druhy solárních modulů

a) s oboustranným zasklením, b) v izolačním dvojskle, c) se zadní stranou zalitou pryskyřicí, d) se zadní stranou laminovanou folií, e) se zadní stranou z netransparentního materiálu (plech, eternit)

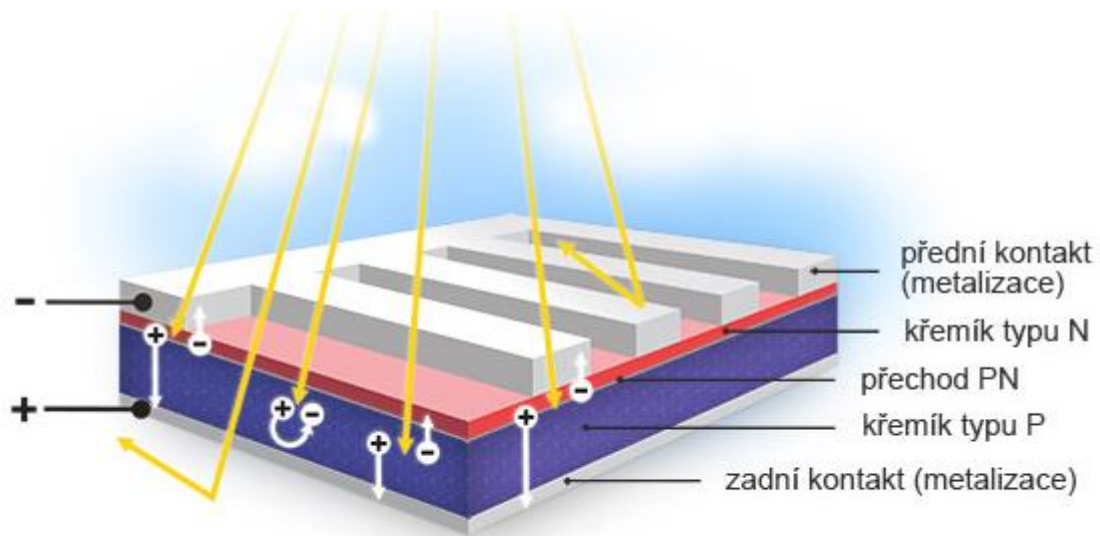
Od výše popsané konstrukce se neliší většina standardních panelů, které jsou sestaveny z 36 a až 40 článků a jejich jmenovité napětí je 12 V.

V poslední době se mnoho výrobců panelů zabývá vývojem, výrobou a instalací speciálních solárních modulů pro instalace solárních systémů na budovách. Pozornost je věnována hlavně maximálnímu zjednodušení instalace, snížení nákladů spojením s jinou stavebně-konstrukční funkcí případně snaze zaujmout netradičním a atraktivním řešením. Například u panelů pro transparentní fasády a skleníky je možné šířkou mezery mezi články určit míru zastínění vnitřního prostoru.

Životnost solárních panelů je minimálně 20 let.

3.3 Složení solárního článku

Solární článek je základním prvkem systémů pro přeměnu slunečního záření na elektrickou energii. Ať již je typ článku jakýkoliv, vždy se jedná o velkoplošnou polovodičovou součástku s jedním, nebo i více PN přechody. Rozměry komerčně vyráběných solárních článků nejsou větší než 200 mm a tloušťka nepřesahuje přes 400 μm . Jedná se tedy o velice tenké destičky. Přední strana solárního článku je uzpůsobena k pohlcování slunečního záření. Solární články jsou ve většině případů opatřeny ze přední i zadní strany kovovými kontakty pro připojení sběrných vodičů. Po vystavení přední strany solárního článku slunečnímu záření zachycené fotony generují v křemíku kladné a záporné náboje. Dosáhnou-li náboje polovodičového přechodu jsou separovány – elektrony v N^+ a kladné náboje v základním P materiálu. Na kontaktech solárního článku se objeví stejnosměrné napětí o velikosti řádově stovky mV. Připojeným vnějším obvodem potom protéká stejnosměrný elektrický proud – Obrázek 1. Velikost proudu je úměrná intenzitě slunečního záření. Kladný pól je na zadní straně destičky v podobě celoplošného kontaktu a záporný pól je na přední straně tvořen kontaktní mřížkou tak, aby pokrývala co nejmenší plochu. Typickými parametry solárních článků je napětí naprázdno U_{oc} , proud nakrátko I_{sc} , faktor zaplnění FF a účinnost EFF. Elektrické parametry jsou měřeny za standardních podmínek tj. intenzita záření 1000 W m^{-2} při AM 1,5 a teplotě 25°C .



Obr. 7 - Složení solárního článku

Materiály pro výrobu solárních článků lze kategorizovat dle způsobu jejich přípravy jako objemové krystalické materiály a tenkovrstvé deponované materiály amorfní, poly- a mikrokrystalické.[9]

3.4 Krystalické objemové materiály

Krystalický křemík

V současné době je to nejvíce používaný materiál pro výrobu solárních článků. S dostupností materiálu nejsou potíže, neboť oxid křemičitý je zastoupen v zemské kůře přibližně ze 30%. Technologie zpracování křemíku je v polovodičovém průmyslu dobře zvládnutá. Výchozím materiálem je čistý křemičitý písek. Výsledkem složitého a energeticky náročného technologického postupu je polykrystalický křemík o vysoké čistotě. V praxi se však pro výrobu solárních článků využívá odpadového křemíku z polovodičového průmyslu. Vzhledem k jeho vysoké ceně, která významně zasahuje do konečné ceny systémů jsou mnohé výzkumné a vývojové práce zaměřeny na snížení ztrát v průběhu přípravy křemíku, na nalezení a zavedení energeticky úsporných postupů.

Monokrystalický křemík

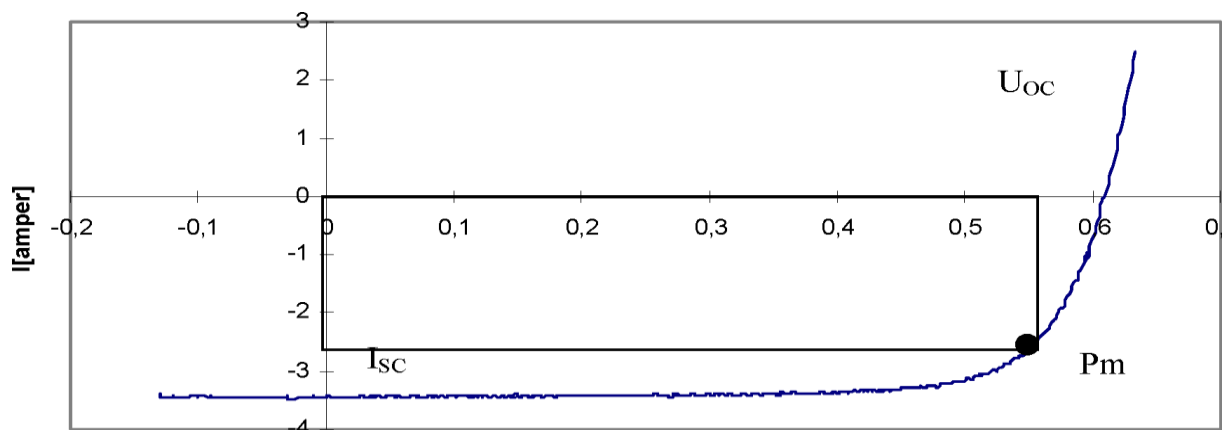
se připravuje tažením monokrystalu z taveniny. Na konci procesu je získán monokrystalický křemíkový válec - ingot o průměru 125 až 300 mm. Válec je ořezán do tvaru hranolu. Křemíkové destičky o tloušťce 200 až 360 μm jsou získány rozřezáním kvádrů speciální drátovou pilou. Bohužel, v procesu dělení ingotu na jednotlivé destičky dochází k velikým ztrátám

cenného materiálu. Z předchozího výkladu je patrné, proč se křemíkový materiál podílí na ceně solárního panelu až z 50%.

