

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta Životního prostředí

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování



Bakalářská práce

Solární energie – alternativní zdroj energie

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Alexandra Skopcová

Vypracoval : Jiří Jakoubek

2009

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Solární energie – alternativní zdroj energie vypracoval samostatně za použití uvedených zdrojů, svých poznatků a konzultací se svým vedoucím bakalářské práce.

V Praze dne 29. 4. 2009

Jiří Jakoubek

Poděkování:

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce, Ing. Alexandře Skopcové a konzultantu prof. Ing. Martinu Librovi Csc., za odborné vedení, podmětné připomínky a poskytnutí podkladů k zpracování této bakalářské práce.

Solární energie – alternativní zdroj energie

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou využití slunečního záření. V první části práce nalezneme vybrané základní historické události využití slunečního záření. Ve druhé části popis částí různých solárních systémů. V poslední části se práce zaměřuje na konkrétní fotovoltaický systém, jeho výhody a nevýhody a vliv na životní prostředí.

Klíčová slova:

Slunce, záření, stavby, alternativní zdroj energie, fotovoltaika

Solar energy – alternative source of energy

Abstract:

This Bachelor work examines the problems of solar energy utilization. The Bachelor work was divided into three parts which the first one describes historic order of choiced significant data. In the second part there is a list of the solar systems parts. The last part is most focused to selected solar photovoltaic system and his advantages and disadvantages.

Keywords:

Sun, beam, buildings, alternative source of energy, photovoltaic

Obsah

Úvod

1.	Historie a současnost získávání energie ze slunečního záření	10
1.1	Slunce	10
1.2	Základní údaje o Slunci	10
1.3	Struktura Slunce	12
1.4	Sluneční záření	13
1.5	Využití slunečního záření	13
1.6	Historie využívání slunečního záření lidmi	14
2.	Solární systémy, jejich druhy a charakteristika .	17
2.1	Termické solární panely a jejich rozdělení	17
2.1.1	Bazénové sluneční kolektory	17
2.1.2	Ploché solární kolektory	18
2.1.3	Vakuové sluneční kolektory	19
2.2	Fotovoltaické solární kolektory	19
2.3	Ostrovní solární systém	21
2.4	Síťový solární systém	21
3.	Aplikace solárních fotovoltaických systémů a jejich instalace	22
3.1	Využití mimo naši planetu	22
3.2	Příklady využití solární energie ve světě	23
3.2.1	Využití aplikací západními civilizacemi	23
3.2.2	Způsoby využití solární energie v zemích Třetího světa	24

4.	Příklady využití solární energie pro rozvoj sídel v České republice.....	25
4.1	Fotovoltaický systém – Ministerstvo životního prostředí.....	25
4.2	Fotovoltaický systém Národního divadla.....	26
4.2.1	Fotovoltaická elektrárna	28
4.2.2	Vyhodnocení roku 2008.....	28
4.2.3	Projekt elektrárny.....	28
4.2.4	Průvodní zpráva	28
4.2.5	Souhrnná technická zpráva	28
4.2.6	Celková situace stavby.....	29
4.2.7	Dokladová část.....	29
4.2.8	Zásady výstavby	29
4.2.9	Dokumentace stavby (objektů).....	29
5.	Legislativa upravující provozování fotovoltaických elektráren a pravidla dotací podporujících jejich výstavbu.....	30
5.1	Možnosti prodeje elektřiny	32
5.2	Pravidla udělení licence	33
5.2.1	Společná pravidla.....	33
5.2.2	Majetkoprávní, technické a finanční předpoklady.....	34
5.3	Technické požadavky.....	34
5.4	Dotace z fondů EU v ČR.....	35
5.5	Dotační politika Německa a Rakouska	35
5.6	Dotace z národních programů v ČR.....	36
5.7	Komunální dotace v ČR.....	36
5.7.1	Příklad ekonomické návratnosti solární elektrárny	37

6.	Závěr - klady a zápory fotovoltaické energie	38
7.	Seznam použité literatury:	39
8.	Zdroje obrázků:.....	40

Úvod

K vybrání této bakalářské práce mě vedl zájem o problematiku v oblasti alternativních zdrojů energie. Získávání energie ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Solární elektrárny využívají obnovitelný zdroj energie (Slunce se považuje za obnovitelný zdroj). V dnešní době je navíc velmi výhodné díky statním a evropským dotacím do fotovoltaických panelů investovat.

Ve své práci bych se chtěl zaměřit na získávání energie ze Slunce a jeho různé využití. Cílem této práce je shrnout základní poznatky o využívání solární energie v historii i současnosti a ilustrovat je na konkrétních příkladech.

První kapitola obsahuje vše o využívání energie ze Slunce od prvních pokusů starověkých civilizací až po dnešní dobu. Druhá kapitola nám popíše všechny druhy systémů v dnešní době, termické i fotovoltaické. Třetí část mé práce je již zaměřena na využití solárních fotovoltaických panelů v praxi, od malých systémů, až po velké solární elektrárny. Poslední část je již praktická ukázka využití v podmínkách České republiky, popis naší a Evropské legislativy a dostupných dotací pro solární energii.

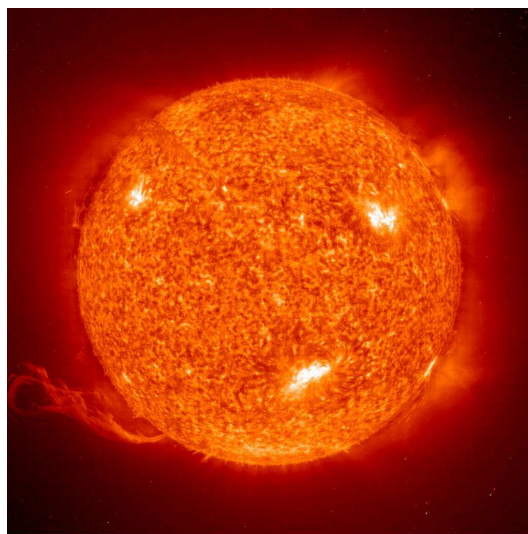
1. Historie a současnost získávání energie ze slunečního záření

1.1 Slunce

Slunce [obr.1], tvořící střed sluneční soustavy, je hvězda nejbližší k Zemi, kterou zásobuje světlem a teplem. Je to obrovská žhavá koule, které vděčíme za vznik našeho života. Ve starověku bylo v mnoha kulturách považováno a uctíváno jako božstvo, symbol života a znovuzrození. První písemné zmínky o pozorování Slunce pocházejí již z období 2000 let př.n.l. ze starověké Číny. Názor na něj se vyvíjel přes myšlenky o hořící hromadě kamení, dokonale čistém éteru, až po dnešní podloženou - jadernou fúzi¹, která je zdrojem energie Slunce.

1.2 Základní údaje o Slunci

Slunce je staré přibližně 4,6 miliard let, což je řadí mezi hvězdy středního věku. Podle výzkumů bude svítit ještě zhruba 5 až 7 miliard let. Jedná se o hvězdu hlavní posloupnosti, spektrální třídy G2V. patřící do třídy svítivosti V (trpaslík). Obíhá okolo středu Mléčné dráhy ve vzdálenosti od 25 000 do 28 000 světelných let a oběh trvá přibližně 226 milionů let.



Obr. 1 - Slunce

Hmotnost Slunce je asi 330 000 krát větší než hmotnost Země, což představuje 99,8 % hmotnosti celé Sluneční soustavy. Všechna tělesa Sluneční soustavy kolem Slunce obíhají. Střední vzdálenost Slunce od Země je $149,6 \times 10^6$ km. Průměr Slunce je zhruba 1 400 000 km, což je pro představu asi 109 průměrů Země. Jeho objem je

¹ V roce 1938 navrhl německý fyzik Hans Bethe jadernou fúzi jako zdroj Slunce. Tato teorie byla definitivně potvrzena až v roce 2002.

tedy asi 1,3 milionkrát větší než objem Země. Hustota Slunce je průměrně $1,40 \text{ g/cm}^3$. Slunce se otáčí jinou rychlostí u pólů a na rovníku. Na rovníku se otočí jednou za 25 dní, na pólu za 36 dní. Jeho absolutní magnituda² je $+4,1^m$, relativní pak $-26,74^m$. Je to tak nejjasnější těleso na obloze. Výkon Slunce je cca $4 \times 10^{26} \text{ W}$, z čehož na Zemi dopadá jen okolo 45 miliardtin. Tok energie ze Slunce na Zemi činí cca $1,4 \text{ kW.m}^2$. Světlo dosáhne povrchu Země přibližně za 8 minut a 19 vteřin, což je obrovská rychlost, pokud bychom vzali v úvahu druhou nejbližší hvězdu od Země - Alpha Centauri, ze které k nám dojde světlo za 4,2 roku.

