



Středoškolská technika 2010

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

SOLÁRNÍ FVE ISSNP – ekonomická analýza

Petr Vaníček

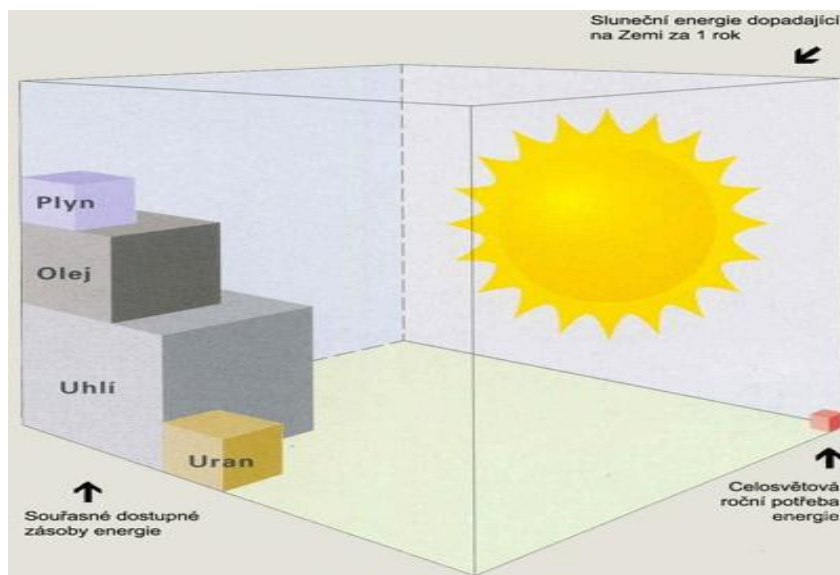
Integrovaná střední škola, 4. ročník
Kumburská 846, Nová Paka

Úvod

Každý již někdy přemýšlel nad tím, jak ušetřit za spotřebovanou elektrickou energii v domě či jak výhodně investovat ušetřené peníze a ulehčit tak částečně životnímu prostředí, kterému dává lidstvo pořádně zabrat. Proč tedy nevyužít všude dostupnou sluneční energii, které je nadbytek? Proto jsem si jako téma práce zvolil projekt fotovoltaické elektrárny na budově školy. K zvolení tohoto tématu mě vedl především můj osobní zájem o fotovoltaiku a pak také spolupráce s firmou Standby Solar.

Přírodní zásoby energií

Sluneční energie, která dopadne za rok na naši planetu, představuje na obrázku největší krychli, tudíž mnohonásobně převyšuje veškeré prozatímní přírodní zásoby ropy, uhlí i plynu dohromady, které jsou vidět v levé části obrázku (viz obr. 1). Pro porovnání je vpravo dole malá krychlička představující roční energetickou spotřebu lidstva. Proto je nutné tuto přebytečnou sluneční energii lépe využít!!



Obr. 1: Přírodní zásoby energií

2) Charakteristika projektu

Historický vývoj

Objevem fotovoltaického jevu v roce 1839 Alexandrem Edmondem Becquerelem se začíná psát historie tohoto odvětví, které se neustále vyvíjí a zdokonaluje. Avšak první fotovoltaický článek byl sestaven až v roce 1883 Charlesem Frittsem. Ten tenkou vrstvou zlata potáhl selenem. Při této konstrukci dosahovala účinnost pouze 1%.

Později, konkrétně roku 1946, si nechal konstrukci článku patentovat Russel Ohl, ale to ještě nedosahoval dnešní podoby. Té bylo dosaženo roku 1954 v Bellových laboratořích, kde při experimentování s dopováním křemíku byla objevena jeho citlivost na světlo. Tím byl zrealizován fotovoltaický článek s přibližnou účinností 6%. Podstatný význam fotovoltaiky se projevil především v kosmonautice, jelikož je to dlouhodobě jediný dostupný zdroj energie ve vesmíru.

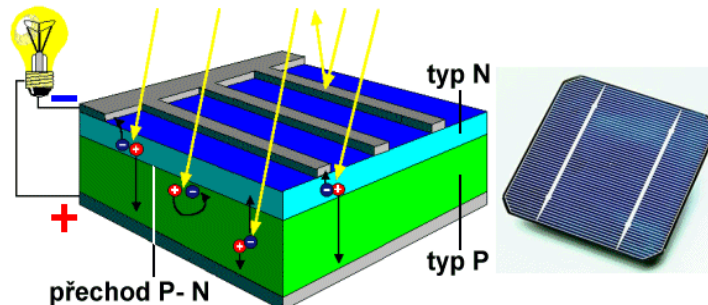
V 70. letech se fotovoltaické články postupně dostávají z kosmu a laboratoří i pro běžnější použití.

Současné trendy

Počáteční uplatnění fotovoltaických článků, tedy použití jako napájení vesmírných družic, sond, stanic apod., je nenahraditelné a využívá se dodnes, avšak fotovoltaika si našla značné uplatnění i v řadě dalších oblastí. Využívá se pro napájení kalkulaček, telefonů, jako zdroj energie v místech bez připojení k síti, experimentuje se s automobily poháněnými na solární články apod. Sluneční záření je nevyčerpatelným zdrojem energie, proto se i nadále věnuje vývoji fotovoltaických článků značné úsilí. Výroba elektrické energie z fotovoltaických systémů je velice ekologická, nehluká a z hlediska investičního velice výnosná.

Princip fotovoltaického jevu

Principem jevu je dopad světla na přechod mezi dvěma polovodičovými prvky, na kterém následně vzniká elektrické napětí. Tento princip popisuje obr. 2. Světlo se skládá z mnoha malých nosičů energie, tzv. fotonů. Po dopadu fotonů na solární článek se uvolní elektrony na N-vrstvě a přesouvají se k P-vrstvě křemíkového polovodiče. Tento přesun se nazývá průtok proudu a jde vždy od záporného pólu ke kladnému pólu. Takto vzniklý proud je odváděn elektrodami.