V laboratorních postupech je na monokrystalickém křemíku dosahováno účinnosti až 24%. Účinnost sériově vyráběných solárních článků je typicky do 14% a v současnosti i 15%.

Při intenzitě záření 1000 Wm^{-2} jsou pro sériově vyráběný solární článek z monokrystalického křemíku s rozměrem $102,5 \times 102,5 \text{ mm}$ uvedeny tyto parametry následující:

$$U_{oc} = 610 \text{ mV}, \quad I_{sc} = 3,45 \text{ A}, \quad FF = 76\%, \quad EFF = 15\%.$$



Obr. 8 - Volt-ampérová charakteristika solárního článku

Polykrystalický křemík

je stále více využíván jako vstupní materiál díky své nižší výrobní ceně (odpadá proces tažení monokrystalu), přestože dosahovaná účinnost je nižší než je tomu v případě monokrystalického křemíku. Laboratorní solární články dosahují účinnosti 18% a podmínkách hromadné výroby nepřesahuje 14%. Destičky polykrystalického křemíku jsou čtvercového tvaru a jsou řezány z odlévaného křemíkového ingotu. V průběhu tuhnutí taveniny dochází k tvorbě různě velikých a orientovaných krystalů. Polykrystalická struktura materiálu dodává těmto článkům charakteristický vzhled.

Hranou-definovaný film - EFG

Z taveniny tažené pásky - téměř monokrystalický křemíkový pásek narůstající z roztaženého křemíku v kelímku, vytahovaného kapilárními silami mezi plochami grafitové štěrbin.

Firma ASE zahájila výrobu solárních článků na materiálu HEXAGON. Dlouhá křemíková šestihránná trubka je tažena s taveniny. Trubka je poté dělena na pásky a dále na články pouhým lomem. Tímto způsobem jsou eliminované ztráty materiálu řezáním.

Galium Arsenid (GaAs)

GaAs je slitinový polovodičový materiál typu $A_{III}B_V$, z něhož jsou vyráběny solární články s vysokou účinností. Zpravidla jsou tyto články použity pro koncentrátorové moduly a pro kosmické aplikace. Důvodem je mnohonásobně vyšší cena a vysoká kvalita článků. Účinnost článků z výzkumných laboratoří je vyšší než 25% při intenzitě 1-Slunce. V podmínkách koncentrovaného slunečního záření dosahují GaAs články účinnosti 28%. Pro zvýšení účinnosti na 30% jsou vytvářeny složité struktury s několika polovodičovými přechody založené na GaAs a příbuzných materiálech typu $A_{III}B_V$.

3.5 Tenkovrstvé materiály

Amorfní křemík (a-Si:H)

Nekrystalická forma křemíku, prvně použitá ve fotovoltaice v roce 1974. V roce 1996 se amorfní křemík podílel 15% na celosvětové produkci. Největší uplatnění nalézá v aplikacích spotřební elektroniky a s výhodou se používají v systémech zabudovaných do budov místo prosklených ploch. Na rozdíl od krystalických materiálů nejsou vyráběny jednotlivé články, ale vytváří se celé moduly najednou. Malé experimentální moduly dosahují účinnosti 10% a v případě sériově vyráběných modulů je účinnost 5 až 7%. Velikým problémem zůstává degradace materiálu po expozici na slunečním záření.

Kadmium Telurid (CdTe)

Tenkovrstvý film polykrystalického materiálu - CdTe nanášeného elektrodepozicí, sprejováním a vysokorychlostním napařováním, skýtá v sobě příslib na levnou technologii. Malé laboratorní vzorky dosahují účinnosti 16% a komerční moduly s plochou 7200 cm^2 mají účinnost 8,4%.

Copper Indium Diselenide (CuInSe₂, nebo CIS)

Tenkovrstvý film polykrystalického materiálu, na kterém je v podmínkách výzkumu dosahováno účinnosti 17,7%. [10]

II. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.

- **Návrh technologické skladby solárních panelů z pohledu aktuálního stavu a možných inovativních změn.**
- **Laminování solárních panelů**
- **Experimentální měření výkonu ve fotokomorách**
- **Vyhodnocení experimentálně získaných dat a jejich porovnání**
- **Využití solárních panelů**
- **Formulace závěru a diskuze zadaných dat**

1 NÁVRH TECHNOLOGICKÉ SKLADBY SOLÁRNÍCH PANELŮ Z POHLEDU AKTUÁLNÍHO STAVU A MOŽNÝCH INOVATIVNÍCH ZMĚN

Z hlediska inovativních změn se budu ubírat nahrazením klasické EVA (ethyl vinyl acetátové) folie, standardně používanou u solárních panelů, fólií ionomerovou (př. DUPONT PV5400), která má lepší mechanické vlastnosti a trvanlivost. V této práci opomím tzv. šindelové panely, které se vyrábějí, jako celek bez jakýchkoli mezer, či spojovacích pásků a mají aktivní plochu celého modulu, což je rovněž jeden s aktuálních směrů vývoje.

1.1 Standardně používaná EVA fólie pro solární panely na polní FVE

EVA folie je ultra rychle vytvrzení EVA (ethylen vinyl acetát kopolymer) fotovoltaického zapouzdření, materiál s vyšší propustností světla v oblasti vlnových délek UV záření. Vylepšení charakteristické propustnosti umožní využití až o 1,5% více slunečního světla na FV zařízení. Tento produkt má podobné fyzikální vlastnosti, vytvrzování a foto-termální stabilitu, jako ostatní typy EVA.

Lze použít pro všechny krystalicko křemíkové fotovoltaické moduly, a pro některé tenkovrstvé fotovoltaické provedení se zpětnou stranou fotovoltaických zařízení, je k dispozici jako válcovaná fólie připravené pro použití v tepelných procesech laminace. Materiál je samonasávací pro přilnavost ke sklu.