Tabulka fyzikálních charakteristik Slunce:

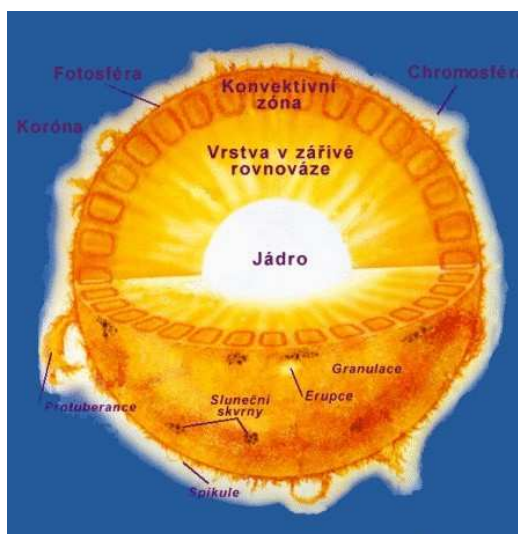
Hmotnost	$1,989 \times 10^{30}$ kg	Gravitace na povrchu	$273,95 \text{ m/s}^2$
Průměr	1 400 000 km	Zářivý výkon	$3,827 \times 10^{26} \text{ W}$
Zploštění	9×10^{-6}	Tíhové zrychlení	28 g
Povrch	$6,09 \times 10^{12}$ km^2	Hustota	$1,408 \text{ g/cm}^3$
Objem	$1,41 \times 10^{18}$ km^3	Teplota koróny	$4 \cdot 10^6$
Teplota povrchu	5 780 K	Úniková rychlost	618 km/s
Teplota jádra	15 000 000 K		

² uvádí hvězdnou velikost, kterou by hvězda měla, pokud by byla ve vzdálenosti 10 parseků. Absolutní hvězdná velikost tak závisí pouze na skutečné svítivosti hvězdy.

1.3 Struktura Slunce

Slunce [obr. 2] je tvořeno plazmou a nemá samo o sobě pevný povrch.

Centrální část Slunce se nazývá jádro. Jádro je energetickým zdrojem nejen Slunce i celé Sluneční soustavy. Má hustotu stokrát větší než voda a teplotu přibližně 15 milionů Kelvinů. Vně probíhá řada reakcí, jejichž důsledkem je přeměna vodíku na hélium za současného uvolňování energie v podobě fotonů.



Obr. 2 – Struktura Slunce

„Vně jádra následuje vrstva v zářivé rovnováze, ve které se energie z termonukleárních reakcí šíří směrem ven rozptylem záření. Energie uvolněná v jádře ve formě gama-záření se postupně mění na záření s většími vlnovými délkami, protože se zde mnohonásobně fotony pohltní a opět vyzáří. Jeden gama foton vyzářený ve středové oblasti se tedy po pohlcení opět vyzáří, avšak v podobě více fotonů s nižší energií, přičemž součet energií vyzářených fotonů se rovná energii pohlceného gama fotonu (platí zde zákon zachování energie). Toto se děje mnohokrát a díky tomuto není přenos energie přímočarý – fotony se často vyzářují směrem zpět do centrální oblasti. Z tohoto důvodu trvá přenos energie od středu Slunce po fotosféru až statisíce let.“[2]

„Vně konvektivní vrstvy je konvektivní vrstva. V ní se vyskytují vzestupné a sestupné proudy plazmatu. Vzestupné proudy jsou teplejší než sestupné, proto se jeví jako světlejší a při pohledu silným dalekohledem pozorujeme granulaci na povrchu Slunce. Povrch konvektivní vrstvy už tvoří samotný povrch Slunce.“[1] Dále se již nachází fotosféra, zářivá vrstva sluneční atmosféry, která je neprůhledná, dosahuje teploty okolo 6 000 °C a tloušťky asi 300 km.

Fotosféra pozvolna přechází do další, vyšší a výrazně řidší vrstvy zvané chromosféra, která výrazně ovlivňuje výsledné emisní spektrum Slunce. Tloušťka chromosféry je o hodně větší než fotosféra okolo 16 000 km.

Nad chromosférou je pak sluneční koróna, která je tvořena velice řídkou

plazmou o teplotě 4×10^6 K. Koróna je dobře pozorovatelná během slunečních zatmění. Průměr koróny přirozeně přesahuje průměr Slunce, její tvar a charakter je silně spjat se sluneční činností, která se mění v tzv. 11-letém cyklu. Koróna pak volně přechází do meziplanetárního prostoru ve formě tzv. slunečního větru, tedy proudu částic.

1.4 Sluneční záření

Sluneční energie je energií elektromagnetického záření, „jde o příčné elektromagnetické vlny v poměrně úzké oblasti vlnových délek, a projevují se současně jako tok fotonů.“[3] Záření ze Slunce, které projde atmosférou můžeme z hlediska směrovosti dělit na tři složky: přímé záření – v úzkém úhlu ze slunečního kotouče; difúzní cirkumpolární záření – rozptýleno atmosférou, zachovává určitý směr a je v daleko větším úhlu než záření přímé; difúzní izotropní záření – ze všech směrů, při zcela zatažené obloze. Kromě elektromagnetického záření Slunce „vyzařuje“ i hmotné částice nazvané Sluneční vítr. Tyto toky jsou však díky magnetickému poli Země nuceny kroužit kolem siločar magnetického pole Země.

1.5 Využití slunečního záření

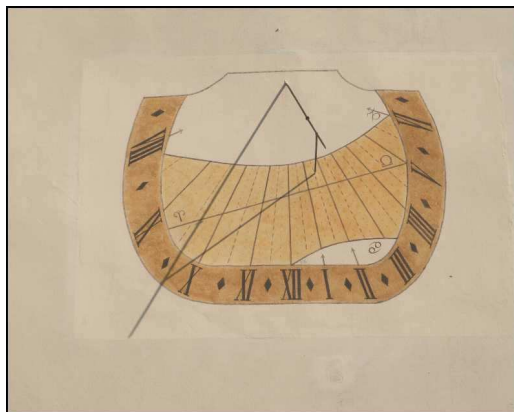
„Energie slunečního záření pohání téměř všechny procesy, které na Zemi probíhají, je zdroj veškeré energie na Zemi snad jen s výjimkou energie jaderné.“[3] Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, je tento zdroj energie označován jako obnovitelný. Na Slunci je závislé podnebí, změny počasí i teploty, významně se podílí na přílivu a odlivu. Díky němu se udrží na zemském povrchu voda v kapalném skupenství, dále je klíčovým faktorem pro fotosyntézu rostlin a umožňuje živočichům vidět. Zemská atmosféra propouští jen určitou část spektra slunečního záření, jmenovitě všechny složky viditelného spektra (vlnová délka 400 až 750 nm), část ultrafialového (vlnová délka pod 400 nm), infračerveného (vlnová délka přes 750 nm) a radiového záření. Příkon záření, které dopadá na zemskou atmosféru je vyjádřen tzv. Solární konstantou, která činí $1\,367 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Část záření se odrazí (30%), část je pohlcena atmosférou: nejkratší části ultrafialového záření, které pohlcuje ozónová vrstva a část vybraných délek infračerveného záření, které jsou především pohlceny oxidem uhličitým a vodou.

Mezi energie pocházející ze Slunce počítáme energii fosilních paliv, biomasy,

energie větru, vodní energie a vlastní nepřeměněnou sluneční energii. Ta se dá využít jak pro vytápění a ohřev teplé vody, tak pro moji práci nejdůležitější využití, na výrobu elektrické energie.

1.6 Historie využívání slunečního záření lidmi

Již v 7. století před naším letopočtem se začalo používat zvětšovací sklo k rozdělávání ohně. V asyrském městě Ninive k tomu používali broušených čoček z horského krystalu. Dále Asyřané užívali dutá zrcadla vyrobená z bronzu a pokovených plátků stříbra. Znalost a používání čoček a dutých zrcadel se z Mezopotámie rozšířil později do Řecka.



Obr. 3 - Sluneční hodiny

Již ve 3. století před Kristem používaly sluneční hodiny [obr. 3] staří Řekové. Římané se s nimi seznámili později, “teprve” roku 263 př. n. l. Válečná kořist ze sicilského města Catania se jim však nevyplatila, hodiny byly totiž sestrojeny pro jinou zeměpisnou šířku a tak ukazovaly špatně. V Římě to však zjistili až za 99 let! Řekové i Římané využívali lupy k zapalování plachet nepřátelských lodí v boji. Bohatí Řekové si nechávali stavět svoje sídla směrem ke Slunci. Jižně orientovaná okna sbírala energii do masivních zdí a podlah, kterou postupně se uvolňovala během noci. V egyptském Pharaohsu ohřívalo Slunce palác Theirpalaces, sluneční energie se zachycovala v černých nádržích s vodou během dne a v noci se vypouštěla horká voda směrem do paláce.

Okolo roku 20 uvádí Čínský spis, že světlo ze zvětšovacího skla se používalo pro osvětlení chrámů.

V roce 100 postavil Italský dějepisec Pliny Younger první pasivní sluneční dům z obyčejných sklenic.

Prvních 500 let našeho letopočtu využívali Římské lázně velkých jižně orientovaných oken k ohřevu vody.

Justinian Code v 6. století ustanovil Slunce jako zdroj pro osvětlení a vytápění budov.

V roce 1556 Georg Fabricius prováděl pokusy, kdy vystavoval látky slunečnímu záření a ty na jeho základě zčernaly. V té době neměly výzkumy větší význam, dnes by se dalo hovořit o základních poznatcích fotochemie.

Roku 1600 vzdělaní učenci přijali názor, že Slunce je hvězda!

Za vlády Ludvíka XIV, který byl nazýván též králem Slunce, byla vystavěna Zrcadlová galerie ve Versaille.

1695 Georges Buffon pomocí zrcadel taví olovo a pálí dřevo.

Od roku 1700 udává Anglie a Holandsko trend vývoje skleníků. Lavoisier Antoine – francouzský chemik, staví pec na roztavení platiny.

Isaac Newton v roce 1727 objasnil rozklad světla.