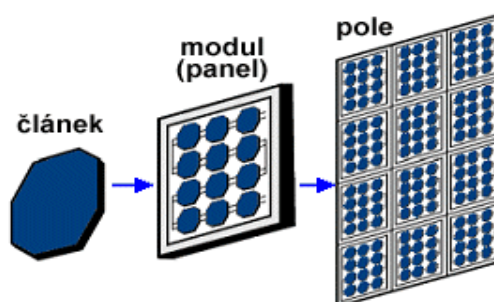
Obr. 2: Princip fotovoltaického jevu

Jeden solární článek umí vyrobit při maximálním výkonu elektrický proud až 3 A a napětí 0,5 V. Významná vlastnost článků je snadnost vzájemného napojení pro sestavení celých panelů. V obvyklém panelu bývá 36 článků o výstupním napětí 12V nebo také 72 článků o výstupním napětí 24 V. Panely mají různé hodnoty výkonu (150 až 280 W). Jednotkou panelů je Wattpeak (Wp) neboli špičkový výkon.

Komponenty FVE

Panely

Fotovoltaické panely jsou základním stavebním prvkem celé FVE. Solární panel je složen ze solárních (fotovoltaických) článků, které mohou být tvořeny polovodičovými nebo organickými prvky, které mění světelnou energii v energii elektrickou (viz obr. 3). Přímou přeměnou světla na elektrickou energii se dnes zabývá samostatná specializace. Fotoelektrický efekt vysvětluje vznik volných elektrických nosičů dopadem záření. Celkově se daří za pomoci křemíkových solárních panelů přeměnit v elektrickou energii jen asi 17% energie dopadajícího záření.



Obr. 3: Složení FV modulu a pole

Měniče

Dalším stavebním prvkem fotovoltaických elektráren jsou měniče, tj. zařízení, která změní stejnosměrné napětí produkované fotovoltaickými články na střídavé o určité velikosti, zabezpečí udržení přesné frekvence a její sfázování s napětím v distribuční síti (viz obr. 4).



Obr. 4: Měnič Fronius

Dále jsou zapotřebí i montážní systémy, kabeláže, kabelová vedení, elektrické ochrany, ochrana proti blesku atd.

Rozdělení systémů dle účelu

Podle účelu použití lze fotovoltaické systémy rozdělit do 3 skupin (viz níže). Nejvýznamnější skupinou jsou jednoznačně síťové systémy, které například v Německu tvoří více než 90 % veškerých instalací.

Drobné aplikace

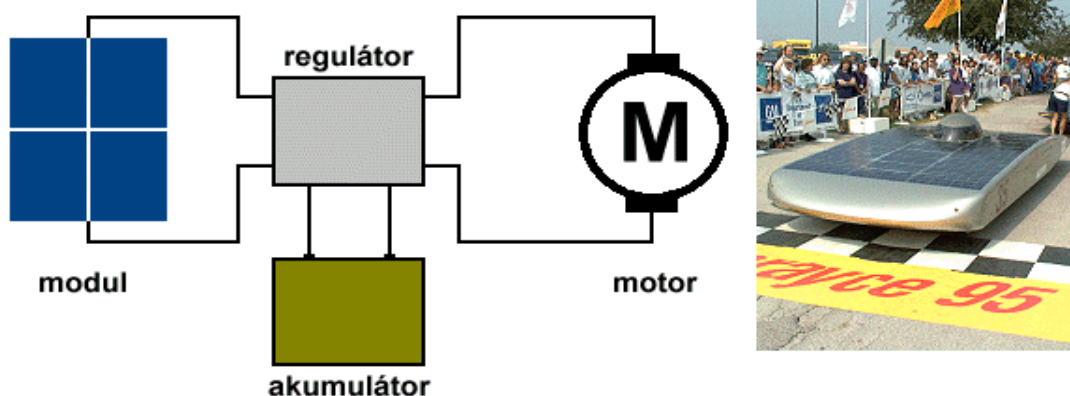
Tvoří nejmenší, ale nezanedbatelný podíl na FV trhu. Každý jistě zná FV články v kalkulačkách nebo také solární nabíječky akumulátorů (viz obr. 5). Trh drobných aplikací nabývá na významu, protože se množí poptávka po nabíjecích zařízeních pro okamžité dobíjení akumulátorů (mobilní telefony, notebooky, fotoaparáty, MP3 přehrávače apod.) na dovolených, v kempech, popř. ve volné přírodě.



Obr. 5: Drobné FV aplikace

Ostrovní systémy (off-grid)

Používají se všude tam, kde není k dispozici rozvodná síť a kde je potřeba střídavého napětí 230 V. Obvykle jsou ostrovní systémy instalovány na místech, kde není účelné anebo není možné vybudovat elektrickou přípojku. Důvody jsou zejména ekonomické, tzn. náklady na vybudování přípojky jsou srovnatelné (nebo vyšší) s náklady na fotovoltaický systém (vzdálenost k rozvodné síti je více než 500 m). Jedná se zejména o odlehlé objekty, jakými jsou např. chaty, karavany, jachty, napájení dopravní signalizace a telekomunikačních zařízení, zahradní svítidla, světelné reklamy apod (viz obr. 6).



Obr. 6: Princip ostrovního systému u solárního automobilu

Off-grid systémy se dále dělí na systémy s přímým napájením, hybridní systémy a systémy s akumulací elektrické energie. U systémů s přímým napájením se jedná o prosté propojení solárního panelu a spotřebiče, kdy spotřebič funguje pouze v době dostatečné intenzity slunečního záření (nabíjení akumulátorů malých přístrojů, čerpání vody pro závlahu, napájení ventilátorů k odvětrání uzavřených prostor atd.).

Hybridní ostrovní systémy se používají tam, kde je nutný celoroční provoz se značným vytížením. V zimních měsících je možné získat z fotovoltaického zdroje podstatně méně elektrické energie než v letních měsících. Proto je nutné tyto systémy navrhovat i na zimní provoz, což má za následek zvýšení instalovaného výkonu systému a podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Z těchto důvodů jsou fotovoltaické systémy doplňovány alternativním zdrojem energie, kterým může být např. větrná elektrárna, malá vodní elektrárna, elektrocentrála, kogenerační jednotka atd.