Proporce	Zkušební metoda	Jednotky	Stav	Výsledky
	ATSM			
Fyzikální (Mechanické)				
Pevnost v tahu	D638	MPa	23°C, 250 mm/min prodloužení sazby	18
Protahení při přetržení	D638	%	23°C, 250 mm/min prodloužení sazby	630
10% Secant modul	D638	MPa	23°C, 250 mm/min prodloužení sazby	9
tvrdost	D2240	Shore A/D	23°:	69 / 21
Adheze ke sklu	STR	N/cm	23°:	70-90
Absorpce vody	D570	wt%	23°:	< 0.1
Optický				
Optický přenos	E424	%	23°:, 0.46 mm tloušťka	92
UV Cutoff Vlnová délka	E424	nm	23°:, 0.46 mm tloušťka	305
Index lomu	D542	-	23°:, 0.46 mm tloušťka	1.482
Elektrický				
Objemový měrný odpor	D257	ohm cm	23°:	>1 x 1014
Izolační pevnost	D149	kV/mm	23°:, 500V/sec	24

Tabulka 1 - naměřených hodnot EVA folie PHOTOCAP ® 15505P HLT™ [10]

Testy jsou prováděny v souladu s aktuálním vydáním ASTM, nebo jiné citované zkušební metody. Zkušební údaje zde uváděné jsou nominální hodnoty naměřené na extrudované fólie, o tloušťce 0,5 mm, které byly vytvrzené při 150 °C po dobu 7 minut při laboratorní tisku. Optické měření byla naměřena na soustavě EVA – sklo. Použité sklo jako pro FV aplikace s nízkým obsahem Fe (propustnost 91 – 92%)

přípona	Uvolnění papíru	Smrštění	Poznámky
15505P/UF HLT	Ano	Nulové	Může být řezáno na přesný rozměr, separační papír umožňuje fixaci stringů
15505P/UFP HLT	Ne	Minimální	Bez papíru se sníženou smrštěvatelností
15505P/PL HLT	Ne	Higher than UF or UFP	Má větší tendenci smršťovat se, ale zcela přijatelné pro použití

Tabulka 2 - Varianty materiálu [10]

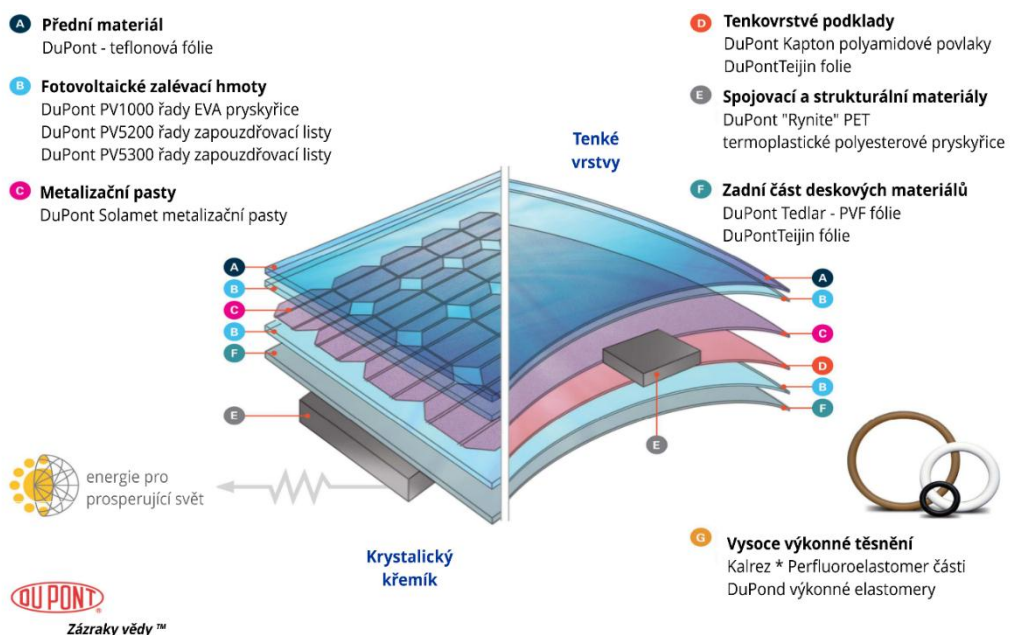
Doporučený proces použití

Vakuové laminování	Krok
nominální teplota	145 - 150°
vakuové rozsahy	< 60 mbar
evakuační čas	4 min
EVA tání rozsah Via DSC	60 - 70°C

Tabulka 3 - Proces laminování [10]

Výše uvedené podmínky jsou typické pro dvoustupňový laminátor.

1.2 Portfolio inovativních materiálů pro fotovoltaické solární moduly



Obr. 9 – Inovativní materiály [10]

1.3 Požadavky na tenký film fotovolatického modulu

Trvanlivost

- 25 roků bez delaminace
- Udržet výkonnost buněk nad životem modulu
- Splňuje požadavky na provozní teplotu
- Elektrická trvanlivost

Nízké náklady systému

Komptabilita s články

Nízká propustnost vlhkosti

Chrání články před korozi

Dobré vlastnosti izolace

- Vysoký odpor = nízký únik proudu
- Bezpečnostní požadavky
- Důležité pro udržení účinnosti buněk po celou dobu životnosti

Snadné zpracování s vysokou propustností

- Autoklávy

Vakuový laminátor

- Žádné laminovací vady
- Žádné bubliny

1.4 Ionomer

O definici slova ionomer, existovalo v minulosti mnoho dohadů. Z prvopočátku, byl jako ionomer označován materiál složený z olefinových polymerů obsahujících relativně malé procento iontových skupin, ve kterých silné iontové mezivazebné síly dominantně ovlivňovaly konečné vlastnosti polymeru. V průběhu několika let byla definice rozšířena o další základní typy polymerů. Ohledně této definice se vyskytly opět dohady, protože v širokém okruhu podmínek se ionomery a speciálně ionomery s vyšším obsahem iontů, můžou chovat jako polyelektrolyty, obzvláště potom v rozpouštědlech s relativně vysokou dielektrickou konstantou. Hranice mezi ionomery a polyelektrolyty tedy nebyla pevně ustanovena. [10]

Proto v roce 1990 proběhla konference, ze které vzešla definice navržená Eisenbergem a Rinaudem [14], která říká, že ionomer je polymer, ve kterém je převážná většina výsledných vlastností řízena iontovými interakcemi v oddělených oblastech materiálu, tedy iontových agregátech. Chování ionomerů je tedy vázáno spíše na vlastnosti než na složení. Za hlavní a nejdůležitější součást ionomerů jsou považovány iontové agregáty.

Tento pohled odděluje materiály od polyelektrolytů, které jsou definovány jako materiály, u kterých jsou vlastnosti roztoku v rozpouštědlech vysokých dielektrických konstant řízeny elektrostatickými interakcemi v rozměrech větších než jsou typické molekulární rozměry [11,13].

Podstata ionomerů

Ionomery jsou statistické kopolymery skládající se z polymerního uhlovodíkového řetězce, na kterém jsou navázány skupiny organických kyselin. Většinou jde o karboxylové skupiny (obsah 1-15 hm.%), které jsou úplně nebo jen z části neutralizovány (obvykle 10 až 50 % z celkového množství karboxylových skupin) kovovými ionty, a to ionty zinku, sodíku, lithia, hořčíku, olova a dalšími a následně vytváří anorganické soli. Vzniknuvší interakce mezi iontovými skupinami v polymerní matici upravují a zesilují mezimolekulární síly a vedou ke vzniku příčných vazeb tohoto typu (iontových).

Nejčastěji se při výrobě ionomerů využívá neutralizace kyseliny akrylové nebo methakrylové. Nejvyužívanějšími ionty jsou sodné a zinečnaté [11,12,13].