Praotcem solárních kolektorů se roku 1767 stal švýcarský vědec Horace de Saussure. Jeho vynálezem byla dřevěná bedna zakrytá skleněnou tabulí zvenku izolovaná korkem. Uvnitř byla naměřena teplota 160 stupňů Celsia.

Patentování prvního solárního motoru a uvedení prvního parního solárního stroje do provozu je datováno počátkem 60. let 19. století.

Na Světové výstavě v Paříži August Mouchot uvedl opět do provozu svůj solární parní stroj.

První americký „solární“ vědec John Ericsson vyvíjí sluncem poháněné motory pro lodě.

Od počátku 20. století započaly pokusy o akumulaci solární energie. V první polovině tohoto století však zájem o solární energii klesl, neboť nemohla hospodářsky konkurovat fosilním palivům.

Americký astrofyzik Charles Greeley Abbott vynalezl solární ohřívač TUV³ tedy „bojler“ již v roce 1936. O několik let později se již na Floridě používá na 60 000 slunečních ohřívačů.

„Roku 1954 byl v Bellových laboratořích v USA vyroben pány Fullerem, Pearsonem a Chapinem první křemíkový fotovoltaický článek s 6% účinností!

³ Teplá užitková voda

Od konce 50. let 20. století začalo rozsáhlé využívání solárních článků v kosmickém průmyslu.

S ropnou krizí v roce 1973 dochází k „znovuobjevení“ solární energie veřejností. Vzniká také první solární dům, který dokáže energie ze Slunce pokrýt 80%.

Shahryar roku 1976 zakládá společnost Solec internacional a o rok později prezident Jimmy Carter instaluje sluneční kolektory na WhiteHouse a podněcuje občany pro sluneční energetické systémy.“[4]

Počátkem 80. let začínají dodávat do sítě proud zkušební solární elektrárny. Koncem tohoto desetiletí americká firma LUZ instalovala v Kalifornii první sluneční elektrárnu. Elektrárna využívá princip zařízení s parabolickým profilem.

Tato sluneční elektrárna byla postavena v průběhu devíti měsíců. Cena vyrobené elektrické energie je v té době 23 centů za kilowatthodinu, ale předpokládalo se její snížení na 10 centů. S výstavbou slunečních elektráren začala nová doba energetiky.

V dnešní době se ve vyspělých státech používá solární energie ve všemožných aplikacích a je velice hojně využívána i pro komerční účely.

2. Solární systémy, jejich druhy a charakteristika

„Ať už mají solární kolektory plnit naše nároky na ohřev teplé vody, vytápění nebo výrobu energie, je vždy nutné je napojit na další technická zařízení. Vzniklý komplex těchto zařízení se pak nazývá solárním systémem.“[5]

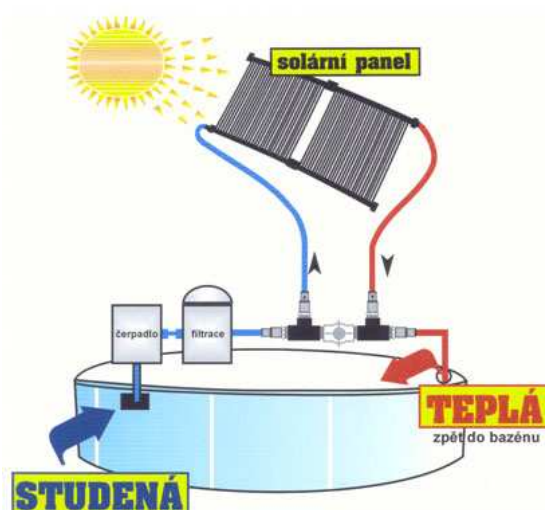
2.1 Termické solární panely a jejich rozdělení

Termické neboli tepelné solární panely se využívají k výrobě tepelné energie. Mezi nejčastější použití těchto kolektorů patří ohřev vody v bazénech, ohřev teplé užitkové vody (TUV) a pomoc při vytápění. „Další možná využití jsou k výrobě páry či procesního tepla (výroba technologického tepla).

Základním prvkem každého termického kolektoru je absorpér – deska resp. trubice, která se nachází uvnitř kolektoru. Právě na povrchu absorpéru se sluneční záření přeměňuje na tepelnou energii. V závislosti na plánovaném využití je třeba zvážit z jakého materiálu bude povrch absorpéru vyroben (černá barva, speciální selektivní vrstva aj.).“[5]

2.1.1 Bazénové sluneční kolektory

Tyto panely jsou nejjednodušším typem slunečních kolektorů. Díky jednoduchosti jsou zpravidla i náklady na jeho pořízení a provoz nejnižší. Kolektor je tvořen pouze absorpérem ponejvíce černé barvy, bez dalších krytů jako například skříně chránícího tepla a skleněné desky. „Absorpéry



Obr.4 - Systém vyhřívání bazénu

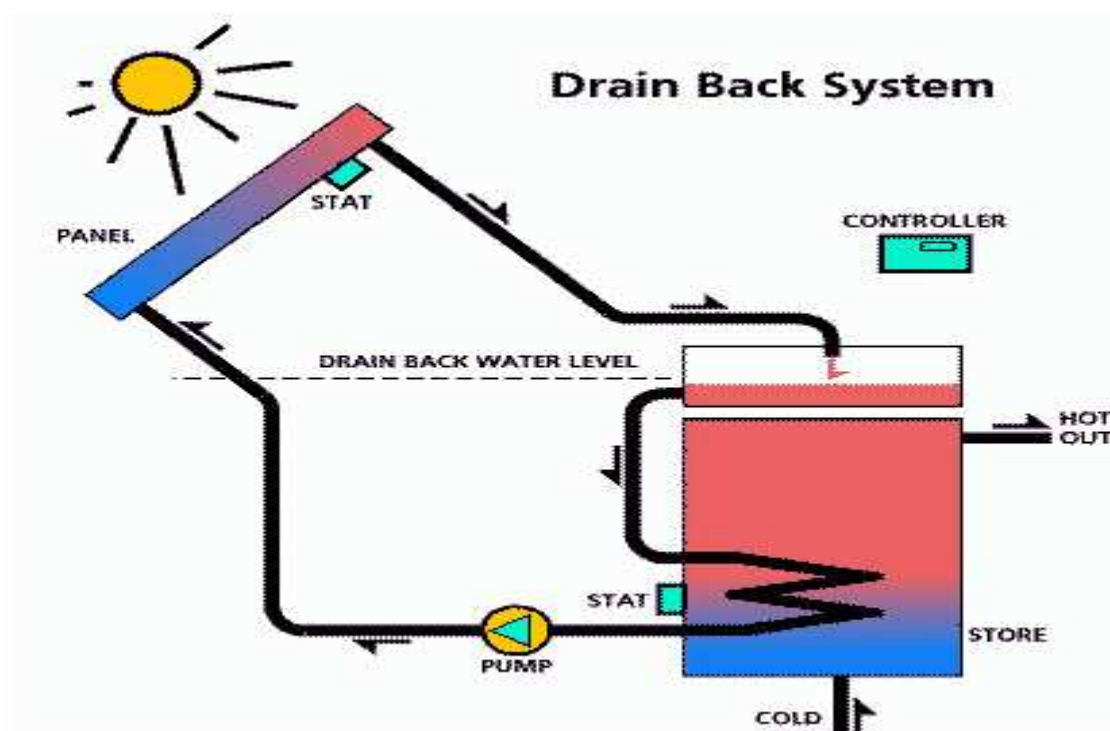
jsou z EPDM-kaučuku nebo jiného plastu odolného jak vůči UV záření, tak i proti působení bazénové vody.“ [12] Nejvíce využívané jsou právě na ohřev bazénů [obr. 4], kde rozdíl teplot mezi okolím a absorpérem je od 0 do 20°C. „Kolektory

skládající se jen z propojených absorberů bývají nejčastěji instalovány na plochou střechu. Vhodnější a jednodušší ale je, když leží na střechě mírně šikmé.“ [5]

2.1.2 Ploché solární kolektory

Sluneční záření na plochých kolektorech proniká průhledným krytem (sklem) a dále je zachyceno absorberem, kde se přímo transformuje na tepelnou energii. Takto vzniklá energie je pomocí teplotnosné kapaliny vedena do výměníku, kde je teplo využito k přípravě TUV, pro vytápění, případně uskladněno k pozdějšímu využití (na dobu, kdy je slabý sluneční svit). Pokud bychom teplo z absorberu neodebírali, zahřál by se na velmi vysokou teplotu a hrozilo by jeho zničení. Teplotnosnou kapalinou je nejčastěji voda s příměsí nemrznoucích kapalin (sloučeniny glykolu, solaren aj.)

Výhodou plochých solárních kolektorů je nízká pořizovací cena, nevýhodou naopak nízká účinnost. V praxi se využívají především k ohřevu teplé užitkové vody, přičemž ploché solární kolektory se selektivním povrstvením lze využít i k vytápění. [obr. 6]



Obr.6 - Schéma ohřevu TUV

2.1.3 Vakuové sluneční kolektory

„Jedná se o zdokonalený plochý sluneční kolektor s nižším množstvím tepelných ztrát a tedy i s vyšší účinností. V porovnání s kapalinovým kolektorem je vak. kolektor [obr. 5] výkonnější, obzvlášť když je rozdíl teploty vzduchu a kolektoru výrazný (v zimě), nebo při menším záření. Ztráty se ve vakuových kolektorech minimalizují odstraněním vzduchu z kolektoru.