Typickými představiteli systémů nezávislých na síti jsou systémy s akumulací elektrické energie. Oproti síťové verzi (viz níže) vyžaduje tento systém navíc solární baterie, které uchovávají vyrobenou energii na dobu, kdy není dostatek slunečního svitu (v noci). Optimální dobíjení a vybíjení akumulátorové baterie je zajištěno elektronickým regulátorem.

Ostrovní systém se poté skládá z fotovoltaických panelů, regulátoru dobíjení akumulátorů, akumulátoru (většinou Pb), střídače, sledovače Slunce a indikačních a měřicích přístrojů.

Síťové systémy (on-grid)

Jsou nejvíce uplatňovány v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. V případě dostatečného slunečního svitu jsou spotřebiče v budově napájeni vlastní „solární“ elektrickou energií a případný přebytek je dodáván do veřejné rozvodné sítě. Při nedostatku vlastní energie je elektrická energie z rozvodné sítě odebírána. Systém funguje zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Připojení k síti podléhá schvalovacímu řízení u rozvodných závodů. Špičkový výkon fotovoltaických systémů připojených k rozvodné síti je v rozmezí jednotek kilowatt až jednotek megawatt.

V současnosti se tento typ systémů jeví jako zajímavá investiční příležitost, kdy je veškerá produkce FV elektrárny prodávána do sítě za tzv. výkupní tarify. V ČR je výkupní cena pro rok 2010 stanovena na 12,25 Kč/kWh do velikosti instalace do 30 kWp, jakožto cena minimální s garancí této částky po dobu minimálně 20 let. Možnosti aplikace: střechy rodinných domů (1-10 kWp), fasády a střechy administrativních budov (desítky až stovky kWp) a jiné nemovitosti.

Dalším zajímavým odvětvím je integrace fotovoltaiky přímo do budov, ať už do střech nebo fasád. Tento systém se označuje zkratkou BIPV (Building Integrated Photovoltaics – fotovoltaika integrovaná do budov – viz obr. 7).



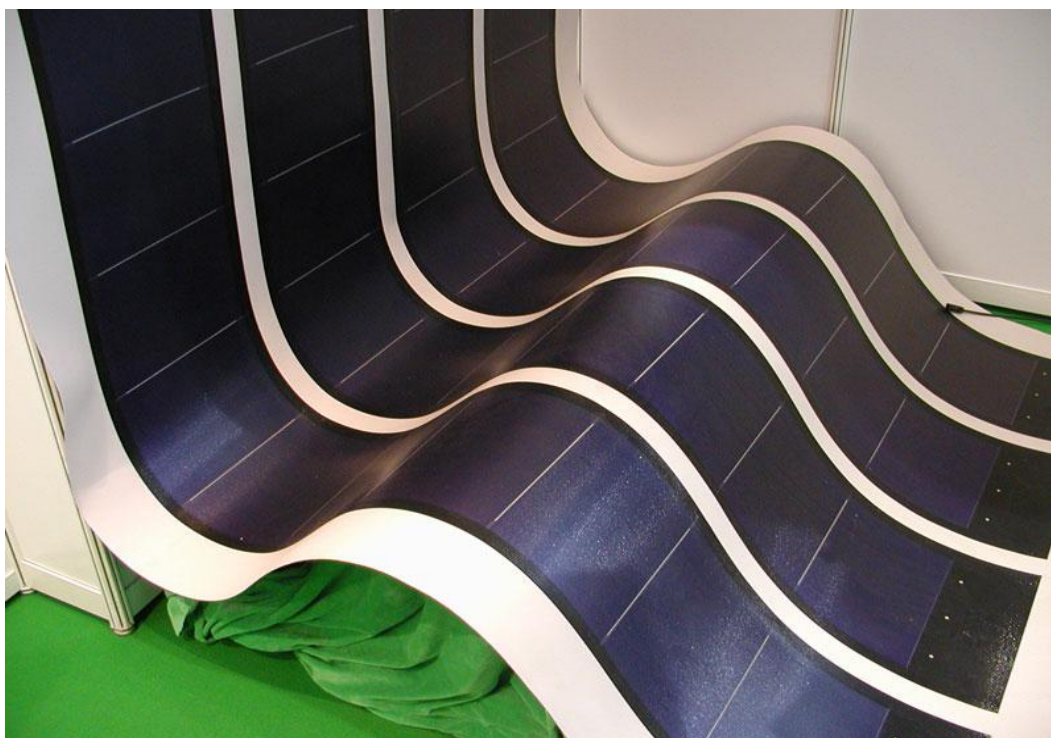
Obr. 7: Příklad BIPV – Fotovoltaiky integrované do budov

Aplikace fotovoltaiky v obvodových pláštích budov (střechy, fasády) představuje významný fenomén, který přispívá k její atraktivitě a má příznivý dopad na snížení nákladů na instalaci FV systémů. V průběhu posledních pěti let bylo ve světě realizováno mnoho fasádních systémů, a to hlavně v Japonsku, v zemích EU a ve Spojených státech. Velmi široká škála pojetí fotovoltaických fasád má původ v kreativité, která je vlastní architektonickému pohledu na životní prostředí člověka. Solární panel v mnoha různých podobách se stal přímo výzvou pro architekty a konstruktéry, což v mnohých případech vedlo ke zcela novým a velmi atraktivním řešením, nejenom obvodových plášťů, ale i koncepcí budov.

Obvodové pláště budov plní mnoho funkcí, které souhrnně zajišťují přijatelné životní podmínky pro uživatele objektu. V závislosti na vnějších podmínkách se zpravidla jedná o fyzické oddělení interiéru od exteriéru poskytující ochranu před vnějšími klimatickými podmínkami, zajištění tepelné pohody, fasády ochraňují vnitřní prostor před přesvětlením. Střechy a fasády budov však mohou plnit i aktivní funkci zdroje energie, a to jak tepelné, tak i elektrické. Pláště budov jsou vystavovány nemalým energetickým tokům v podobě slunečního záření. Využívání této energie pomocí zařízení umístěných na střeších a fasádách budov představuje významný přínos v úspoře primárních energií.