Ionomery v závislosti na typu použitého základního polymeru, se v pevném stavu mohou skládat ze tří fází, jmenovitě amorfní, krystalické a iontové, jak je zobrazeno na Obr. 10 a):



Obr. 10: a) Zobrazení struktury ionomeru v pevném stavu; 1-iontová oblast, 2- amorfní domény, 3- krystalické domény. b) Zobrazení struktury ionomeru v tavenině, bez krystalických domén, které se teplem rozkládají; 1- iontová oblast, 2- amorfní domény [5]

Ionomer vykazuje výhody oproti EVA a PVB v FV:

- Ionomer umožňuje možnosti zlepšení díky dlouhé životnosti a nižším výrobním a aplikačním nákladům, což již prokázalo použití v FV průmyslu v různých provedeních modulů, kde prokázala lepší venkovní trvanlivost
- Používá se rovněž v architektonickém, námořním a automobilovém odvětví, lamináty pro 15 + let
- Testován 13 let ve venkovním prostředí na Floridě (Otevřená hrana) bez závad zjištěných (ANSI Z97.1-2004))
- Používá se v Schott Solar dvojitě sklo C-Si moduly pro 15 + let
- Používá se C-Si sklo / sklo a tenké vrstvy [10]



Obr. 11 – Výkonnost v nezávislých studiích

"Pro materiály na bázi uhlovodíků, pouze ionomer demonstruje UV stabilitu 10X vyšší než aplikace CPV "



Obr. 12 - Příkladový obr. Ionomer folie

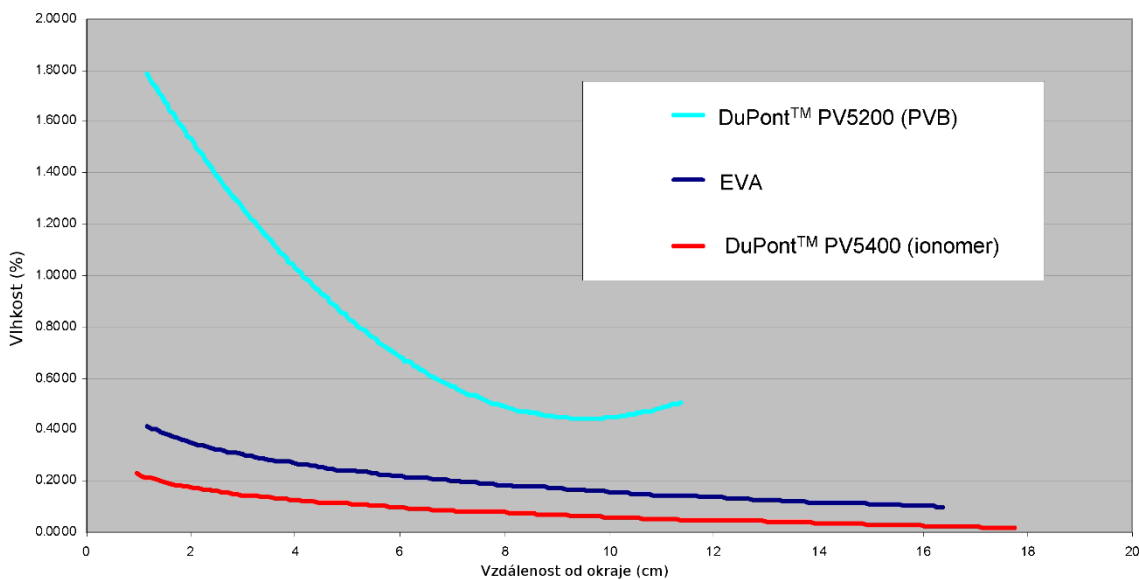
Vlastnosti

- Vynikající vysoká odolnost proti vniknutí vlhkosti a vysoká elektrická rezistivita
- Osvědčená adheze
- Vysoký průtok pro rychlé laminační cykly
- Clarity srovnatelné s EVA
- Zvýšená pevnost modulu
- Neobsahuje látky závadné pro životní prostředí
(kyselina octová, toxiny, změkčovadla a jiné ...)

Nízká vlhkost krytí

Rychlost přenosu vodní páry (ASTM F1249)	WVTR (g mm/m ² /day)
DuPont™ PV5400 (Ionomer)	0.66
EVA	18 -20
DuPont™ PV5200 (PVB)	39

Tabulka 4 – rychlost přenosu vodní páry

Nízká vlhkost krytí graficky

Obr. 13 - PV moduly průniku vlhkosti Profil Po 2000hr Vlhké teplo [10]

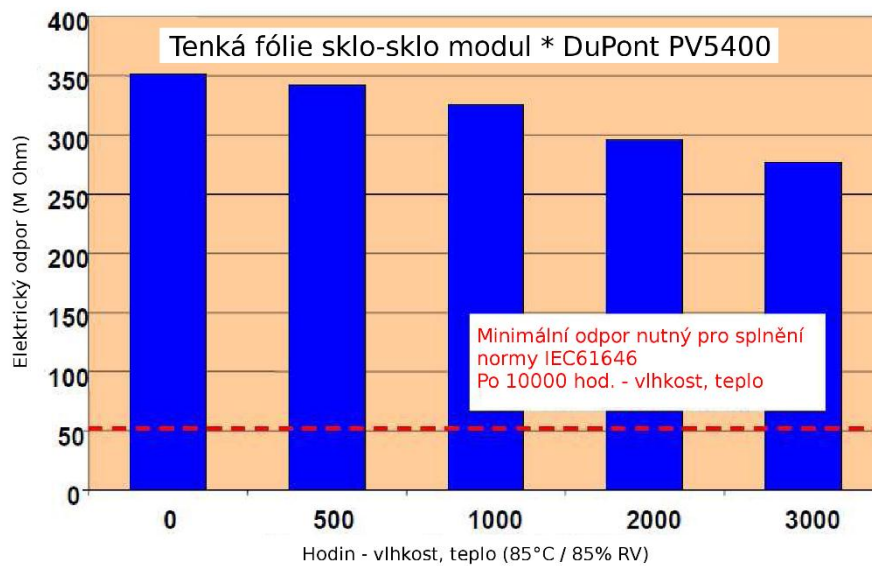
Vysoký měrný elektrický odpor

Elektrický odpor		
	Povrchový měrný odpor (W)	Objemový měrný odpor (W-cm)
DuPont™ PV5400 (lonomer)	10^{16}	10^{15}
EVA	10^{14}	10^{14}
DuPont™ PV5200 (PVB)	10^{13}	10^{11}

Tabulka 5 – elektrický odpor [10]

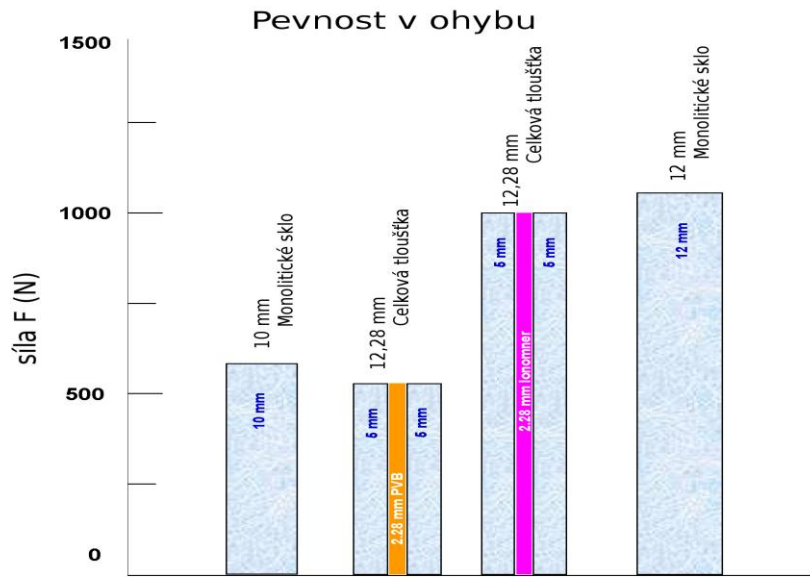
Odolnost proti vlhkosti : sklo/sklo moduly bez těsnící hrany