Solární kolektory prostřednictvím vakuované trubice zachycují sluneční záření a přeměňují jej na tepelnou energii. Vlivem působení této energie dochází k výparu teplotně kapalniny, ta přechází jako pára do kondenzátoru, kde předá teplo topné vodě, nebo TUV. Poté se ochladí, zkapalní a vrací se zpět do kolektoru.



Obr.5 - vakuový sluneční kolektor

Výhodou vakuových kolektorů je vysoká účinnost, naopak nevýhodou je vyšší pořizovací cena. Vakuové kolektory jsou vhodné pro vytápění budov, naproti tomu jsou méně vhodné k přípravě TUV (k tomuto účelu se využívají pouze pokud majitel vyžaduje vyšší teplotu vody) a zcela nevhodné pro ohřev bazénové vody.“ [5]

Energetické zisky jednotlivých termických panelů [6]

- Kapalinové kolektory bez selektivního povrstvení 250 – 400 kWh/m² za rok
- Kapalinové kolektory se selektivním povrstvením 320 – 530 kWh/m² za rok
- Vakuové trubicové kolektory 400 – 890 kWh/m² za rok

2.2 Fotovoltaické solární kolektory

Tento typ přeměny solární energie je dnes nejrozšířenější. Proces je přeměnou solární energie v polovodičových fotovoltaických panelech na energii elektrickou. Základním prvkem každého panelu jsou solární články. „Jedná se o plochou polovodičovou součástku, na které při dopadu slunečního záření

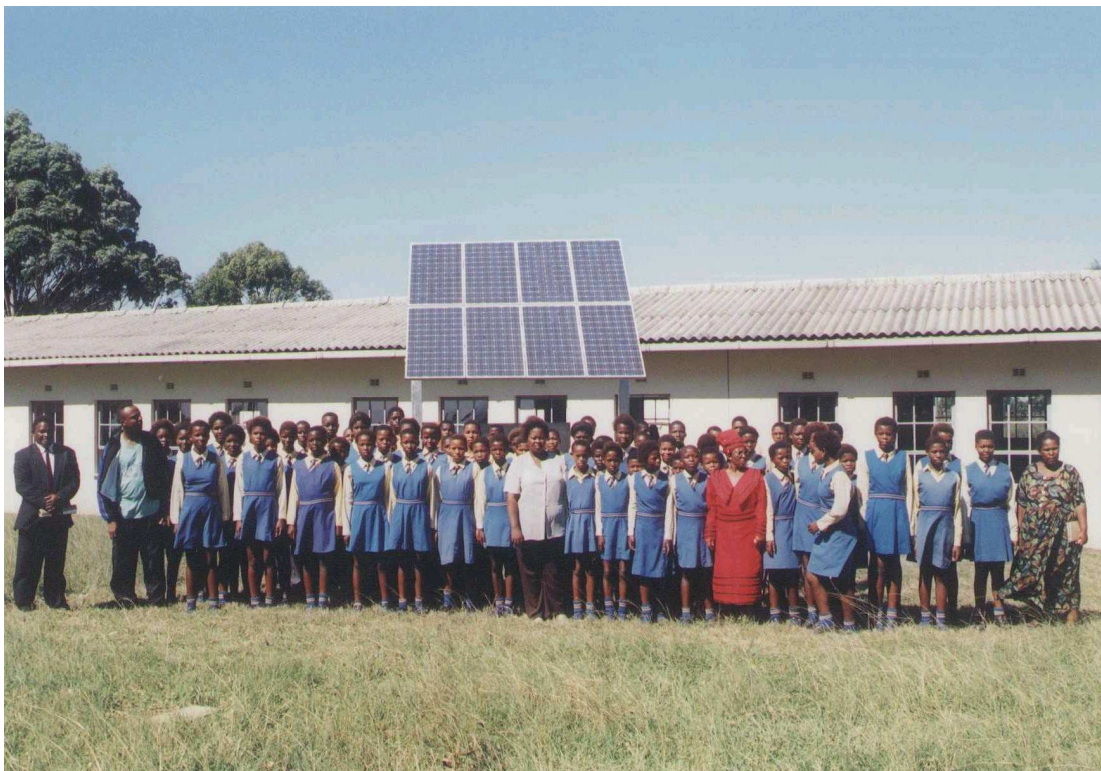


Obr.8 - Semafor v Číně

dochází k uvolňování elektronů, což produkuje napětí 0,6 - 0,7 V. V polovodiči tedy vznikají volné elektrické náboje, které jsou již jako elektrická energie odváděny ze solárního článku přes regulátor do akumulátoru, ke spotřebiči nebo do rozvodné sítě. Nejvíce rozšířené jsou články na bázi křemíku, který je hojně zastoupen v zemské kůře a navíc je nejvíce prozkoumaným polovodičem.“[5] Solární elektrárny se dnes instalují po celém světě od malých systémů až po velké elektrárny s výkony několika MW. Elektřina ze solárních systémů pomáhá elektrifikovat i místa v zaostalých místech světa a napomáhá například k filtraci a čištění vody. [obr. 7,8,9]



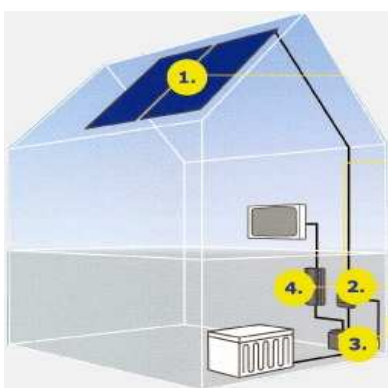
Obr.7 - Velká solární elektrárna v USA



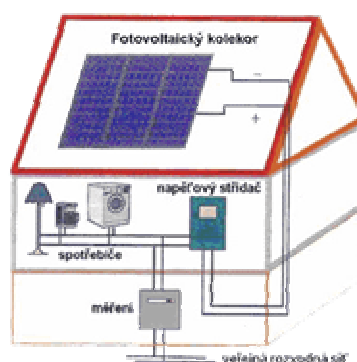
Obr.9 - Elektrifikovaná škola v Africe

2.3 Ostrovní solární systém

Jedná se především o malé solární systémy, které mohou zásobovat jen malou oblast či dokonce jen jeden spotřebič a nejsou napojeny do rozvodné sítě například v důsledku špatné dostupnosti k síti. Spotřeba je tedy limitována výkonem daného systému. Při výstavbě ostrovního solárního systému [obr. 10] je potřeba dobře propočítat spotřebu všech používaných zařízení a znát průměrné hodnoty slunečního svitu v dané lokalitě.



Obr.10 - Ostrovní solární systém



Obr.11 - Síťový solární systém

2.4 Síťový solární systém

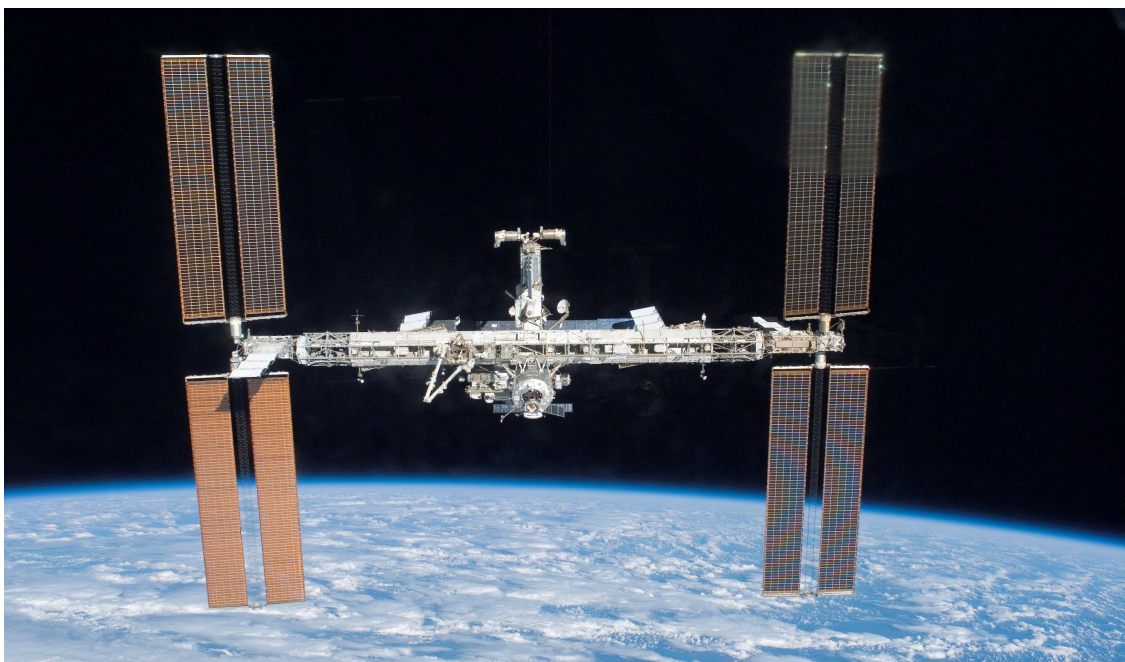
„Oproti ostrovním solárním systémům jsou síťové systémy [obr. 11] ve výhodě, protože v době největšího přebytku energie mohou vyrobenou energii dodávat do sítě. Naopak v době nízké výroby mohou energii ze sítě čerpat. Dodávka elektrické energie do sítě je pro majitele navíc finančně výhodná neboť stát cenu šetrně vyrobené energie dotuje. Při dodávání do rozvodné sítě se stejnosměrné napětí, které produkují, musí přeměnit na napětí střídavé. Pro tyto účely je nutné zapojit do systému měnič napětí.“ [3]

3. Aplikace solárních fotovoltaických systémů a jejich instalace

Pole fotovoltaických panelů bývá zpravidla umístěno fixně, mnoho aplikací však využívá mobilnost jednotlivých panelů. Stálé panely bývají umístovány jak v terénu, tak se začleňují zejména přímo do jednotlivých staveb ať už na střechu, fasádu či různé konstrukce na vhodných místech. Začleňování panelů do přírody či budov řadíme do solární architektury. Mobilní fotovoltaické systémy mohou být různé velikosti i provedení a jsou vhodné hlavně v místech, kde není možnost připojení k rozvodné síti. Velmi často jsou využívány vědeckými expedicemi, zemědělci, domorodci na velmi odlehlých místech a podobně.

3.1 Využití mimo naši planetu

Velmi často jsou používány solární systémy ve vesmíru.[obr. 13] Fotovoltaické panely zde zásobují energií družice a kosmické lodě. Na drahách blízkých Slunci je takový způsob čerpání energie nejefektivnější. Další použití ve vesmíru je například u vědeckých přístrojů zkoumajících povrch planet či měsíce.



Obr.13 - Solární panely ve vesmíru

3.2 Příklady využití solární energie ve světě

3.2.1 Využití aplikací západními civilizacemi

V západních civilizacích jsou například konstruovány solární systémy podél dálnic, kde napájejí satelitní telefony pro nouzové volání. Využívají se pro napájení světelných systémů na křižovatkách, ve městech jako zdroj energie pro parkovací automaty [obr.12] a další. Na chatách a chalupách se může systém používat ostrovní systém pro osvětlení místností, kde pro ekonomičtější provoz použijeme úsporné světelné zdroje.



“Nejnovejším hitem v oblasti osvětlování jsou polovodičové světelné zdroje na bázi elektroluminiscenčních diod (LED) s vysokou svítivostí. Jejich účinnost dosahuje až 40%, což je až 13krát více než v případě klasických žárovek.”[3] Solární automaty začínají být stále aktuálnějším tématem a podle čím dál tím častěji se vyskytujících informací by se mohlo brzy přejít k sériové výrobě. Velmi rozšířené jsou solární čerpací systémy, které při použití pohyblivých stojanů dosáhnou velmi vysokých zisků čerpané vody, která může být jak užitková, tak voda pitná.

V Americké Arizoně, ve městě Mesa nainstalovali systém, který je napájen fotovoltaickým systémem a zajišťuje větší bezpečnost v okolí školy. Systém napájí radary, které monitorují rychlost projíždějících aut. Během výuky je zde rychlost snížena ze 45 na 35 mil za hodinu a pokud radary naměří rychlost vyšší, vyšlou signál do osvětlení z LED diod, které je navíc podtrženo cedulí s blikající značkou „sniž rychlost“. Během několika měsíců došlo k významnému snížení rychlosti, jak ukazuje vypracovaná studie.

Čerpací solární systém ve Španělské Valencii dokazuje, že tento systém je jedním z nejúčinnějších ve využívání sluneční energie. Vzhledem k tomu, že studny nebo jiné vodní zdroje bývají často v odlehlých místech, je třeba dlouhého vedení elektrické sítě nebo mít na místě umístěn generátor, který spotřebovává fosilní paliva. Náklady na provoz těchto „konvenčních“ zařízení jsou často velmi vysoké a

tudíž se vyplatí investovat do solárního systému, stejně jako ve Španělsku.

Součástí solárního systému je čerpadlo, tzv. „pump controller“, solární panely a skladovací jednotky. Solární vodní čerpadlo je dimenzováno na denní potřebu vody a je napájeno solárními panely. Kontrolní systém dokáže vypnout čerpadlo v případě, že běží naprázdno a díky plováku v nádrži i v případě, že je nádrž naplněna. Obecně lze říci, že nejvíce výhodným systémem z nákladového hlediska je systém s možností instalace velkých vodních nádrží, které slouží jako rezervoár a můžou dodávat vodu během málo slunečních dní nebo v noci.

3.2.2 Způsoby využití solární energie v zemích Třetího světa

V zemích třetího světa umírají denně tisíce lidí na následky pití kontaminované vody. Tento problém lze řešit použitím přístroje na sterilizaci vody pomocí tvrdého UV záření. Velké množství neziskových organizací se snaží elektrifikovat vesnice v Africe pomocí fotovoltaických systémů a využít tak velkého potenciálu slunečního záření v místních podmínkách. Afrika je jedním z nejlepších míst pro „odběr“ slunečního záření.

Na řece Estate 70 kilometrů od Zimbabwe ve městě Harare je jeden z nejnákladnějších solárních systémů v zemi. 52 rodin, které se zabývají zemědělstvím zde sdílí vždy po dvojicích jeden systém. Každá rodina zde má dvě lampy a přípravu pro rádio a malou televizi. Tento nový systém osvětlení domovů napomohl zvýšit kvalitu života ve vesnici. Prodloužil například dobu, po kterou se mohou děti vzdělávat, omezil migrace z vesnice do města a významně zvýšil zdravotní standardy elektrifikací místního zdravotnického zařízení.

4. Příklady využití solární energie pro rozvoj sídel v České republice

4.1 Fotovoltaický systém – Ministerstvo životního prostředí

Tento systém, který je nainstalován od prosince 2006 jako fotovoltaický systém s pevným stojanem, stojí na budově Ministerstva životního prostředí v Praze [obr.14] – Vršovicích. Hlavním cílem systému není ani tak výroba elektrické energie a její využití



Obr.14 - Ministerstvo ŽP, solární systém

v budově, jako propagace a demonstrace nově umístěných technických prvků šetrné výroby. Pro tento cíl slouží i zobrazovací jednotka [obr.15] umístěná ve vstupní hale, kde příchozí mohou spatřit aktuální hodnoty okamžitého výkonu alternativního zdroje (W). Hodnoty celkově vyrobené energie (MWh) a snížení emisí CO₂ (t.), které jsou pečlivě uchováván a následně analyzovány.

Při umístování a konstrukci systému byl brán ohled na architektonické sladění systému s celkovým rázem budovy. Panely na fasádě vhodně doplňují vzhled střešní hrany při pohledu z ulice Vršovická před vstupem do budovy. Způsob umístění fotovoltaických článků na atiku střechy a provedení jejich rámců je originální řešení, který, dodavatel zařízení, firma SOLARTEC, provedla podle návrhu Ing.arch. Storcha, autora projektu, který je i autorem projektu rekonstrukce fasády budovy.

Instalovaný systém o výkonu 25,8 kWp je umístěn na hraně střechy na samonosných ocelových rámech, které jsou ukotveny do nosného skeletu budovy (21,2 kWp) a částí na fasádě (4,6 kWp). Celková plocha panelů je 211m². Systém je složen z 244 solárních článků složených do pěti sekcí (E1 – E5). Sekce E1 – E4,

z nichž každá obsahuje 50 článků, je umístěna ve výklopných rámech na atice střechy. Spodní dvě sekce mají sklon 60° , horní dvě sekce mají sklon 32° . Sekce E5 je tvořena 44 články umístěnými na stěně strojovny výtahů ve svislé poloze. Typem panelů je SG 72-106 se solárními články z monokrystalického křemíku s modrou barvou aktivní strany a garantovanou zárukou 20 let.

Každá sekce vyrábějící stejnosměrný elektrický proud, je připojena ke svému střídači zn. Fronius. Střídače společně dodávají vyrobenou energii přes rozvaděč FV systému a přes připojovací bod v rozvaděči posledního patra do sítě



230/400 V, budovy MŽP.

Obr.15 - zobrazovací jednotka

Ministerstvo odebírá ze sítě „zelenou energii“⁴. Energetická bilance budovy byla v roce 2005, 836 MWh/rok. Předpokládaný roční zisk z alternativního zdroje je max. 23 MWh, což je 2,75 % uvedené roční spotřeby. Úspora emisí CO₂ je 27 tun ročně.

Při celkové investici 12 185 000,- Kč a současné výkupní ceně 14,08 Kč za 1kWh (pro zdroj uvedený mezi 1.1.2006 do 31.1.2007) je tedy návratnost investice min. 38 let, pokud by byla energie dodávána všechna do sítě. V případě zeleného bonusu je však tato suma 13,10 Kč a návratnost je o tři roky vyšší.

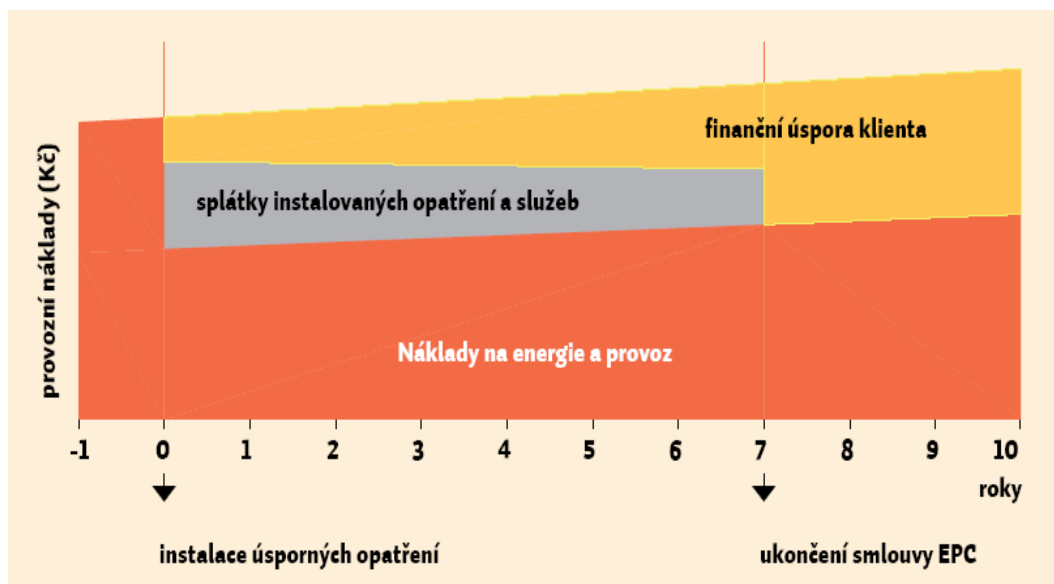
Pokud bychom nebrali jako nejdůležitější „marketingový“ význam a chtěli bychom navýšit výrobu energie, dalo by se před realizací projektu využít pohyblivých stojanů se sledovači slunce, oboustranných panelů či zrcadel umístěných uprostřed panelů a tím návratnost investice sníží i na polovinu.

4.2 Fotovoltaický systém Národního divadla

Tento solární systém je součástí projektu modernizace energetického hospodářství Národního divadla metodou EPC. Energy Performance Contracting je služba, jejíž cílem je dosažení dlouhodobého a trvalého snížení provozních nákladů

⁴ elektřina vyráběná z obnovitelných zdrojů – z vody, větru, slunce nebo biomasy

instalací energeticky úsporných opatření jak investičního, tak organizačního charakteru. Firma ESCO, jež projekt realizuje, poskytuje dlouhodobou garanci na snížení provozních nákladů ve výši postačující ke splácení pořizovacích nákladů projektu. EPC[obr.16] umožňuje neustálé zlepšování energetického systému vedoucí k dalšímu zvyšování efektivity energetického hospodářství.



Obr.16 - princip metody EPC

Přípravy na realizaci projektu započaly již v roce 2003. Veřejná soutěž však byla vyhlášena až v roce 2006. Úsporná opatření byla instalována v roce 2007 a úspory budou vyhodnocovány od 1.1.2008 po dobu deseti let. Celková investice všech opatření byla stanovena na 31,3 mil. Kč.

Mimo fotovoltaickou elektrárnu byla instalována další úsporná zařízení. Byla rekonstruována centrální kotelna a instalovány kondenzační kotle. Odpadní teplo z tlakové stanice jevištní technologie bude využito pro předehřev TUV. Nainstalovala se nová reversní chladicí technika, frekvenční měniče a další.

Financování projektu je řešeno dodavatelským úvěrem a dotací Národního divadla vy výši 3 mil. Kč na opravu střechy. Investiční náklady celkem dosáhly 31,3 mil. Kč bez 19% DPH. Dalšími náklady jsou úroky z dodavatelského úvěru a cena za garanci úspor a energetický management. Garantovaná úspora za 10 let trvání smlouvy je 49,9 mil. Kč. Projekt bude splacen do 10 let výhradně z dosažených úspor. Suma splátek za každý rok bude menší než suma úspor za daný rok.

4.2.1 Fotovoltaická elektrárna

Elektrárna byla vystavěna během tří měsíců, s koncem prací v prosinci 2008. Instalovaný výkon je 22,032 kWp a panely zaujímají plochu 554 m². Očekávaná minimální roční výroba byla 18 727 kWh. Investiční náklad byl celkem 6,6 mil. Kč, z čehož byl podíl na rekonstrukci střechy 3 mil. Kč. Plánovaná úspora CO₂ by měla být ročně 22 tun.

4.2.2 Vyhodnocení roku 2008

Spotřeba energie před opatřeními činila 18,7 mil. Kč a očekávaná roční úspora měla být 22%. Roční garantovaná výše úspor tedy měla být 4,1 mil. Kč. Skutečná výše úspor pro rok 2008 však přesáhla očekávání a vyšplhala se až na 6,2 mil. Kč. V procentech se jedná o celých 33%. Úspory CO₂ činily 1 023 tun.

4.2.3 Projekt elektrárny

Před zahájením stavby takto velké elektrárny bylo třeba požádat o stavební povolení. Projektová dokumentace obsahovala průvodní zprávu, souhrnná technická fakta, celkovou situaci stavby, dokladovou část, zásady organizace výstavby, dokumentaci objektů.

4.2.4 Průvodní zpráva

Obsahem průvodní zprávy byla identifikace stavby, stavebníka, projektanta, charakteristika a účel stavby. Účelem stavby byl stanoven solární, fotovoltaický povlakový systém na střeše provozní budovy ND včetně stejnosměrné elektroinstalace a střídačů. Zároveň bude doplněno nové izolační souvrství v celé ploše stávající střechy.

4.2.5 Souhrnná technická zpráva

Součástí zprávy projektu musí být následující části: urbanistické, architektonické a stavebně technické řešení; mechanická odolnost a stabilita; požární bezpečnost, hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí; bezpečnost při užívání; ochrana proti hluku; úspora energie a ochrana tepla; řešení přístupu a užívání stavby osobami s omezenou schopností pohybu a orientace; ochrana stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí; ochrana obyvatelstva; inženýrské stavby; výrobní a nevýrobní

technologická zařízení staveb.

4.2.6 Celková situace stavby

U této stavby byla dodána situace v měřítku katastrální mapy 1:2000 a koordinační situace (zastavovací plán) v měřítku 1:200.

4.2.7 Dokladová část

Seznam dotčených orgánů byl následující: Městský úřad Praha 1 (odbor životního prostředí); Státní památkový ústav; Pražská energetika a.s.; Hasičský záchranný sbor. Vyjádření zúčastněných orgánů bylo doloženo příloženými doklady.

4.2.8 Zásady výstavby

V technické zprávě bylo stanoveno, že pro zařízení stanoviště bude využita pouze střecha budovy. Energetické napojení bude zajišťovat rozvaděč z nejvyššího patra budovy. Vliv prováděcích prací na životní prostředí byl vyhodnocen jako neutrální. Dále byla přiložena výkresová část, výpočty, inženýrské objekty a požárně bezpečnostní řešení.

4.2.9 Dokumentace stavby (objektů)

„Záměrem investora bylo na stávající ploché střechě umístit fotovoltaický zdroj elektrické energie a zároveň provést novou povlakovou střešní krytinu na celé ploše střechy provozní budovy Národního divadla [obr.17]. Hlavním kritériem pro umístění a celkový návrh fotovoltaické střechy bylo začlenění do vzhledu objektu, které nebude narušovat a měnit vzhled objektu ze všech obvyklých pohledových stanovišť. Barevnost pásů byla změněna ze standardní bílé na šedou barvu izolační plastové podkladní fólie. Tvar celé



Obr.17 - Provozní budova ND

fotovoltaické instalace tvoří symetrický, pravidelný obrazec. Na plochy, které budou pokryty novou střešní krytinou bez fotovoltaických článků se zpět umístí původní, vymývaná, betonová dlažba na betonových blocích, podložkách a distančních terčích.

Dispozičně je nejvyšší podlaží v němž bude umístěna elektroinstalace systému využíváno především strojovnou vzduchotechniky. Do této místnosti budou umístěny také střídače – zařízení pro převod stejnosměrného proudu na střídavý s parametry umožňujícími jeho prodej do sítě. Bude-li nutno projít kabeláží ze střechy do jiné místnosti, budou tyto kabely svedeny pod stropem opět do místnosti vzduchotechniky.“ [9]

Střecha provozní budovy:

Fotovoltaická střešní krytina:	554 m ²
Zadlážděná plocha s novou izolací:	373 m ²
Celková plocha střechy:	927 m ²
Počet pásů se sklonem na východ:	54 ks Evalon Solar 204
Počet pásů se sklonem na zápas:	54 ks Evalon Solar 204
Celkový počet pásů:	108 ks Evalon Solar 204
Počet střídačů:	Fronius IG 40: 2 ks
Počet střídačů:	Fronius IG 60: 2 ks

5. Legislativa upravující provozování fotovoltaických elektráren a pravidla dotací podporujících jejich výstavbu

Základní zákonný rámec upravující podmínky podnikání v energetických odvětvích a podporu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů řeší dva klíčové zákony č. 458/2000 Sb. a č. 180/2005 Sb. společně s vyhláškami Energetického regulačního úřadu ERÚ.

„Zákon č. 458/2000 Sb. Tento zákon upravuje podmínky podnikání, výkon státní správy a regulaci v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.“[6]

„Zákon č. 180/2005 Sb. Tento zákon upravuje v souladu s právem Evropských společenství způsob podpory výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a z důlního plynu z uzavřených dolů a výkon státní správy a práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.

Účelem tohoto zákona je v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí

- a) podpořit využití obnovitelných zdrojů energie (dále jen „obnovitelné zdroje“),
- b) zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů,
- c) přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti,
- d) vytvořit podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice ve výši 8 % k roku 2010 a vytvořit podmínky pro další zvyšování tohoto podílu po roce 2010.“[8]

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

Vyhláška č. 51/2006 Sb., stanovující podmínky pro připojení zařízení k elektrizační soustavě.

Tato vyhláška stanoví podmínky připojení výroben elektřiny, distribučních soustav a odběrných míst konečných zákazníků k elektrizační soustavě, způsob výpočtu podílu nákladů spojených s připojením a se zajištěním požadovaného příkonu, podmínky dodávek elektřiny a způsob výpočtu náhrady škody při neoprávněném odběru elektřiny.

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

Tato vyhláška stanoví členění licencí pro účely regulace, vzory žádostí k udělení, změně a zrušení licence, náležitosti prohlášení odpovědného zástupce,

způsob určení vymezeného území a provozovny, prokázání vlastnického nebo užívacího práva k užívání energetického zařízení, podrobnosti o finančních a technických předpokladech a způsobu jejich prokazování pro jednotlivé druhy licencí, podrobnosti prokazování odborné způsobilosti.

Vyhláška č. 475/2005 Sb. kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů.

Tato vyhláška stanoví termíny a podrobnosti výběru způsobu podpory elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů, termíny oznámení záměru nabídnout elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů k povinnému výkupu a technické a ekonomické parametry.

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

5.1 Možnosti prodeje elektřiny

V české republice je upraven výkup z obnovitelných zdrojů zákonem č. 180/2005 Sb. a vyhláškou Energetického regulačního úřadu. V našich zákonech jsou definovány dva druhy podpor, formou výkupních cen a formou zelených bonusů.

V případě podpory formou výkupních cen má provozovatel regionální distribuční soustavy nebo provozovatel přenosové soustavy povinnost vykoupit od výrobce elektřiny veškerý objem vyrobené elektřiny ze systému. Výkup probíhá za stanovenou výkupní cenu Energetickým regulačním úřadem platnou v roce uvedení výroby do provozu. Cena je uplatňována po dobu její životnosti. Předpokládaná doba životnosti nové výroby je 20 let. V zákoně je stanoveno i každoroční navýšení cen o tzv. index cen průmyslových výrobců o 2-4%. V praxi to znamená každoroční navýšení minimálně o 2%, maximálně však o 4% ročně.

Při využití zelených bonusů si výrobce hledá odběratele sám. Může se jednat jak o obchodníka s elektřinou, tak o konečného spotřebitele. V tomto případě je finální cena složena jednak z peněz od odběratele tak zeleného bonusu. Zelený bonus je statní podpora za to, že je energie vyrobena z obnovitelných zdrojů a vyplácí ji regionální provozovatel distribuční soustavy. Zelený bonus je uplatňován taktéž na dobu 20 let, výše podpory je garantována na jeden rok a je stanovena ERÚ. Způsob čerpání dotací lze jednou ročně změnit.

Pro dodávku elektřiny z nového zdroje konkrétně do PRE je potřeba uzavřít tyto smlouvy: smlouva o distribuci a úhradě regulovaných poplatků, smlouva o připojení a smlouva o dodávce elektřiny. Pro uzavření Smlouvy o dodávce elektřiny je třeba předložit Rozhodnutí o udělení licence výrobcí (ERÚ), pro identifikaci je třeba uvést i číslo účastníka trhu.

5.2 Pravidla udělení licence

5.2.1 Společná pravidla

Pravidla pro udělení licence mají některé společné zásady, které se týkají všech žadatelů o licence, ať už jde o fyzickou nebo právnickou osobu. Pro proces vyřizování žádosti platí zákon 500/2004 Sb. správní řád.

Žádosti o licence musí být podávány na k tomu určených formulářích ať už v listinné nebo elektronické formě a jsou k dispozici na Energetickém regulačním úřadě či jeho internetových stránkách.

Žadatel o licenci fyzická osoba doloží RČ, místo trvalého pobytu. Pokud je žadatel zapsán jako podnikatel v obchodním rejstříku, je nutné uvést obchodní firmu nebo jméno, příjmení a případný dodatek dle zápisu v obchodním, živnostenském nebo jiném rejstříku a IČ i s dokladem o jeho přidělení. U podnikatelů podle živnostenského zákona je třeba předložit aktuální výpis ze živnostenského rejstříku.

Právnické osoby předkládají výpis z obchodního rejstříku, z kterého příslušný orgán zjistí hlavně IČ, sídlo i další údaje.

Žadatelem mohou být i další subjekty, sdružení osob, obce, atd. I u těchto subjektů musí být prokázána jejich právní existence výpisem z příslušného rejstříku.

Žádosti musí být podepsány vlastnoručním podpisem, který nemusí být ověřen.

Všeobecné předpoklady pro udělení licence je dovršení věku 21 let, plná způsobilost k právním úkonům a bezúhonnost ve smyslu energetického zákona.

Odbornou způsobilost musí splnit buď sám žadatel nebo musí stanovit odpovědného zástupce. Právnická osoba musí zástupce stanovit vždy. Odborná způsobilost se nemusí prokazovat do výkonu systému menšího 20 kW_e. Způsobilost musí být doložena kopií diplomu, vysvědčením či pracovním posudkem. Odpovědný zástupce musí splňovat všeobecné předpoklady, bezúhonnost a odbornou

způsobilost.

Do žádosti se musí uvést předpokládaná doba podnikání, dobu, na kterou požadujeme udělení licence a termín zahájení licencované činnosti. Licence v energetických oblastech jsou udělovány nejdéle na 25 let.

Oprávnění k výkonu licencované činnosti vznikne nejdříve v den nabití právní moci rozhodnutí o udělení licence. Je v zájmu držitele, aby si nechal ověřit rozhodnutí doložkou právní moci. Rejstříkové soudy i finanční úřady budou doložku požadovat.

5.2.2 Majetkoprávní, technické a finanční předpoklady

Každý žadatel musí tyto předpoklady splňovat. Rozsah požadavků je různý podle toho, pro který energetický obor je požadována licence. Základní podmínkou je doložení majetkového vztahu k využívanému zařízení. Vztah musí být založen na základě vlastnictví nebo užívacího práva. Majetkový vztah musí být doložen tzv. nabývacím titulem, např. darovací smlouvou, kupní smlouvou apod. u nemovitého majetku je dokladem výpis z katastru nemovitostí.

Finančními předpoklady je schopnost žadatele finančně zabezpečit provozování činnosti po dobu, na kterou je vyžadována licence. Současně zabezpečit současné a budoucí závazky minimálně po dobu 5 let. Finanční předpoklady se neprokazují u výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů s výkonem zařízení menším než 200 kW_e. U výroby elektřiny do 1MW včetně lze bezdlužnost na daních, poplatcích, clech a pojistném doložit prohlášením.

Dále se finanční předpoklady prokazují doložením: obchodního majetku, čistého obchodního majetku, objemu dostupných finančních prostředků, poslední účetní uzávěrky ověřené auditorem, podnikatelským plánem na prvních 5 let činnosti.

5.3 Technické požadavky

U nově budovaných zařízení je potřeba doložit kolaudační rozhodnutí, oznámení záměru započít s užíváním stavby stavebnímu úřadu, prohlášení žadatele, že stavební úřad stavbu nezakázal nebo kolaudační souhlas. Dále je potřeba dodat doklad prokazující splnění požadavků k zajištění bezpečnosti práce.

Pokud je podmínkou provozování energetického zařízení i ověření povolení

nakládání s vodami, je potřeba jej dodat dle zvláštního právního předpisu č.354/2001 Sb.

Technické a finanční předpoklady a jejich rozsah jsou různé pro jednotlivé skupiny podnikání.

5.4 Dotace z fondů EU v ČR

Evropské dotace lze čerpat z operačního programu Životní prostředí, ve kterém probíhá příjem žádostí během vyhlášených časově omezených výzev dle Státního fondu životního prostředí České republiky, který operační program spravuje. Pro rok 2009 v rámci 4. výzvy OPŽP je možnost z prioritní osy 3 žádat o dotace na výstavbu a rekonstrukce zdrojů elektřiny využívajících OZE – 3.1.2.

Omezením v rámci výzvy pro prioritní osu 3 je maximální výše dotace na jeden projekt v podoblasti podpory 3.1.2, která nesmí přesáhnout 50 mil. Kč. Tyto dotace jsou určeny pro projekty velmi velkého rozsahu.

5.5 Dotační politika Německa a Rakouska

Pro porovnání zde uvádím dotace našich sousedních států. Rakouská vláda dotuje pouze solární systémy pro přitápění a ohřev TUV. Zato v Německu je možnost získat dotaci na instalaci solárních systémů od spolkové vlády, některých zemských vlád a také od komunálních úřadů. Od ledna 2004 má žadatel možnost získat až 84 EUR na m² kolektorové plochy (což je v přepočtu 2 218 Kč oproti 4 000 Kč v Praze pro letošní rok) od spolkového úřadu pro hospodářství. Maximálně však pro 200 m². K těmto dotacím se čas od času připojí výrazné slevy na soustavy od komerčních firem.

„Kromě pobídek platných na celém území Německa lze v deseti ze šestnácti spolkových zemích získat další finanční prostředky na solární systém. Dotace zemských vlád nejsou na rozdíl od Rakouska děleny dle typu termického systému (příprava TUV či přitápění) a většinou nejsou ani vázány na kolektorovou plochu. V některých spolkových zemích je dotačně zvýhodňována kombinace solárního termického systému s kotlem na biomasu. Zajímavostí je, že v Bavorsku - spolkové zemi s největší kolektorovou plochou v přepočtu na obyvatele - už od ledna 2004 neexistuje žádná podpora pro termické systémy od tamní zemské vlády. Přitom ještě

v roce 2003 od ní bylo možné získat min. stejně tolik prostředků, co od spolkové vlády.“ [10]

Výkupní cena ze solárních elektráren, které jsou integrovány nebo postaveny na střeše či zdi budovy je v Německu od 1.1.2009 dle EEG následující:

57,4 ¢ EUR za 1 kWh u elektráren s maximálním výkonem 30 kWp

54,6 ¢ EUR za 1 kWh u elektráren s maximálním výkonem od 30 kWp do 100 kWp

54,0 ¢ EUR za 1 kWh u elektráren s maximálním výkonem na 100 kWp [11]

Pokud vezmeme aktuální kurz Eura ke dni 10.4.2009 (26,45 Kč) dostaneme pro nejmenší solární elektrárny částku 15,18 Kč, u středních elektráren 14,44 Kč a u největších 14,28 Kč za 1 kWh. Vezmeme-li nejmenší solární systém zavedený po 1.1.2009 u nás v republice, který je dotován 12,89 Kč za 1 kWh, je rozdíl propastných 2,29 Kč za 1 kWh. Nemluvě o nižších cenách solárních soustav v porovnání s průměrnými platy v obou zemích. Není divu, že se stavby solárních elektráren v Německu tak silně rozmáhají a za posledních několik let rozmáhaly.

Bavorská obec Rettenbach měla svého času nejvíce solárních systémů v zemi díky tomu, že lidé investovali do výstavby ne jen kvůli životnímu prostředí, ale proto, že se jim to finančně velice dobře vyplatilo. Vše bylo „zaviněno“ novelou zmiňovaného zákona EEG a s tím spojenou vyšší výkupní cenou elektřiny ze solárních elektráren spojenou s garancí výkupu po dobu 20 let. Náhlý zájem o solární panely dokonce znamenal v Německu dočasné vyprodání solárních panelů.

5.6 Dotace z národních programů v ČR

Fyzické osoby – nepodnikatelé, mohou obdržet dotace na solární systémy u Státního fondu životního prostředí ČR. Bohužel pro program 1.A.d – na výrobu elektřiny nebyl příjem žádostí v roce 2009 dosud otevřen.

5.7 Komunální dotace v ČR

Dotace jsou většinou vypláceny na solární termické systémy, místní dotace na fotovoltaickou elektrárnu lze získat v Plzni (20 Kč na Wattpeak výkonu solární elektrárny do 5 kWp) a Praze (4 000 Kč na m² systému, maximálně však 50% doložených nákladů, nejvýše 80 000 Kč).

5.7.1 Příklad ekonomické návratnosti solární elektrárny

Jako příklad použijeme solární elektrárnu na klíč od firmy Solartec. Její nominální výkon 850 W s plochou kolektorů 6,8 m² je například na chatu či rodinný dům ideální volbou.

Požizovací cena této elektrárny je 180 000 Kč. Pokud bychom tuto elektrárnu stavěli v Praze, mohli bychom obdržet dotaci zmíněných 4000/m² systému. Z instalované 850 W pevné FVE je možno získat v podmínkách ČR minimálně 765kWh el.energie, kterou je možno prodávat PRE. Elektřinu bychom prodávali garantovaně 20 let s cenou začínající na 12,89 Kč/kWh. Za 20 let by cena byla s průměrným růstem 3% 22,60 Kč/kWh. První rok bychom za 765 kWh inkasovali 9 890 Kč, v roce 20. už 17 289 Kč. Za dvacet let bychom celkově od PRE dostali nejméně 262 315 Kč pokud budeme počítat s 1% degradací systému. S dotací od Hlavního města Prahy – 27 200 Kč bychom v tomto případě vydělávali na prodeji elektřiny již za 13 let.

Dále je tu možnost navýšit výrobu energie použitím oboustranných solárních článků v průměru o 15%. Přitom cena oboustranných panelů je oproti jednoduchým totožná. S tímto vylepšením bychom za 20 let od PRE obdrželi 301 662 Kč a elektrárna by si na sebe začala vydělávat po 11,5 letech. Životnost elektrárny je výrobcem garantována na 25 let. Za 25 prodeje energii PRE bychom vybrali 409 312 Kč a vydělali cca 268 000 Kč. Pokud bychom vzali v potaz údržbu a drobné opravy, vydělali bychom za 25 let cca 250 000 Kč za 6,8 m² elektrárny. Pro rozvoj sídel je vybudování malé solární elektrárny velice dobrá investice, mnou zvolená varianta je navíc komerční elektrárna na klíč. Při stavbě svépomocí bychom na stavbě vydělali ještě o několik procent více.

6. Závěr - klady a zápory fotovoltaické energie

Ačkoliv naše republika neleží v rovníkových oblastech, je i zde možné kvalitně vyrábět elektrickou energii přeměněnou ze slunečního záření. Vzhledem k možnému využití dotací a garantovanému výkupu po dobu 20 let je výroba v solárních elektrárnách mimo „pomoci přírodě“ i velice investičně zajímavá.

Mezi největší klady solárních zařízení patří bezesporu fakt, že Slunce je nevyčerpatelným zdrojem energie, nízké provozní náklady slunečních elektráren, vysoká životnost zařízení a jeho nenáročná obsluha a významná přínosem je i úspora fosilních paliv, jejichž spalováním znečišťujeme přírodu emisemi.

Abych zde nevypisoval jenom pozitiva solárních systémů, zde jsou i jejich negativní stránky. Pro celoroční využití ve vytápění je v našich podmínkách použitelné „solární teplo“ jen jako doplňkový zdroj. Při instalaci do stávajících objektů je návratnost investic závislá na rozsahu úprav.

Vyrobená energie ze slunečního záření může nahradit 20 - 50% potřeby tepla k vytápění a 50 - 70% potřeby tepla k ohřevu vody v domácnosti. Vyrobená elektřina dokáže pokrýt v závislosti na ploše kolektorů a dalších technických opatřeních na budovách i roční spotřebu energie v řádech desítek procent. Pro rozvoj sídel je zařazení solárních panelů ať už pro výrobu TUV či elektrické energie velice významný krok pro životní prostředí.

7. Seznam použité literatury:

- [1] LIBRA M., 2007: *Zdroje a využití energie*, ČZU v Praze, ISBN: 978-80-213-1647-8, 141 s.
- [2] *Slunce*, online: <http://www.gymfry.cz/zmp0304/augsten/next/slunce.htm>, cit. 7.11.2008
- [3] LIBRA M., 2006: Solární energie, Fotovoltaika – perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti, ČZU v Praze, ISBN: 80-213-1488-5, 149 s.
- [4] *Solární vývoj*, online: <http://mujweb.cz/www/solarnivyvoj/?x>, cit. 29.11.2009
- [5] *Solární systémy*, online: <http://www.solarni-energie.info/solarni-systemy.php>, cit. 23.3.2009
- [6] THEMESSEL A., 2005: *Solární systémy, Návrhy a stavba svépomocí*, Grada Publishing, a.s., ISBN: 80-247-0589-3, 120 s.
- [7] *Sbírka zákonů, Zákon č. 458/2000 Sb.*, online: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb00458&cd=76&typ=r>, cit. 1.4.2009
- [8] *Sbírka zákonů, Zákon č. 108/2005 Sb.*, online: [http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPTSFGAIWB6](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPTSFGAIWB6), cit. 1.4.2009
- [9] STARÝ P., 2008: Dodávka a montáž solárního systému – fotovoltaika v Národním divadle, Technická zpráva
- [10] Dotace Německo, online: <http://www.solarniliga.cz/dotacede.html>, cit. 20.4.2009
- [11] Renewable Energy Sources Act (EEG), online: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_en.pdf, cit. 22.4.2009
- [12] REMMERS K.H., FALK A., 2007: *Velká solární zařízení, úvod k navrhování a provozu*, ERA, ISBN: 978-80-7366-110-6, 329 s.
- [13] TYWONIAK J., 2005: Nízkoenergetické domy, principy a příklady, Grada publishing, ISBN: 80-247-1101-X, 196 s.

8. Zdroje obrázků:

- 1) <http://www.gymfry.cz/zmp0304/augsten/next/main.htm>
- 2) <http://www.gymfry.cz/zmp0304/augsten/nex>
- 3) <http://www.vysocina-news.cz/clanek/slune>
- 4) <http://www.decius.cz/index.php?data=absorbery>
- 5) <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=348&h=13&pl=49>
- 6) <http://www.heliostar.cz/img/solarni-systemy3.jpg.jpg>
- 7) <http://www.ekobydleni.eu/obrazky/solarni-clanky/solarni-panely-nellis.jpg>
- 8) <http://img.en.china.cn/0/0,0,427,16935,400,505,c8c53f32.jpgc8c53f32.jpg>
- 9) <http://www.freewebs.com/solarsolidarite>
- 10) http://www.heliosys.cz/web/document/cms_library/26.jpg
- 11) http://www.kea-olomouc.cz/grafika/alt_grid-on.png
- 12) http://farm3.static.flickr.com/2320/2331480982_52f9eb646f.jpg
- 13) http://upload.wikimedia.org/1/1c/ISS_after_STS-117_in_June_2007.jpg
- 14,15) Foto: Ministerstvo ŽP
- 16,17) Foto: Národní divadlo