Jsou-li standardní stavební prvky pro realizaci pláště budovy vybaveny solárními články, získává tak budova novou dimenzi. Část své běžné energetické spotřeby je schopná kryt z vlastní produkované energie.

Příkladem fotovoltaiky integrované do budov uvádíme střešní integrovaný fotovoltaický systém pro ploché střechy („fotovoltaická fólie“ - viz obr. 8).



Obr. 8: Fotovoltaická fólie

Podpora FV v ČR

Česká republika se zavázala splnit cíl 8 % hrubé výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny k roku 2010 a společně s tím vytvořit takové legislativní a tržní podmínky, aby zachovala důvěru investorů do technologií na bázi OZE. Tak je to definováno ve Směrnici 2001/77/ES, kterou ČR implementovala do svého právního řádu prostřednictvím Zákona č. 180/2005 Sb. Směrnice již ovšem nedefinuje konkrétní nástroje k dosažení tohoto cíle a ponechává jejich volbu na rozhodnutí členských států.

Česká republika se rozhodla zavést mechanismus výkupních cen (tzv. feed-in tariff) v kombinaci se systémem „zelených bonusů“. Ze získaných zkušeností po celém světě dnes můžeme tvrdit, že z pohledu fotovoltaiky a jejího rozvoje se tento systém osvědčil asi nejlépe. Také proto dnes tento systém v Evropě (a nejen tam) dominuje a mnohé další země jej zavádějí. Existují však i jiné způsoby podpory fotovoltaiky a trhu s těmito produkty, které často feed-in tariff doplňují.

Mechanismus výkupních cen a zelených bonusů (feed-in tariff)

Princip výkupních cen: Ze zákona č. 180/05 Sb. vyplývá povinnost pro provozovatele přenosové soustavy nebo distribuční soustavy připojit fotovoltaický systém do přenosové soustavy a veškerou vyrobenou elektřinu (na kterou se vztahuje podpora) vykoupit. Výkup probíhá za cenu určenou pro daný rok Energetickým regulačním úřadem a tato cena bude vyplácena jako minimální (navyšuje se o index PPI) po dobu následujících patnácti let (investor je povinen podávat hlášení o naměřené výrobě v půlročních intervalech). Př. - investor se rozhodne uvést do provozu systém v roce 2010 a rozhodne se pro systém výkupních cen. Pro daný rok uvedení systému do provozu je platná cena 12,25 Kč/kWh, a tudíž v následujících dvaceti letech bude investor svoji elektřinu prodávat minimálně za tuto cenu. Tato cena nemůže klesnout, naopak, bude navyšována o index PPI (Cenový index průmyslové výroby = čili průmyslová inflace).

Princip zelených bonusů: Investor si ovšem může vybrat i jiné schéma podpory - tzv. zelený bonus (zeleným bonusem se rozumí finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny, která zohledňuje snížené poškození životního prostředí využitím obnovitelného zdroje). Tento systém je více ve shodě s liberalizovaným trhem. Výrobce si na trhu musí najít obchodníka, kterému elektřinu prodá za tržní cenu. Cena je nižší než u konvenční elektřiny, protože v sobě obsahuje nestabilitu výroby, a je různá pro různé typy OZE. V momentu prodeje získá výrobce od provozovatele distribuční soustavy tzv. zelený bonus neboli prémii (pro rok 2010 je ve výši 11,28 Kč při výkonu do 30 kWp a 11,18 Kč při výkonech vyšších jak 30 kWp). Předně takovýto systém je povinný pro investory, kteří budou vyrobenou elektřinu využívat pro vlastní spotřebu. Tudíž při použití zeleného bonusu se dá zjednodušeně říci, že za každou vyrobenou a zároveň spotřebovanou kWh škola dostane a ušetří 16,78 Kč, což by dělalo přibližně 520 Kč/ pracovní den.

Daňová úleva

Z hlediska investice do fotovoltaiky je důležitý také zákon č. 586/1992 Sb. o daních z příjmů, který říká, že příjmy z provozu obnovitelných zdrojů energie jsou osvobozeny od daně ze zisku, a to v roce uvedení do provozu a následujících 5 let (§ 4 písmeno e).

Osvobozeny od daně tedy jsou: „příjmy z provozu malých vodních elektráren do výkonu 1 MW, větrných elektráren, tepelných čerpadel, solárních zařízení, zařízení na výrobu a energetické využití bioplynu a dřevoplynu, jiné způsoby výroby elektřiny nebo tepla z biomasy, zařízení na výrobu biologicky degradovatelných látek stanovených zvláštním předpisem, zařízení na využití geotermální energie (dále jen "zařízení"), a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech. Za první uvedení do provozu se považuje i uvedení zařízení do zkušebního provozu, na základě něhož plynuly nebo plynou poplatníkovi příjmy, a dále případy, kdy malá vodní elektrárna do výkonu 1 MW byla rekonstruována, pokud příjmy z této malé vodní elektrárny do výkonu 1 MW nebyly již osvobozeny. Za první uvedení do provozu se považují i případy, kdy zařízení byla rekonstruována, pokud příjmy z provozu těchto zařízení nebyly již osvobozeny. Doba osvobození se nepřerušuje ani v případě odstávky v důsledku technického zhodnocení nebo oprav a udržování“

3) Vlastní obsah projektu a ekonomická analýza

K projektu FVE na budovu školy jsem se rozhodl po konzultaci s panem učitelem Ing. Lubošem Malým. Poté jsem kontaktoval pana Roberta Cholenského z firmy Standby Solar pro možnost konzultace, při níž jsem se dozvěděl další cenné informace. Při výběru vhodného panelu mi pan Cholenský pomohl vybrat panel od firmy Sunworld typ SW 180 (katalogový list je obsažen v příloze č. 1).