- Vynikající počáteční odpor
- Nízký pokles odporu po stárnutí



Obr. 104 – odolnost proti vlhkosti [10]

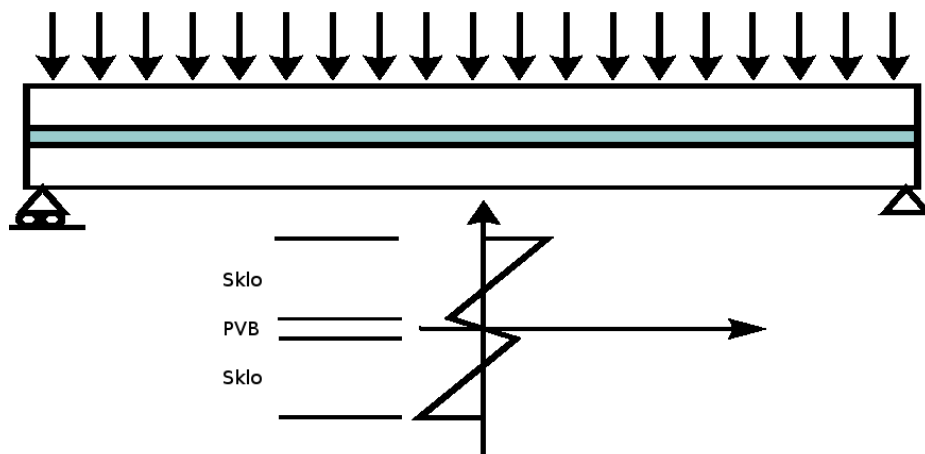
Zlepšuje pevnost modulu



Obr. 15 – porovnání pevnosti v ohybu [10]

- Lepší pro práci ve větších výškách (z architektonického hlediska)
- Stejná mechanická odolnost jako 12 mm sklo
- Oproti klasicky používané EVA folii, vydrží větší napětí až o 500 N.

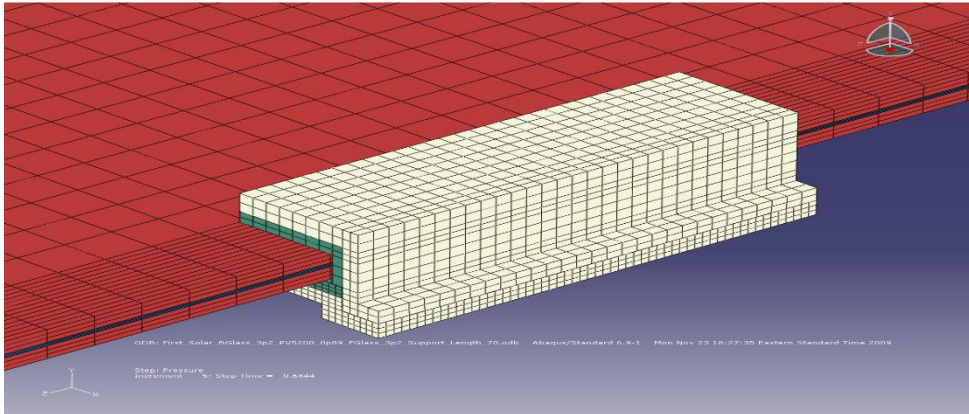
Prostupnost světla



Obr. 116 – prostupnost světla [10]

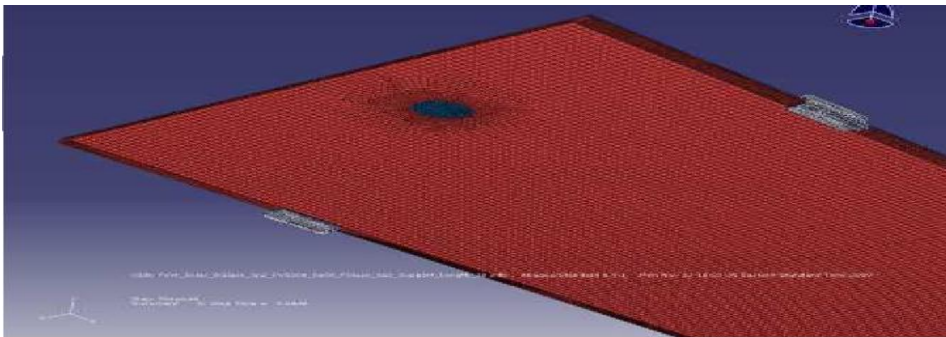
- Tuhé PROKLADOVÉ páry skla účinně vrstvené
- Ionomer laminát ukazuje v blízkosti rovnocennosti do monolitického skla stejné celkové tloušťce
- Ionomer lamináty silnější než u PVB laminátů [10]

Zlepšuje pevnost modulu



Obr. 127 - Upínací modul – pohled 1

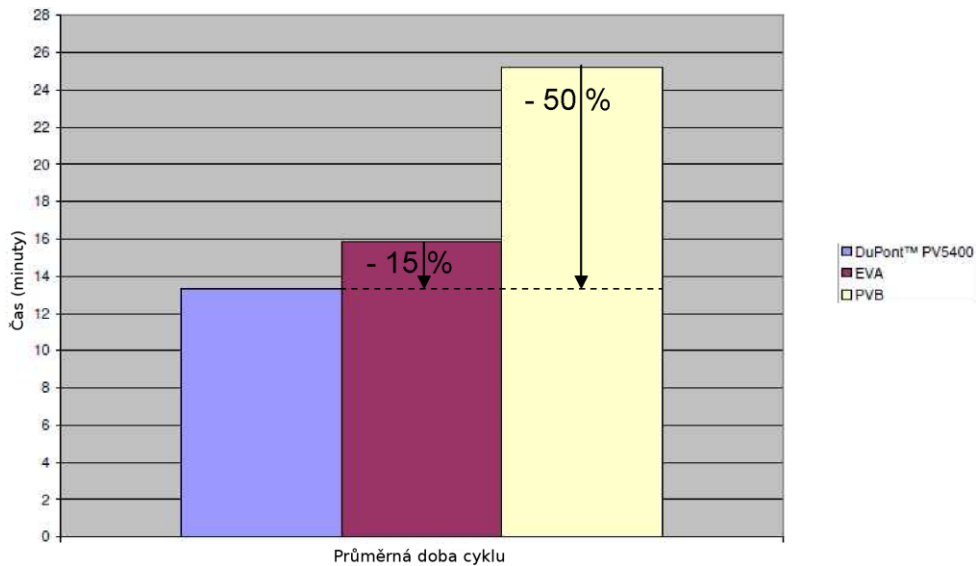
Upínací modul : 2,4 kPa 1 h 22 C * Sklo : 3,2 mm * Zapouzdření : 3,2 mm Sklo



Obr. 138 - Upínací modul – pohled 2

Laminace [10]

- vylepšené vlastnosti toku taveniny



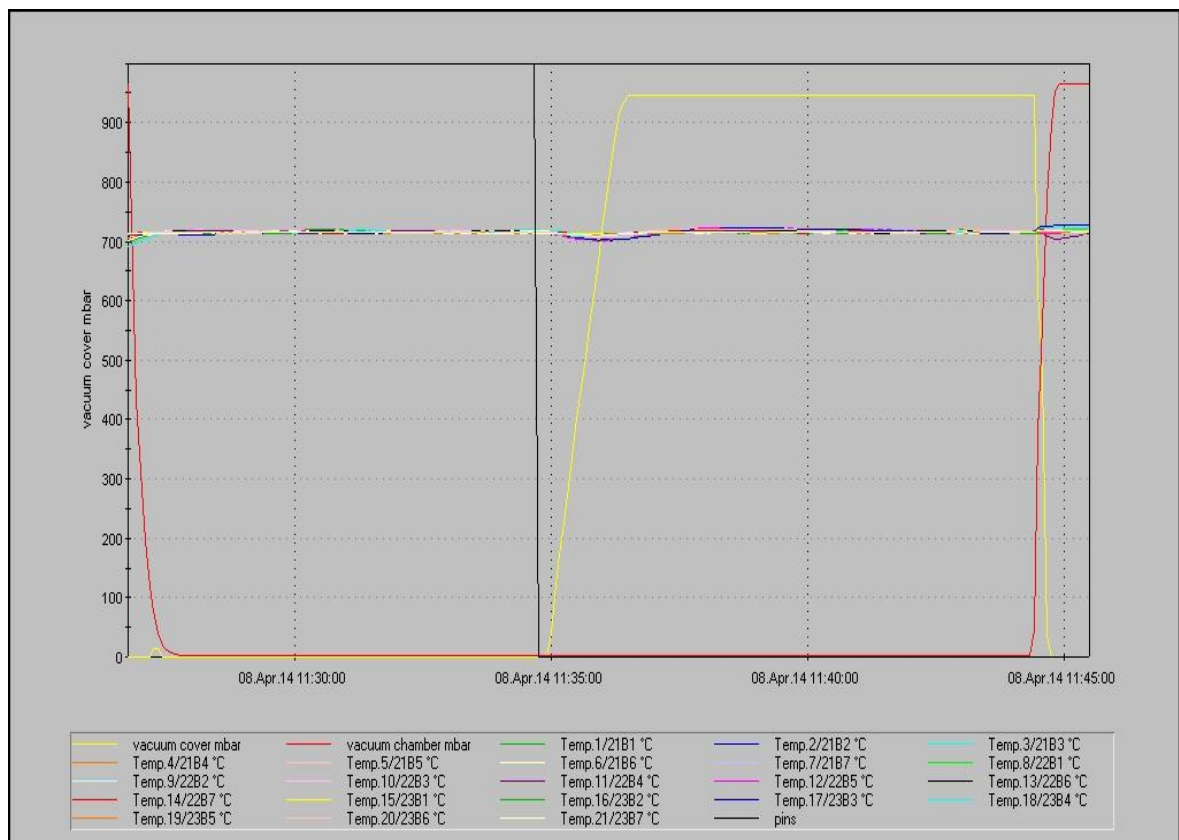
Obr. 149 – Laminace

Průměrná Evakuace a stisknut cyklus pro různé procesy použití membránových tlaků -Si a CdTe moduly odpovídající de-větrání přes velké okolní teploty.

2 LAMINOVÁNÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ

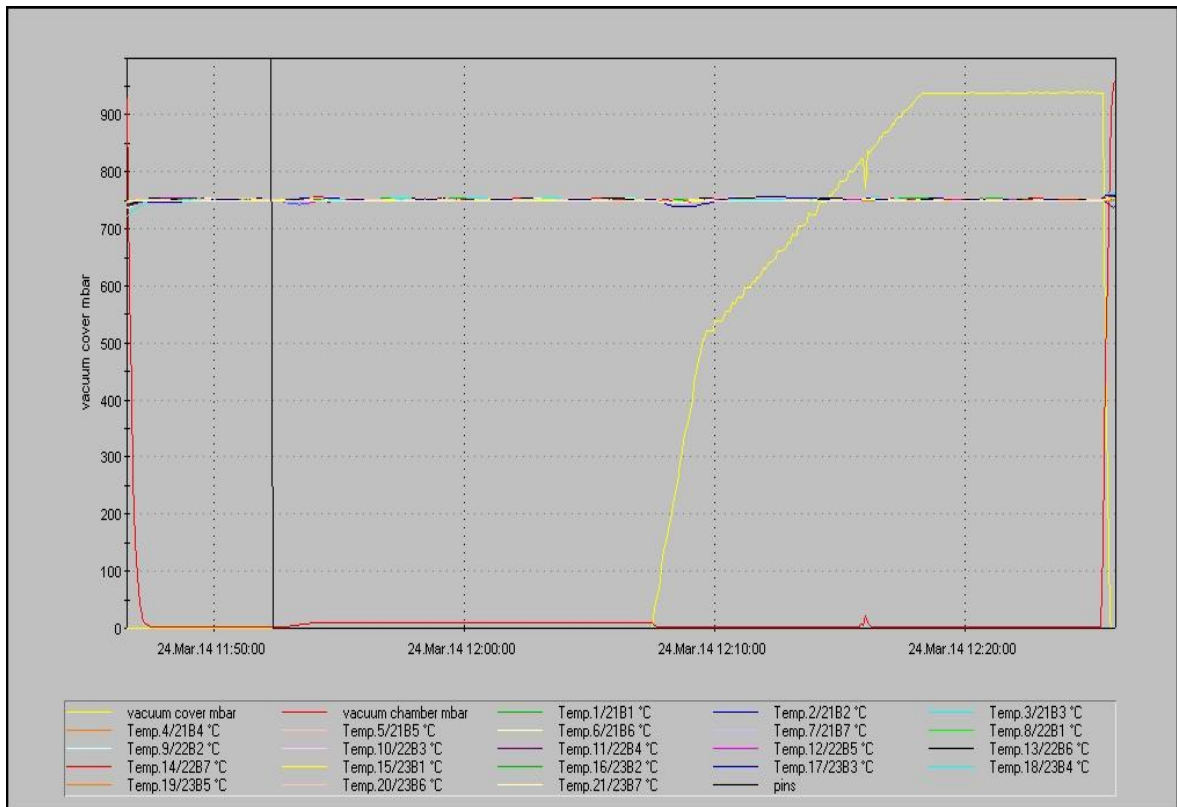
Díky laminaci dochází k trvanlivému spojení solárních článků, skla a fólie, čímž je zajištěna pro tyto články vysoce účinná ochrana. Materiál při laminování vytváří vysoce homogenní UV stabilní gel. Po celou dobu životnosti panelu je tak zabezpečen stabilní výkon. Vynikající izolace a ochrana proti vlhkosti, mrazu a horku zajišťují solárním panelům Phono Solar vysokou kvalitu a životnost.

Samotný průběh laminace EVA (ethylvinylacetátové fólie)



Obr. 20 – průběh laminace EVA

Samotný průběh laminace Ionomerové (DUPONT PV 5400 fólie)



Obr. 21 – průběh laminace Ionomer (DUPONT PV 5400)

[10]

3 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ VÝKONU VE FOTOKOMORÁCH

3.1 VA ANALÝZA – FLASH TEST

- Změří voltampérové charakteristiky fotovoltaického panelu na kalibrovaném testeru.
- Funguje jako základní metoda pro posouzení elektrického výkonu fotovoltaického panelu a jeho případných odchylek.
- Slouží jako jediné směrodatné kritérium pro reklamace elektrických vlastností panelu.