Hlavními důvody pro projekt FVE na škole byly především:

- 1) úspory školních výdajů za elektrickou energii
- 2) tržby za vyrobenou energii
- 3) tržby za nevyužitou elektrickou energii (např. v letních měsících a o víkendech)
- 4) možnost využití FVE jako výukové pomůcky v laboratoři elektrotechnického měření

Současný stav

Při rozhodování, kde spotřebovávat vyrobenou elektřinu, jsem bral v potaz ceny, které si distributor elektrické energie účtuje. Rozhodl jsem tedy, že jako nejvhodnější bude spotřebovávat elektřinu v kuchyni, která má vyšší tarif. Tím se tedy zvýší úspory.

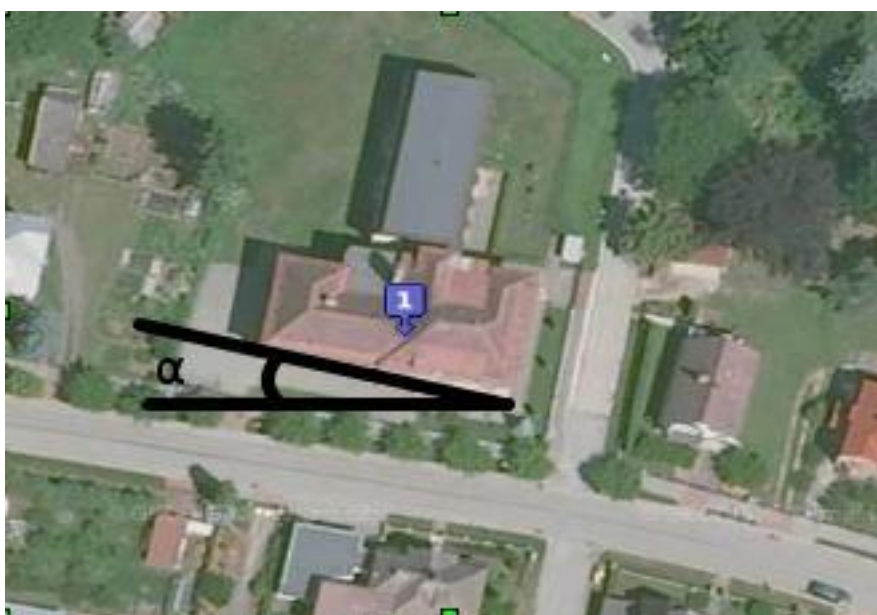
Vyrobena energie bude použita pro provoz kuchyně, která díky ní teoreticky pokryje téměř veškeré náklady za elektřinu. Kuchyně má samostatný okruh rozvodu elektrické energie se samostatným elektroměrem. Výpis spotřeby uvádím v příloze č 2. V současné době se ve školní kuchyni spotřebovává průměrně 11520 kWh ročně, což při platbě 5,50 Kč za 1 kWh dělá 63 360 Kč ročně. Celá škola spotřebovává za rok přibližně 62300 kWh, což dělá cca 370 000 Kč. Proto bude úkolem FVE snížit tyto výdaje na co nejmenší částku.

Návrh řešení

Při posuzování vhodné velikosti FVE mi pomohl plánec jižního pohledu na školu v měřítku 1:100, který mi poskytl ředitel, a pohled na letecké mapy (viz obr. 9). Narýsoval jsem FV panely tak, aby byla co nejefektivněji využita plocha střechy. Výsledek mě celkem překvapil, jelikož jsem si myslel, že se na střechu bude vejít FVE s výkonem mezi 6-8 kWp. Konečný instalovatelný výkon mi vyšel 12,6 kWp. V následující tabulce jsou shrnuty parametry. Nákras umístění panelů uvádím v příloze č.3 .

Počet panelů	Využitá plocha střechy	Celkový výkon
70 ks	89,6 m ²	12,6 kWp

Tabulka č. 1



Obr. 9: Letecký snímek polohy školy a její odklonění od jihu k západu

U tohoto typu střechy by neměl být se zatížením problém, protože tyto střechy jsou zkonstruovány pro velkou zátěž sněhem. Pro FVE bývá udáváno zatížení mezi 20-30 kg/m². Váha jednoho panelu typu SW180 je 15 kg + hmotnost konstrukcí a kabeláže.

Ideální sklon pro FVE na střechách je udáván jako 34°. Menším nedostatkem naší střechy je fakt, že její náklon ani natočení není úplně ideální. Náklon střechy je cca 60° a její natočení je vychýleno cca 15-17° k západu (viz obr. 9 – označeno α). Touto odchylkou se sníží reálný výkon na cca 90% z instalovaného maximálního výkonu.

Technické parametry navržených FV panelů popisuje příloha č. 4. Dle informací od pana Cholenského bude tento rok cena za 1 Wp přibližně 85 Kč. Předpokládaná investice do FVE bude tedy při realizaci tento rok činit **1 070 000 Kč**.

Pro výpočet přibližného ročního objemu výroby elektrické energie jsem využil tabulkový procesor, který mi práci usnadnil. Pro naši oblast je udáváný dopad slunečního záření cca 1000 kWh/m². Pokud tedy vynásobíme mezi sebou velikost instalace FVE a přibližný roční dopad slunečního záření, získáme roční předpoklad vyrobené energie. Následnou roční tržbu získáme vynásobením tohoto předpokladu a výše „zeleného bonusu“ činícího pro letošní rok 11,28 Kč. Pro názornost jsou výpočty uvedeny v tabulce č. 2.

Velikost instalace (v kWp)	Průměrný roční dopad slunečního záření na 1m ² (v kWh)	Roční předpoklad vyrobené energie (v kWh)
12,6	1000	12600
Zelený bonus		Roční tržba
11,28 Kč		142 128,00 Kč

Tabulka č. 2 – Tržby za vyrobenou elektrickou energii

Kalkulace

Při nastíněné situaci by byly úspory za nenakoupenou energii přibližně 61 380 Kč. Tohoto čísla jsem se dopočítal vynásobením množství vyráběné elektřiny a cenou elektřiny, která se pro kuchyň nakupuje za 5,50 Kč/kWh.