Obr.22 FLASH TEST

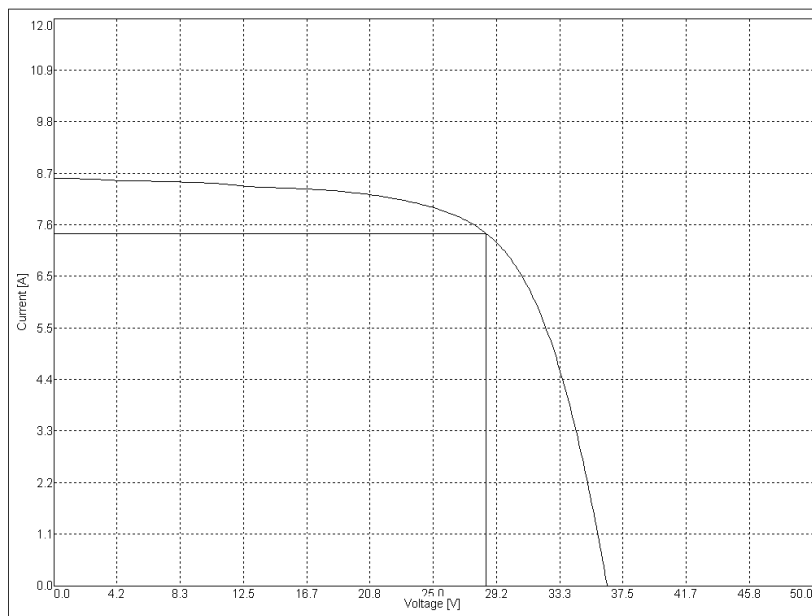
Výsledky měření volt-ampérové charakteristiky při použití EVA fólie [10]

Datum/čas 02.10.2013 / 09:48:36

S/N ABCDF005EI5484

Typ FV modulu SM-235

Výrobce PV Module



Obrázek 23: VA charakteristika

[10]

Měřené parametry	Nomi- nální hod- noty	Naměřené hodnoty	Korekce na STC	Jednotky
Napětí naprázdno U_{oc}	36,8	36,5148	36,4712	V
Proud nakrátko I_{sc}	8,44	8,6078	8,6214	A
Napětí maximálního výkonu U_{MPP}	30,1	28,675	28,4870	V
Proud maximálního výkonu I_{MPP}	7,81	7,420	7,454	A
Maximální výkon P_{MPP}	235	212,761	212,351	W
Účinnost η	14,2	---	12,854	%
Činitel využití FF	---	---	67,53	%
Ozáření G	---	998,4	1000	$W m^{-2}$
Teplota FV modulu ϑ_{MOD}	---	24,63	25,0	$^{\circ}C$
Přepočtový koeficient TkU	-1,96270	---	---	$mV K^{-1}$
Přepočtový koeficient TkI	0,01390	---	---	$mA cm^{-2} K^{-1}$
Přepočtový koeficient κ	0,012500	---	---	$\Omega cm^2 K^{-1}$

Tab. 6: Elektrické parametry

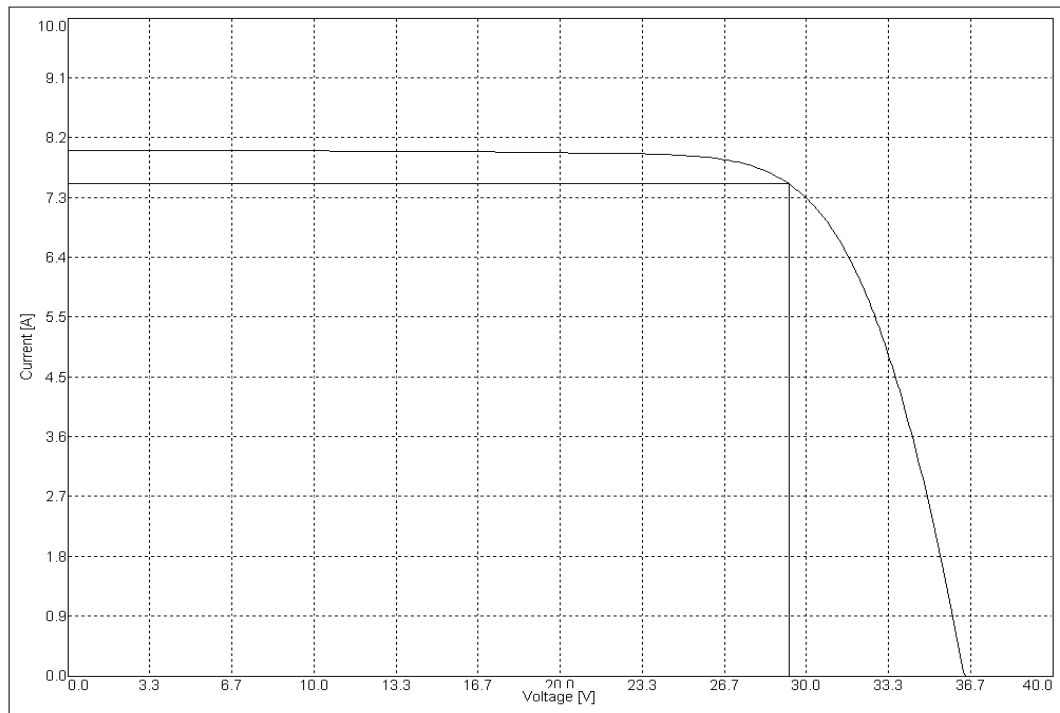
Výsledky měření volt-ampérové charakteristiky Ionomer DUPONT PV5400

Datum/čas 13.03.2014 / 08:24:30

S/N 96496

Typ FV modulu Rekonstrukce FVM

Výrobce Solartec s.r.o.



Obrázek 24: VA charakteristika

Měřené parametry	Nominální hodnoty	Naměřené hodnoty	Korekce na STC	Jednotky
Napětí naprázdno U_{oc}	---	36,7374	36,4227	V
Proud nakrátko I_{sc}	---	7,9760	7,9779	A
Napětí maximálního výkonu U_{MPP}	---	29,669	29,3010	V
Proud maximálního výkonu I_{MPP}	---	7,484	7,476	A
Maximální výkon P_{MPP}	---	222,035	219,044	W
Účinnost η	---	---	13,259	%
Činitel využití FF	---	---	75,38	%
Ozářenost G	---	1000,8	1000	W m ⁻²
Teplota FV modulu ϑ_{MOD}	---	22,61	25,0	°C
Přepočtový koeficient TkU	-2,20150	---	---	mV K ⁻¹
Přepočtový koeficient TkI	0,02060	---	---	mA cm ⁻² K ⁻¹
Přepočtový koeficient κ	0,012500	---	---	Ω cm ² K ⁻¹

Tab. 7: Elektrické parametry

4 VYHODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNĚ ZÍSKANÝCH DAT A JEJICH POROVNÁNÍ

Z provedených zkoušek a měření vyplívají následující závěry:

1. Flash testy obou porovnávaných folií jsou totožné co se týče výkonosti.
2. Použití Ionomerové fólie (DUPONT PV5400), vykazalo ve srovnání s EVA folií menší delaminace.
3. Použití Ionomerové fólie (DUPONT PV5400), vykazalo ve srovnání s EVA folií lepší mechanické vlastnosti, speciálně zvýšenou odolnost vyrobeného modulu proti ohybu.
4. Lepší laminační cykly.
5. Z dostupných pramenů (výsledky měření zahraničních laboratoří) vykazuje vyšší odolnost proti mechanickému poškození – poškrábání a rovněž vyšší odolnost proti atmosférickým vlivům, což výrazně zvyšuje životnost modulu.