Pořizovací cena	Roční tržba při zeleném bonusu	Uspora elektrické energie
1 070 000,00 Kč	142 128,00 Kč	69 300,00 Kč
Cena za 1 kWh		Výnosy
5,50 Kč		211 428,00 Kč
	Hrubá (teoretická) návratnost	
	5,06082448871483	

Tabulka č. 3 – Roční výnosy z provozu FVE

Možnosti financování

1. První možností je financování projektu **z vlastních zdrojů**. Tento způsob je dle mého názoru nejjednodušší, ale asi nejnejpřístupnější.

2. Druhou variantou mohla být dotace **z fondu Zelená energie**. Tento fond by byl pro náš projekt neekonomičtější. Bohužel jsme se žádostí přišli příliš pozdě, protože na rok 2010 se již příspěvky neposkytují. Možnost žádat o příspěvek byl stanoven do 31.12. 2009.

3. Další možností je získání bankovního úvěru. Pro tento typ investice je dle mého názoru nejvhodnější překlenovací **úvěr Helios**. Pro zvolení tohoto typu úvěru mě vedly především jeho následující velké výhody.

- Možnost započítat výnos ze zeleného bonusu do prokazovaných příjmů
- Akontace od 0%
- Mohou ho využít jak stávající tak noví klienti
- Lze použít i pro hotový projekt uvedený do provozu
- Možnost úvěr kdykoliv splatit bez sankcí
- Úroková sazba již od 4,9% p.a.
- Možnost odložení splácení do doby kolaudace a zprovoznění (max. 6 měsíců)
- Autorizovaný projekt FV systému zdarma
- a mnoho dalších výhod...

▪ V tabulce č. 4 je nastíněn splátkový kalendář úvěru Helios, kde vidíme, že doba splacení úvěru a návratnost by byly při splácení 135 000 Kč ročně mezi 11. a 12 rokem. Z tabulky je tedy patrné, že při využití úvěru Helios budou roční výnosy použitelné na učební pomůcky a vybavení učeben činit přes **2,7 miliónu korun**.

Rok	Zbývá ke splacení	Urok 4,9%	Splátka	Zůstatek výnosů
1	1 070 000 Kč		135000	76 428,00 Kč
2	987 430 Kč			76 428,00 Kč
3	900 814 Kč			76 428,00 Kč
4	809 954 Kč			76 428,00 Kč
5	714 642 Kč			76 428,00 Kč
6	614 659 Kč			76 428,00 Kč
7	509 777 Kč			76 428,00 Kč
8	399 757 Kč			76 428,00 Kč
9	284 345 Kč			76 428,00 Kč
10	163 277 Kč			76 428,00 Kč
11	36 278 Kč			76 428,00 Kč
12	-96 944 Kč			173 372,28 Kč
13				211 428,00 Kč
14				211 428,00 Kč
15				211 428,00 Kč
16				211 428,00 Kč
17				211 428,00 Kč
18				211 428,00 Kč
19				211 428,00 Kč
20				211 428,00 Kč
Zůstatek po 20 letech				2 705 504,28 Kč

Tabulka č. 4 – Splátky Helios

▪ Nevýhodou je, že úvěr Helios je určen pro fyzické osoby.

4. Možnost získání dotace či příspěvku, která by nám velmi pomohla s financováním. Pro náš případ bude asi nejlepší kombinace, kdy se budeme snažit získat dotaci v co nejvyšší míře a na zbylou částku použít **bankovní úvěr Komerční banky**.

→ Na uvedený typ projektu lze získat dotaci z Operačního programu životní prostředí - opatření 3.1.2 Výstavba a rekonstrukce zdrojů elektřiny využívajících OZE (viz informace v příloze č. 5)

→ Zmíněná příspěvková organizace kraje je přijatelným žadatelem a může získat dotaci až 40 % nákladů, a to max. 6 mil Kč. Z časového hlediska je předpoklad vyhlášení výzvy a příjmu žádostí v únoru a březnu 2010

→ S ohledem na výši projektu (pod 30 mil Kč) je financování možné na korporátní riziko, do hodnocení příjmů se ovšem nezahrnují budoucí výnosy z výroby elektrické energie. Maximální délka splatnosti úvěru je 7 let

→ V tabulce č. 5 je nastíněn splátkový kalendář bankovního úvěru Komerční banky, kde vidíme (v případě získání dotace na 40% nákladů), že doba splacení úvěru a návratnost, by byli při splácení 135 000 Kč ročně mezi 6. a 7. rokem. Z tabulky je zřejmé, že při využití úvěru z Komerční banky budou roční výnosy, použitelné na učební pomůcky a vybavení učeben, činit téměř **3,3 miliónu korun**.

Rok	Zbývá ke splacení	Urok 7%	Splátka	Zůstatek výnosů
1	642 000 Kč		135000	76 428,00 Kč
2	551 940 Kč			76 428,00 Kč
3	455 576 Kč			76 428,00 Kč
4	352 466 Kč			76 428,00 Kč
5	242 139 Kč			76 428,00 Kč
6	124 088 Kč			76 428,00 Kč
7	-2 225 Kč			78 653,36 Kč
8				211 428,00 Kč
9				211 428,00 Kč
10				211 428,00 Kč
11				211 428,00 Kč
12				211 428,00 Kč
13				211 428,00 Kč
14				211 428,00 Kč
15				211 428,00 Kč
16				211 428,00 Kč
17				211 428,00 Kč
18				211 428,00 Kč
19				211 428,00 Kč
20				211 428,00 Kč
Zůstatek po 20 letech				3 285 785,36 Kč

Tabulka č. 5 – Komerční banka

5. Financování pomocí **České spořitelny**.

• **Americká hypotéka**

→ je úvěr zajištěný zástavním právem k nemovitosti (vlastní i cizí) a poskytuje se fyzickým osobám - občanům na soukromé účely (není určen na financování podnikatelských aktivit klienta)

→ Zajištění úvěru

- do 500.000,-- není potřeba odhad nemovitosti, list vlastnictví, 2 fotografie nemovitosti a prokázání příjmu
- nad 500.000,-- odhad nemovitosti znalce ČS, list vlastnictví a prokázání příjmu
- zástavní právo k pohledávkám z pojištění nemovitostí slouží jako dozajištění úvěru

- Výše úvěru
 - min. 150 000,- Kč, max. výše není stanovena
 - horní hranice úvěru je limitována hodnotou zástavy, cenou investice vyplývající z dokladů předložených k doložení účelu úvěru a schopností klienta splatit úvěr ve sjednané lhůtě
- Úroková sazba
 - úroková sazba je fixní po celou dobu splácení úvěru a je závislá na výši úvěru a délce splatnosti
- Lhůta splatnosti
 - krátkodobý - do 1 roku
 - střednědobý - do 5 let
 - dlouhodobý - do 20 let
 - lhůta splatnosti úvěru počíná běžet od data uzavření smlouvy o úvěru
- Poplatky spjaté s poskytnutím úvěru :
 - vyřízení úvěru – 0,8% z výše úvěru (min. 5 tis., max. 20 tis.)
 - vedení úvěrového účtu 97 Kč
 - poplatek za mimořádnou splátku (1% z výše mim. splátky min. 500 Kč max. 5 tis. Kč)
- Žádost o výjimky z předpisů :
 - možnost započítání budoucích příjmů z prodeje elektrické energie do hodnocení bonity klienta
 - v případě vkladu mimořádné splátky na úvěr hrazené z dotace se poplatek za mimořádnou splátku nebude účtovat
 - v případě vkladu mimořádné splátky možnost snížení splátky pro zbývající splatnost úvěru, případně při zachování splátky zkrácení splatnosti
- Úvěry bez zajištění – další možnost financování :
 - dále Česká spořitelna, a.s. nabízí úvěry bez zajištění až do výše Kč 200.000,-- bez zajištění na jednotlivce (v případě manželského páru až 400.000,-- bez zajištění)
- Další výhody :
 - možnost odkladu splátek od doby sepsání úvěrové smlouvy do doby připojení do distribuční sítě
 - čerpání postupné – dle kupní smlouvy
 - platby od ČEZ na účet vedený u České spořitelny, a.s.
 - úvěry se řeší individuálně dle požadavků klientů
- Možnost financování prostřednictvím úvěru ze stavební spořitelny – zpracujeme individuální nabídku
- Možnost financování i pro právnické osoby – zpracujeme individuální nabídku

→ Orientační výpočet je uveden v tabulce č. 6, kde jsou vidět konkrétní informace. Za použití Americké hypotéky budou roční výnosy použitelné na učební pomůcky a vybavení učeben činit mírně přes **3,15 miliónu korun**.

	Varianata
druh	Americká hypotéka
Výše	642 000,00 Kč
úroková sazba	8,30% 84
doba trvání měsíců	120
Poplatek jednorázový	5 136,00 Kč
Měsíční náklady	
anuita	7 930,82 Kč
Poplatek měsíční	97,00 Kč
Měsíční náklady celkem	8 027,82 Kč
Zajištění	
Nemovitostí nebo dle metodiky	
Znalecký posudek	5 000,00 Kč
Zaplacené úroky	309 698,47 Kč
Poplatky	16 776,00 Kč
Celkem zaplaceno navíc	326 474,47 Kč

Tabulka č. 6 – Americká hypotéka

Rok	Zbývá ke splacení	Urok 8,3%	Splátka	Zůstatek výnosů
1	642 000 Kč		96324	115 104,00 Kč
2	598 962 Kč			115 104,00 Kč
3	552 352 Kč			115 104,00 Kč
4	501 873 Kč			115 104,00 Kč
5	447 205 Kč			115 104,00 Kč
6	387 998 Kč			115 104,00 Kč
7	323 878 Kč			115 104,00 Kč
8	254 436 Kč			115 104,00 Kč
9	179 230 Kč			115 104,00 Kč
10	97 783 Kč			115 104,00 Kč
11	9 575 Kč			115 104,00 Kč
12	-85 955 Kč			201 058,75 Kč
13				211 428,00 Kč
14				211 428,00 Kč
15				211 428,00 Kč
16				211 428,00 Kč
17				211 428,00 Kč
18				211 428,00 Kč
19				211 428,00 Kč
20				211 428,00 Kč

Zůstatek po 20 letech **3 158 626,75 Kč**

Tabulka č. 7 – kalkulace Americká hypotéka.

- Financování přes **Českou spořitelnu** s pomocí **firmy Ševela s.r.o.**

- Výše úvěru
 - až 15 000 000 Kč
- Vlastní zdroje
 - min. 20% z projektu
- Účel
 - výstavba fotovoltaické elektrárny
- Způsob čerpání
 - účelové, na základě faktur na účet dodavatele
- Splácení jistiny
 - měsíčně, degressivně (splátka jistiny a úroku samostatně)
- Splatnost
 - v závislosti na Cash Flow projektu a vlastních zdrojích klienta, standardně 8 let, max. 14 let
- Úroková sazba
 - Pevná sazba s fixací dle uvážení klienta, úroková sazba platná k 1.9.2009
 - s fixací na 1 rok 6,15 % p.a.
 - s fixací na 8 let 7,25% p.a.
 - s fixací na 14 let 7,69% p.a.
- Dokumentace předkládána klientem pro začátek úvěrového řízení
 - doklad o právní subjektivitě (výpis z OR, ŽR, ŽL)
 - DP za dvě ukončená zdaňovací období - pouze u stávajících společností
 - tabulka Cash Flow pro nově vzniklé společnosti
 - u investičních celků s přesahem 3.000.000 Kč energetický audit
 - souhlas s připojením k distribuční síti
 - nabídku realizace včetně detailního rozpisu použité technologie a cen, popřípadě posudek specifikující průměrný roční úhrn globálního záření včetně ekonomického přínosů projektu

→ Pro výpočet jsem zvolil úrok s fixací na 8 let 7,25% p.a. viz. tabulka č. 7. Kde je vidět, že doba splacení úvěru a návratnost, by byli při splácení 190 000 Kč ročně mezi 7. a 8. rokem. Z tabulky je zřetelné, že při využití pomoci s financováním od firmy Ševela s.r.o. Partnerem České spořitelny budou roční výnosy, použitelné na učební pomůcky a vybavení učeben, činit přes **2,6 miliónu korun.**

Rok	Zbývá ke splacení	Úrok 7,25%	Splátka	Zůstatek výnosů
1	1 070 000 Kč		202000	9 428,00 Kč
2	945 575 Kč			9 428,00 Kč
3	812 129 Kč			9 428,00 Kč
4	669 009 Kč			9 428,00 Kč
5	515 512 Kč			9 428,00 Kč
6	350 886 Kč			9 428,00 Kč
7	174 326 Kč			9 428,00 Kč
8	-15 036 Kč			24 463,87 Kč
9				211 428,00 Kč
10				211 428,00 Kč
11				211 428,00 Kč
12				211 428,00 Kč
13				211 428,00 Kč
14				211 428,00 Kč
15				211 428,00 Kč
16				211 428,00 Kč
17				211 428,00 Kč
18				211 428,00 Kč
19				211 428,00 Kč
20				211 428,00 Kč

Zůstatek po 20 letech **2 627 595,87 Kč**

Tabulka č. 8 – kalkulace Ševela s.r.o.

6. Poslední z mnou uvažovaných variant je výhodné financování se společností **SmartSolar**, která **spolupracuje s německými makléři ze společnosti MBI**

- Financování touto cestou je mnohem výhodnější než klasická hypotéční půjčka, jelikož tolik nepřeplatíte.
- Další velkou výhodou je fakt, že splátky platí Vaše solární elektrárna! V praxi to znamená, že vás solární elektrárna nestojí ani korunu
- Po zaplacení půjčky, jsou solární panely a ostatní komponenty solárního systému vaše! Životnost solárního systému je až 35 let. Důležitou roli přitom však hraje, zda použijete kvalitní solární panely a měniče
- Doba splacení půjčky začíná již na 15-ti letech! Avšak během té doby je veškerá spotřebovaná elektrická energie vyrobená ze solární elektrárny zadarmo! V praxi to znamená úsporu několika tisíc ročně

4) Závěr

V závěru by bylo dobré shrnout nabytá fakta. Jedním z prvních důvodů k rozhodnutí o FVE byly úspory výdajů školy za elektrickou energii. Vyrobena energie bude plně použita pro provoz školní kuchyně, která s ohledem na roční průměr spotřebované elektřiny průměrně spotřebuje za jeden pracovní den 48 kWh, za které škola platí 264 Kč/ den, ale také zároveň vyrobí průměrně 34,5 kWh/ za kalendářní den. V rámci týdne vychází plné pokrytí kuchyně vyrobenou energií, v rámci dne plné pokrytí nevyhází. Pravděpodobně se bude muset k již vyrobené elektřině dokoupit 13,5 kWh. Pro představu slouží následující tabulka č. 4.

Spotřeba v pracovní dny (v kWh)		Denní výroba z FVE (v kWh)		Dokupovaná energie (v kWh)
48		34,5		13,5
Cena 1 nakoupené kWh	Částka	Zelený bonus		Částka
5,50 Kč	264,00 Kč	11,28 Kč	389,16 Kč	74,25 Kč
Konečný denní stav – výnosy		Úspory	189,75 Kč	
240,66 Kč				

Tabulka č. 4 – Denní propočet

Další otázkou je období prázdnin, kdy kuchyně nevaří, tudíž její energetická potřeba je minimální. Je těžké, ne-li nemožné toto množství odhadnout. V těchto obdobích si škola bude fakturovat 11,28 Kč.

Mimo těchto úsporných opatření se bude FVE používat jako výuková pomůcka. Do laboratoře bude umístěn rozvaděč s měničem, na kterém budou vidět aktuální hodnoty. Bude tak vytvořen prostor pro názornou výuku a měření v oblasti výroby elektrické energie. Studenti zde budou moci přijít do kontaktu s problematikou výroby elektrické energie ze Slunce a měřit toky energie v různých povětrnostních podmínkách a ročních obdobích.

Rozhodnutí nad tím, kterou možnost financování zvolit, je už jen na vedení školy.

Na závěr bych chtěl především poděkovat panu Robertu Cholenskému z pražské firmy Standby Solar za jeho čas, trpělivost a pomoc při práci na tomto projektu, jakožto i za poskytnuté materiály, které mi práci usnadnily. Dále bych chtěl také poděkovat svým dvěma učitelům, panu Ing. Malému a panu Ing. Havelkovi.

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval sám a že informace uvedené v tomto dokumentu jsou pravdivé. Spolupracoval jsem s ředitelem pražské firmy panem Robertem Cholenským a učiteli ISS Nová Paka Ing. Malým a Ing. Havelkou.

Zdroje:

1. http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaický_článek – Fotovoltaický článek
2. Prezentace firmy Standby Solar a její materiály
3. www.nazeleno.cz – Server o obnovitelných zdrojích
4. www.cez.cz
5. www.mtechsolar.cz

Obsah:	Strana
1. Úvod	1
2. Charakteristika projektu	2
◆ Historický vývoj	2
◆ Současné trendy	2
◆ Princip FV článku	2
◆ Komponenty FVE	3
• Panely	3
• Měniče a příslušenství	3
◆ Rozdělení systémů dle účelu	4
• Drobné aplikace	4
• Ostrovní systém	4
• Síťový systém	5
◆ Podpory FV v ČR	7
• Mechanismus výkupních cen a zelených bonusů	7
• Daňová úleva	8
3. Vlastní obsah projektu a ekonomická analýza	8
◆ Úvodní text	8
◆ Současný stav	8
◆ Návrh řešení	9
◆ Kalkulace	10
◆ Možnosti financování	10
4. Závěr	16
◆ Zhodnocení	16
◆ Zdroje	17
5. Přílohy	
◆ Katalogový list FV panelu SW180 od firmy Solar World	
◆ Odečty elektroměrů za rok 2009	
◆ Plánek jižního pohledu v měřítku 1:100 na budovu ISS s rozmístěním panelů	
◆ E-mail: vyjádření Komerční banky	
◆ Operační program Životní prostředí	
◆ Americká hypotéka	