Poznámka: Z důvodu časové náročnosti nemohly být provedeny zkoušky stárnutí.

5 VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH PANELŮ

V této práci pojednávám pouze o fotovoltaických panelech, které mění energii dopadajícího Zařeni na stejnosměrný elektrický proud. V posledních letech nastal díky vývoji a zlevnění výrobních technologií výrazný rozmach využití těchto panelů k výrobě zelené elektrické energie. Tyto panely spolu s dalšími doplňujícími komponenty (střídače, regulační systémy), se využívají, jako významné zdroje, úspor elektrické energie, nahrazují nebo doplňují klasické zdroje (tepelné, jaderné, vodní, větrné a jiné ...)

Mohou se sestavovat do velký celků – kritizované velké pozemní fotovoltaické elektrárny, nebo mohou tvořit menší celky umístěné na střechách a fasádách domů, tímto směrem se bude rozvíjet jejich využití, protože zejména v odlehlých místech, umožňují samozásobování elektrickou energií (ostrovní systémy)



Obr.25 Fotovoltaické elektrárny fasáda



Obr. 26 – Velká fotovoltaika pole

[10]



Obr. 27 – Fotovoltaická elektrárna střech

6 FORMULACE ZÁVĚRU A DISKUZE ZADANÝCH DAT

V časovém úseku vymezeném pro tuto práci a zejména pro její experimentální část bylo provedeno porovnání inovativních materiálů pro zlepšení užitných vlastností, zejména odolnosti a životnosti fotovoltaických modulů. Vybral jsem k porovnání materiály EVA a Ionomer DUPONT PV 5400, na kterém jsem tyto přepoklady a závěry prokázal.

Vymezený časový úsek neumožnil provést rozsáhlejší porovnání, např. odolnosti proti oděru, barevnou stálost, „šnečí cesty“ (odolnost proti proražení) před a po stárnutí, což by si jistě toto zadání zasloužilo. Nicméně z dostupných výsledků renomovaných laboratoří jednoznačně vyplývá o lepších mechanických a fyzikálních vlastnostech, lepší trvanlivosti a životnosti Ionomerové fólie (DUPONT PV 5400) oproti EVA folii.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Malá československá encyklopedie Pom / S, Říman, 1987
- [2] Vodní turbíny, jejich konstrukce a příslušenství, M. Nechleba, 1962
- [3] NERUDA Jan: Výroba a zdroje elektrické energie, Pedagogická fakulta - Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008
- [4] Power Point prezentace, Odbor ŽP Města Litoměřice
- [5] Katalog firmy, Filtr Zeos s.r.o. Hradec Králové
- [6] Katalog firmy, Zking s.r.o. Bystřice pod Hostýnem
- [7] Wikipedie, internetová encyklopedie – Geotermální energie, Dostupná z WWW:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Geotermální_elektrárna>
- [8] Solární energie, Autorský tým - Mgr. Martin Doležal / Mgr. Jana Nevřalová / Ing. Bc. Miloslav Otýpka / Mgr. Věroslav Vala, Střední průmyslová škola strojní a stavební – Tábor, str. 20-21
- [9] PDF document - Studijní materiály VŠB TU Ostrava, Dostupné z WWW:
<<http://rccv.vsb.cz/Island/docs/Fotovoltaika.pdf>>
- [10] SOLARTEC s.r.o., Fotovoltaika a fotovoltaické systémy v podmínkách ČR a jejich navrhování – interní dokument firmy SOLARTEC s.r.o.
- [11] Shulamith Schlick, Ionomers: Characterization, Theory, and Applications, CRC Press LLC, 1996, ISBN 0-8493-7648-3, [online], [cit 2008-04-10]. Dostupný z WWW:
<<http://books.google.com>>
- [12] Sova, M., Krebs, J., Termoplasty v praxi, Verlag Dashöfer, Praha, 2001
- [13] Eisenberg, A., Kim, J. S., Introduction to Ionomers 1. Edition, Wiley-Interscience, 1998, ISBN-10 0471246786, ISBN-13 978-0471246787
- [14] Eisenberg, A.; Rinaudo, M., Polymer Bull., Vol. 24, Page 671, 1990.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Mpa	Megapascal
FVE	fotovoltaická elektrárna
EVA	ethylen vinyl acetát kopolymer
°C	Stupně Celsia
mm	Milimetr
m	Metr
hod	Hodina
s	Sekunda
min	Minuta
ot	Otáčka
kg	Kilogram
t	Tuna
kW	Kilowatt
Kč	Česká koruna
%	Procenta
m ³	Metr krychlový
mm ³	Milimetr krychlový
J	Joule

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Předpoklad potřeby energie do roku 2020	13
Obr. 2 - Předpoklad potřeby energie do roku 2060	13
Obr. 3 - Offshore větrné elektrárny	17
Obr. 4 - Nízkotlaká vodní elektrárna	24
Obr. 5 - Vysokotlaká vodní elektrárna.....	24
Obr. 6 - Základní druhy solárních modulů	33
Obr. 7 - Složení solárního článku	35
Obr. 8 - Volt-ampérová charakteristika solárního článku.....	36
Obr. 9 – Inovativní materiály.....	41
Obr. 10 – a) Zobrazení struktury ionomeru v pevném stavu; 1-iontová oblast, 2- amorfní domény, 3- krystalické domény. b) Zobrazení struktury ionomeru v tavenině, bez krystalických domén, které se teplem rozkládají; 1- iontová oblast, 2- amorfní domény [5].....	44
1	
Obr. 11 - Výkonnost v nezávislých studiích "Pro materiály na bázi uhlovodíků, pouze ionomer demonstruje UV stabilitu 10X vyšší než aplikace CPV "	44
Obr. 12 - Příkladový obr. Ionomer folie	45
Obr. 13 – PV moduly průniku vlhkosti Profil Po 2000hr Vlhké teplo	46
Obr. 14 – odolnost proti vlhkosti	47
Obr. 15 – pevnost v ohybu.....	47
Obr. 16 - prostupnost světla.....	48
Obr. 17 - Upínací modul – pohled 1	48
Obr. 18 – Upínací modul – pohled 2	48
Obr. 19 – Laminace	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 21 – Průběh laminace Ionomer (DUPONT PV 5400).....	50
Obr. 22 – Průběh laminace Ionomer (DUPONT PV 5400).....	51
Obr. 23 – Falsh test.....	52
Obr. 22 – VA charakteristika.....	53
Obr. 22 – VA charakteristika.....	54
Obr. 25 – Fotovoltaické elektrárny fasáda.....	56
Obr. 26 – Velká fotovoltaika pole.....	57

Obr. 27 – Fotovoltaická elektrárna střech..... 58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - naměřených hodnot EVA folie PHOTOCAP ® 15505P HLT ™

Tabulka 2 - Varianty materiálu

Tabulka 3 - Proces laminování

Tabulka 4 - rychlost přenosu vodní páry

Tabulka 5 - elektrický odpor

Tabulka 6 - Elektrické parametry

Tabulka 7 – Elektrické parametry

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY