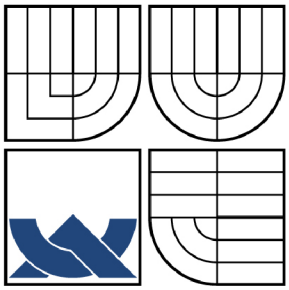
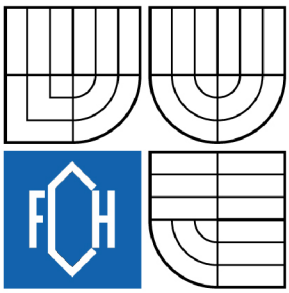


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE A TECHNOLOGIE OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

ENERGETICKÉ VYUŽITÍ SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V JIHOMORAVSKÉM KRAJI , POSOUZENÍ VLIVŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

UTILIZABLE SOLAR ENERGY FOR AREA - SOUTH MORAVIA, APPRAISAL IMPACT ON THE ENVIRONMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — SIMONA KUČEROVÁ

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. JOSEF KOTLÍK, CSc.

SUPERVISOR

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	**FCH-BAK0302/2008**	Akademický rok:	**2008/2009**
Ústav:	Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí		
Student(ka):	**Simona Kučerová**		
Studijní program:	Chemie a chemické technologie (B2801)		
Studijní obor:	Chemie a technologie ochrany životního prostředí (2805R002)		
Vedoucí bakalářské práce:	**Ing. Josef Kotlík, CSc.**		
Konzultanti bakalářské práce:			

Název bakalářské práce:

Energetické využití slunečního záření v Jihomoravském kraji , posouzení vlivů na životní prostředí

Zadání bakalářské práce:

Provést analýzu bilance sluneční energie pro využití v termických a fotovoltaických systémech. Pokusit se z výsledků analýzy dedukovat potencionální a reálné možnosti Jihomoravského kraje v návaznosti na územně energetickou koncepci rozvoje.

Termín odevzdání bakalářské práce: 29.5.2009

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

- -	- -	- -
Simona Kučerová	Ing. Josef Kotlík, CSc.	doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.
Student(ka)	Vedoucí práce	Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2008

- -
doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na analýzu bilance sluneční energie pro JmK. Práce analyzuje potencionální a reálné možnosti termického a fotovoltaického využití solární energie v návaznosti na územně energetickou koncepci rozvoje kraje.

ABSTRACT

This thesis deals with analyses of solar energy balance in the South Moravian Region. Analyses potential and real possibilities of termal and fotovoltaic systems of the South Moravian Region in cooperation with the Territorial energy conception of region development.

KLÍČOVÁ SLOVA

Obnovitelné zdroje energie (OZE), solární (sluneční) energie, termika, fotovoltaika

KEYWORDS

Renewable resources energy (RRE), solar (sun) energy, termic, fotovoltaic

KUČEROVÁ, S. *Energetické využití slunečního záření v Jihomoravském kraji, posouzení vlivů na životní prostředí.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2009. 42 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Josef Kotlík, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....

Poděkování

Poděkování Ing. Josefu Kotlíkovi, CSc. za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu zpracování práce poskytoval.

OBSAH

OBSAH **5**

1. ÚVOD **7**

2. ENERGIE **9**

2.1 DEFINICE ENERGIE 9
2.2 ZDROJE ENERGIE 9
2.2.1 Neobnovitelné zdroje energie *9*
2.2.2 Obnovitelné zdroje energie *9*
2.3 DŮVOD PRO HLEDÁNÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE 11

3. SOLÁRNÍ ENERGIE **12**

3.1 SLUNCE 12
3.2 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ 12
3.3 INTENZITA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ 13
3.3.1 Parametry určující polohu slunce nad obzorem *13*
3.3.2 Přímé sluneční záření *14*
3.3.3 Difúzní sluneční záření *15*
3.3.4 Globální sluneční záření *15*
3.3.5 Energie dopadající na osluněnou plochu *18*
3.4 DOSTUPNOST SOLÁRNÍ ENERGIE 19
3.5 PŘEMĚNA SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ 21
3.5.1 Solární článek *21*
3.5.2 Nevýhody fotovoltaickýxh článků *22*
3.5.3 Výhody fotovoltaických článků *22*
3.5.4 Použití solárních článků *22*
3.5.5 Sluneční elektrárny *22*
3.6 NEPŘÍMÁ PŘEMĚNA 23

4. VÝZNAM SLUNEČNÍ ENERGIE **24**

4.1 REÁLNÁ VYUŽITELNOST SOLÁRNÍ ENERGIE 24
4.2 VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE 24
4.3 VÝHODY SOLÁRNÍ ENERGIE 24
4.4 NEVÝHODY SOLÁRNÍ ENERGIE 25

5. EIA A SEA **26**

5.1 O POSUZOVÁNÍ VLIVŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ 26
5.2 CÍLE PROCESŮ EIA A SEA 26
5.3 ODDĚLENÍ EIA 27

6. ANYLÝZA SLUNEČNÍHO SVITU NA ÚZEMÍ JMK **28**

6.1 ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (ČHMÚ) 28
6.1.1 Současné úkoly ČHMÚ *28*
6.1.2 Brněnská pobočka *29*
6.2 ZPRACOVÁNÍ DAT 29
6.3 DETAILY STANICE 34

DISKUZE **36**

ZÁVĚR **37**
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ **38**
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK **40**
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ **41**
PŘÍLOHY **43**

1. ÚVOD

Původním zdrojem téměř veškeré energie na Zemi je Slunce. Po mnoho let dodávalo energii rostlinám, které pak zuhelnatěly a to vedlo ke vzniku fosilních paliv. Jejich spálením uvolníme Sluncem konzervovanou energii (jednorázově). Dalším původním zdrojem energie na Zemi jsou radioaktivní prvky, které jsou také k dispozici jen v omezené množství. [1]

Jako neobnovitelný zdroj energie (NZE) je představován takový zdroj energie, který bude vyčerpán během maximálně stovek let a jeho obnovení by trvalo o mnoho déle. Mezi NZE patří i fosilní paliva, konkrétně plyn, ropa, uhlí a zemní plyn. V České republice je největším zdrojem energie uhlí a zemní plyn. Protože se ostatní fosilní paliva dováží, lze předpokládat nárůst jejich cen. Mezi další negativa fosilních paliv patří jejich nepříznivý účinek při spalovacích procesech, přičemž vznikají oxidy uhlíku a dusíku, které se tímto podílejí na skleníkovém efektu. [3]

Jako alternativní zdroje energie dnes spíše obnovitelné zdroje energie (OZE) jsou označovány zdroje, v jejichž čerpání lze teoreticky pokračovat další tisíce až miliardy let. Mají větší uplatnění do budoucna než neobnovitelné zdroje energie. Snad jedinou nevýhodou OZE je stále dražší energie, která z nich pochází. [1]

Slunce je jediný původní zdroj obnovitelných zdrojů energie. Poskytuje nám nejen světelnou energii, ale také tepelnou. Tepelná energie se přemění ve fotovoltaických systémech na elektřinu. Při ohřevu zemského povrchu a atmosféry se vytváří vrstvy vzduchu s různou teplotou, hustotou a tlakem. Při jejich vyrovnávání se "vyrábí" vítr. Díky slunečnímu teplu se vypařuje voda a tím dochází ke koloběhu vody na Zemi, který také disponuje využitelným energetickým potenciálem. Teplotní rozdíly povrchu a hlubiny oceánů vytvářejí energii, stejně tak jako vlnobití vyvolané větrem nebo dmutí oceánů vyvolaná slapovými silami Měsíce a Slunce. [1]

Z výše uvedených skutečností, tj. snižování zásob, stoupající ceny a negativního působení fosilních paliv na životní prostředí, vyplývá nutnost snižování spotřeby NZE a současně vyšší využívání OZE.

Mezi OZE (obr. č. 1) patří: [1]

- energie vody
- geotermální energie - vzniká z tepla uvolňovaného rozpadem radionuklidů a dalšími exotermickými pochody probíhajícími v zemské kůře
- spalování biomasy a bioplynu
- energie větru
- energie slunečního záření
- využití tepelných čerpadel
- energie příboje a přílivu oceánů
- energie kapalných biopaliv

Podíl OZE na celkové energetické bilanci bude v závislosti na zeměpisné poloze, přírodních podmínkách, společenských i politických podmínkách jednotlivých oblastí různý, stejně jako význam jednotlivých zdrojů. [3]

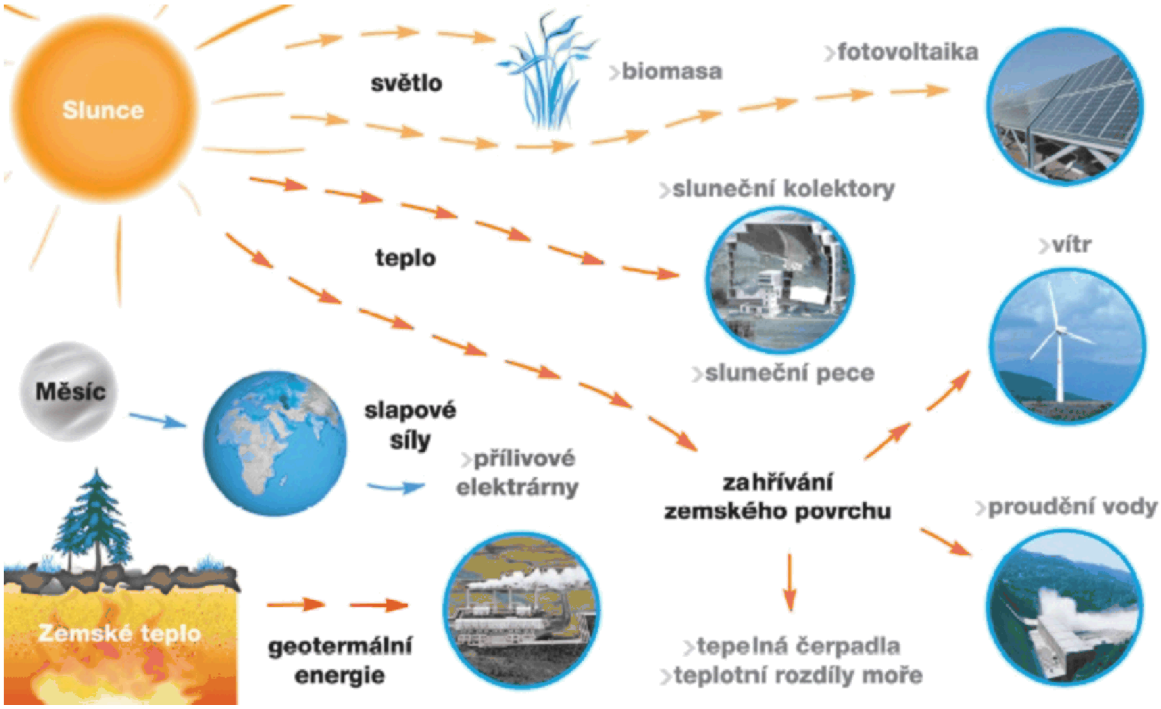
Zájem o využívání OZE pro výrobu elektrické energie se zvýšil v 70. letech minulého století. Tehdy přibývaly poznatky o možné globální klimatické změně v důsledku rostoucí koncentrace skleníkových plynů (především CO_2 vlivem spalování fosilních paliv, hlavně v uhelných elektrárnách). Hrozící globální oteplování, rozsáhlé znečištění životního prostředí celé planety a ubývající zásoby fosilních paliv vede společnost k tomu, aby se vážně zajímala o získávání energie z čistých zdrojů tedy ze zdrojů obnovitelných. [4]

V Kjótském protokolu se rozvinuté země světa zavázali snížit emise skleníkových plynů o 5,2 % ve srovnání se stavem v roce 1990 a to do roku 2008 až 2012. [9]

Jedním z klíčových bodů energetické politiky Evropské unie (EU) je také požadavek na maximální využívání OZE. Podle výsledků průzkumu, který provedl statistický úřad EU Eurostat, považuje zvyšování podílu obnovitelných zdrojů energie na bilanci spotřeby energie za jeden z prioritních úkolů svých vlád 90 % občanů členských zemí. [1]

V EU je současný podíl využívání OZE při výrobě elektrické energie asi 12,9 %. S ratifikací Kjótského protokolu o snižování emisí CO_2 v průmyslově vyspělých zemí se EU zavázala, že do roku 2010 bude podíl OZE na výrobě elektrické energie asi 21 %.

Česká republika má k roku 2010 splnit cíl 8 % hrubé výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie na hrubé spotřebě elektřiny a společně s tím vytvořit takové tržní a legislativní podmínky, aby se zachovala důvěra investorů do technologií OZE. Tento úkol je definován ve směrnici 2001/77/ES, kterou ČR vnesla do svého právního řádu prostřednictvím Zákona č. 180/2005 Sb. Směrnice nedefinuje konkrétní nástroje k uskutečnění tohoto cíle, ale ponechává jejich volbu na rozhodnutí členských států. [3]



Obrázek č. 1: Obnovitelné zdroje energie *(zdroj: www.cez.cz)*

2. ENERGIE

Na používaných zdrojích energie je přímo závislý rozvoj lidské společnosti. Když pomineme svalovou energii, musíme si uvědomit, že dnešní společnost čerpá energii z různých zdrojů pro různé potřeby téměř nepřetržitě na svém každém kroku a tím více se společnost stává závislá na zdrojích energie. Je třeba si uvědomit skutečnost, že se společnost stává zcela závislá na energii a hledá všechny možnosti jak tuto potřebu nasytit. [19]

2.1 Definice energie

Energie je v tom nejširším definičním měřítku schopnost hmoty konat práci. Její základní jednotkou je jeden joule [J] a vyjádřeno v jednotkách soustavy SI [$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$].

2.2 Zdroje energie

Zdroje energie můžeme dělit na dvě základní skupiny a to na zdroje neobnovitelné a zdroje obnovitelné.

2.2.1 Neobnovitelné zdroje energie

Do této skupiny patří fosilní paliva (uhlí, ropa, rašelina, břidlice, zemní plyn) a s jistou výhradou i jaderná paliva.

2.2.2 Obnovitelné zdroje energie (obr. č. 2)

Sluneční energie

Bezesporu výhodou sluneční energie je to, že je všude a její využití nevyžaduje mnoho živé práce. Nevýhodou pro větší energetické využití je nerovnoměrné územní rozložení a proměnlivá intenzita. Celkové množství energie dodané sluncem zemi je asi 35 000krát větší než je spotřeba energie ve všech zemích světa. [13]

Energie větru

Myšlenka využití energie větru k hrazení spotřeby energie je realizována již po tisíciletí. Pro energetické využití je důležité znát základní charakteristiky větru jako je rychlost, směr, četnost, stálost a nárazovitost ve výšce rotoru elektrárny. [6]

Energie moře

Moře je energicky významnou veličinou. Při přílivu a odlivu je využívána rotační energie zeměkoule, jejíž obvodová rychlost dosahuje na rovníku 474 $m \cdot s^{-1}$. Energetické účinky

mořských vod znal člověk už odedávna, již z roku 1 438 máme zmínky o mořském mlýnu, využívající energii přílivu a odlivu. [2]

Energie vodních toků

Forma mechanické energie je energie vodních toků, která se projevuje potenciální a kinetickou energií, při svém toku proudí voda z výše položených míst do níže položených míst. Pro energetické využití toku je nutné znát časový průběh průtoku. [8]

Geotermální energie

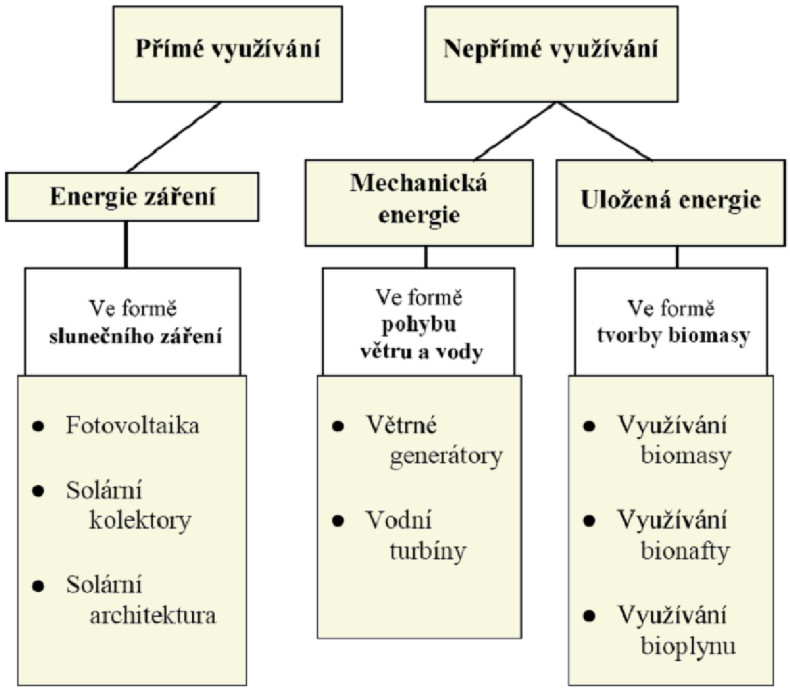
Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra, která vzniká rozpadem radioaktivních látek a slapových sil. [8]

Biomasa

Konkrétně biomasa označuje veškerou organickou hmotu, která vznikla pomocí fotosyntézy a hmotu živočišného původu. Rozeznáváme především zbytkovou a cíleně pěstovanou biomasu. Mezi zbytkovou (odpadní) biomasu patří dřevní odpad, rostlinné zbytky a komunální bio odpad. Energetické byliny a rychle rostoucí dřeviny představují cíleně pěstovanou biomasu. [11]

Bioplyn

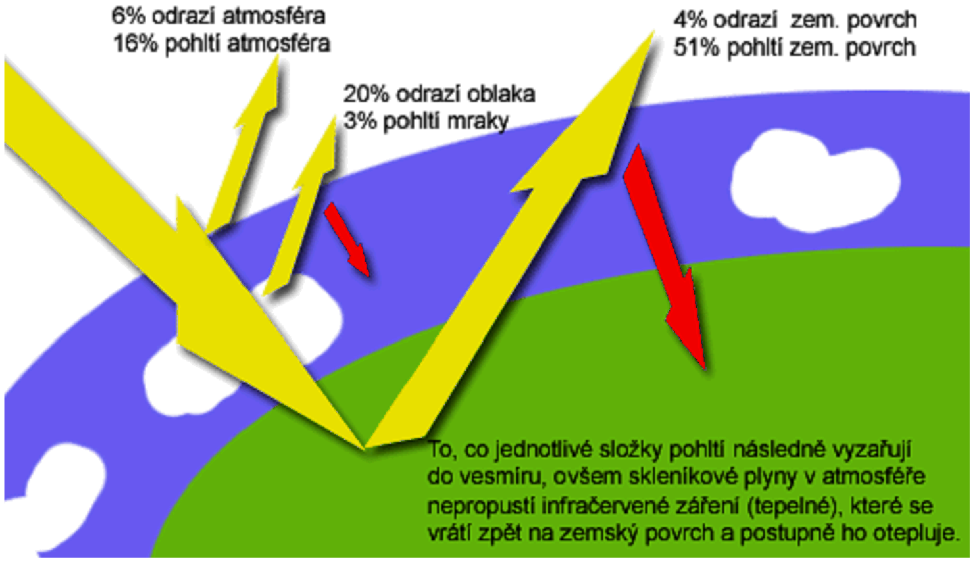
Bioplyn je produkovaný během anaerobního rozladu organických materiálů. Vzniká především v mokřadech, zemědělských prostředích, na skládkách a v bioplynových stanicích. [12]



Obrázek č. 2: Přímý a nepřímý způsob získávání elektrické energie z energie sluneční [5]

2.3 Důvod pro hledání obnovitelných zdrojů energie

Při získávání a přeměně energie z fosilních paliv (elektrárny, doprava, vytápění) se do atmosféry mimo jiných škodlivých látek dostává i obrovské množství oxidu uhličitého, metan, oxidy dusíku a další. Velké množství oxidu uhličitého v atmosféře je jednou z hlavních příčin skleníkového efektu, který popisuje obrázek č. 3. Odhaduje se, že oxid uhličitý se podílí 50 % na vzrůstu průměrné roční teploty atmosféry. [14]

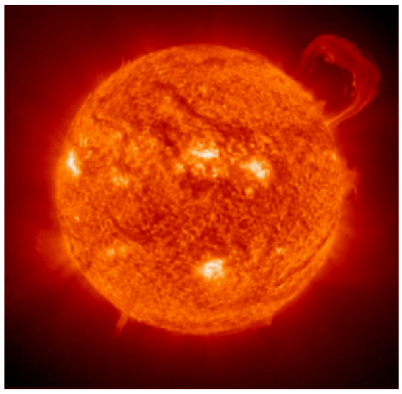


Obrázek č. 3: Skleníkový efekt [17]

3. SOLÁRNÍ ENERGIE

3.1 Slunce

Slunce (obr. č. 4) je naší nejbližší hvězdou, vzdálenou od Země asi 150 milionů km. Skládá se ze žhavých plynů o hmotnosti asi $1{,}989 \cdot 10^{30}$ kg a průměru 1 400 000 km, která vytváří neustále velké množství energie. Výkon se odhaduje na $4 \cdot 10^{26}$ W a jeho stáří se odhaduje na 4,6 miliardy let. Teplota na povrchu Slunce je 5 800 K. Teplota v jádru Slunce dosahuje $1{,}5 \cdot 10^{7}$ K, zde dochází k uvolňování energie a to velice pomalou přeměnou vodíku na helium za uvolnění velkého množství energie ve formě fotonů a gama záření.[16]



Obrázek č. 4: Slunce [15]

3.2 Sluneční záření [18]

Po překonání 150 milionů km vzdálenosti mezi Sluncem a Zemí dopadá sluneční záření na hranici zemské atmosféry v nezměněné podobě. Průměrná hodnota intenzity slunečního záření dopadající na hranici atmosféry I_0 se nazývá sluneční konstanta.

$$I_0 = 1\,360\, W \cdot m^{-2}$$

Na hranici atmosféry se odráží 30 % dopadajícího záření zpět do prostoru, 23 % je atmosférou pohlceno, zbývajících 47 % dopadá na zemský povrch v podobě přímého nebo difúzního záření.

Sluneční energie je energií elektromagnetického záření. Spektrum slunečního záření lze rozdělit na:

- ultrafialové záření (vlnová délka méně než 400 nm)
- viditelné záření (vlnová délka 400 až 750 nm)
- infračervené záření (vlnová délka více než 750 nm)

Viditelné tvoří asi 45 % dopadajícího záření, jinak se nazývá i fotosynteticky aktivní záření. Ozonová vrstvy pohlcuje zcela záření do vlnové délky 290 nm a zčásti od 290 do 320 nm. Vybrané délky infračervené oblasti jsou pohlcovány oxidem uhličitým a atmosférickou vodou.

Množství prošlého záření udává vztah:

$$R_g = R_s \cdot k^{\csc \alpha} \cdot \sin \alpha_1$$

kde jednotlivé veličiny znamenají:

R_g – globální záření dopadající na vodorovný povrch Země v nulové nadmořské výšce (na hladinu moře)

R_s – solární konstanta (s korekcí na aktuální vzdálenost Země od Slunce)

k – koeficient propustnosti atmosféry (závisí na jejím „zašpinění“), většinou se pohybuje mezi 0,7 a 0,9

$\csc \alpha$ – kosekans úhlu α α, tj. $\frac{1}{\sin \alpha}$

α_1 – úhel výšky Slunce nad obzorem.

3.3 Intenzita slunečního záření

Mírou energetického účinku slunečního záření a také výchozí veličinou pro další výpočty je intenzita záření dopadajícího na povrch Země, na plochu pod vrstvou atmosféry. Jak již bylo uvedeno, rozptýlí a pohltí se část záření při průchodu atmosférou, takže na povrchu Země je intenzita přímého slunečního záření na plochu kolmou ke směru paprsků menší, než je tomu na hranici atmosféry. Zmenšení závisí, jak na součiniteli znečištění atmosféry, tak na tloušťce vrstvy vzduchu, kterou paprsky pronikají. [20]

3.3.1 Parametry určující polohu slunce nad obzorem [20]

Směr dopadu slunečních paprsků je dán vzájemnou polohou slunce nad obzorem vzhledem k zemi a polohou osluněné plochy. Poloha slunce nad obzorem se mění v závislosti s časem. V každém okamžiku je pak poloha slunce dána jeho výškou nad obzorem h a jeho azimutem a. Pro tyto dva parametry platí vztah:

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau$$
$$\sin a = \cos \delta \cdot \cos h^{-1} \cdot \sin \tau$$

kde jednotlivé veličiny znamenají:

δ – sluneční deklinace, tj. zeměpisná šířka, kde v daný den ve 12 h v poledne je slunce kolmo nad obzorem

φ – zeměpisná šířka

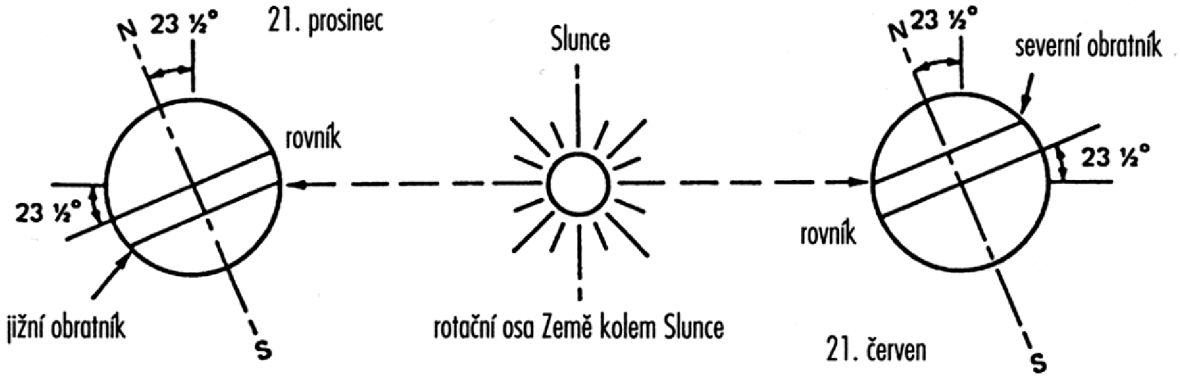
τ – čas v obloukových stupních měřený od 12 h v poledne

Sluneční deklinace se během roku mění a to každý den. Pro jednotlivé dny má tedy jiné hodnoty, což je patrné z tabulky č. 1. Pro běžný měsíc postačuje jedna hodnota charakteristická pro celý měsíc. Intenzita slunečního záření vypočtená pro charakteristický den v měsíci se pak považuje za průměrnou hodnotu pro celý měsíc.

Tabulka č. 1: Sluneční deklinace δ pro charakteristický den v jednotlivých měsících

Den	Sluneční deklinace δ
22. 12.	23° 27′
22. 11. a 21. 1.	20°
23. 10. a 20. 2.	11° 30′
23. 9. a 21. 3.	0°
23. 8. a 21. 4.	11° 30′
23. 7. a 22. 5.	20°
22. 6.	23° 27′

Při známé výšce slunce nad obzorem h a známém azimutu slunce a lze určit úhel dopadu slunečních paprsků na obecně položenou plochu (obr. č. 5).



Obrázek č. 5: Naklonění zemské osy dle ročního období

3.3.2 Přímé sluneční záření [20]

Intenzita přímého záření na plochu kolmou ke směru paprsků:

$$I_{Pn} = I_0 \cdot \exp\left(-Z/\varepsilon\right) \quad \left[W \cdot m^{-2}\right]$$

kde jednotlivé veličiny znamenají:

I_0 – sluneční konstanta 1360 [W·m^{-2}]

Z – součinitel znečištění atmosféry
ε – součinitel, který je závislý na výšce Slunce nad obzorem a na nadmořské výšce daného místa

3.3.3 Difúzní sluneční záření [20]

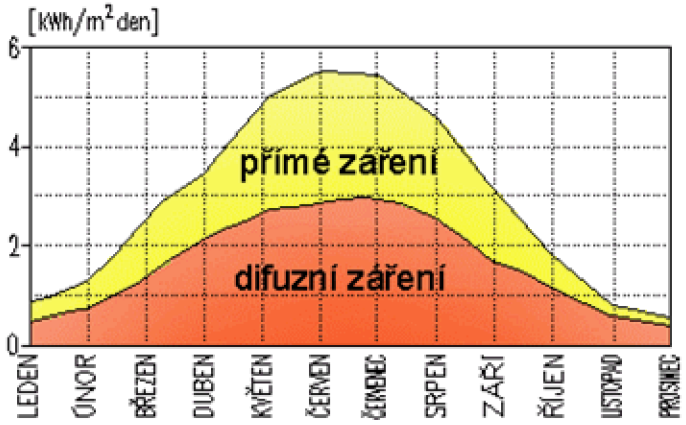
Difúzní záření je to záření, které se v atmosféře rozptýlí odrazem o molekuly plynů ve vzduchu, částečky prachu a mraky a proniká k Zemi. Jeho znázornění je vidět na níže uvedeném grafu (obrázek č. 6). Při tomto rozptylu se vlnová délka paprsků nemění. Difúzní záření dopadá na povrch i v době, kdy je obloha zatažená.

Intenzitu difúzního záření lze vypočítat:

$$I_D = 0{,}5 \cdot (1 + \cos \alpha_2) \cdot I_{Dh} + 0{,}5r \cdot (1 - \cos \alpha_2) \cdot (I_{Ph} + I_{Dh}) \quad \left[W \cdot m^{-2}\right]$$

kde jednotlivé veličiny znamenají:

α_2 – úhel sklonu osluněné plochy od vodorovné roviny
R – reflexní schopnost okolních ploch (r = 0,15 až 0,25)
I_{Ph} – intenzitu přímého slunečního záření na vodorovnou plochu $\left[W \cdot m^{-2}\right]$
I_{Dh} – intenzita difúzního záření na vodorovnou plochu $\left[W \cdot m^{-2}\right]$



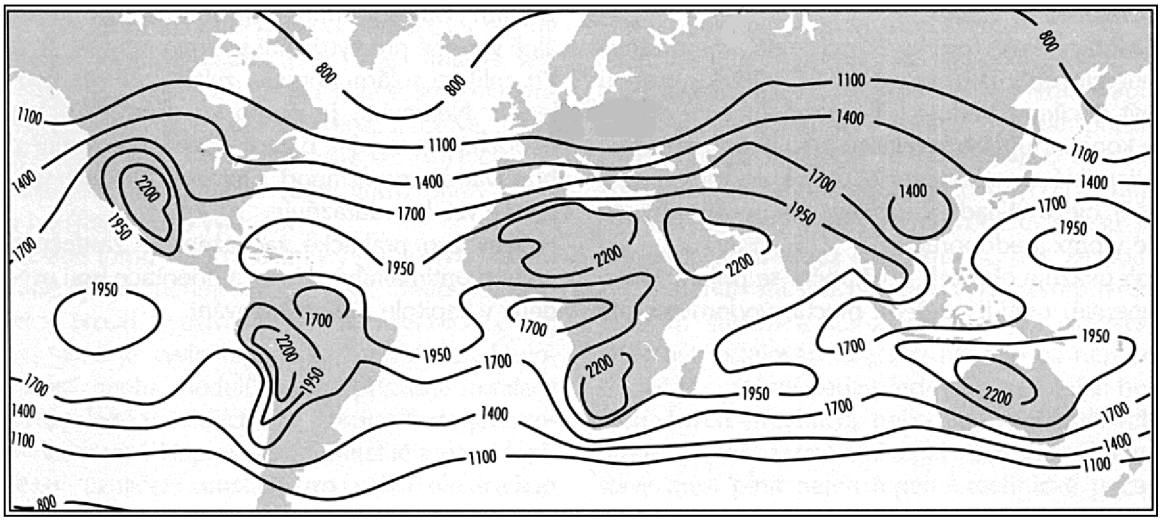
Obrázek č. 6: Přímé a difúzní záření dopadající na naše území v průběhu roku [20]

3.3.4 Globální sluneční záření [13]

Sluneční záření dopadající na plochu pod vrstvou atmosféry se skládá se záření přímého a difúzního. Intenzita celkového slunečního záření je potom:

$$I = I_{Pn} + I_D \quad \left[W \cdot m^{-2}\right]$$

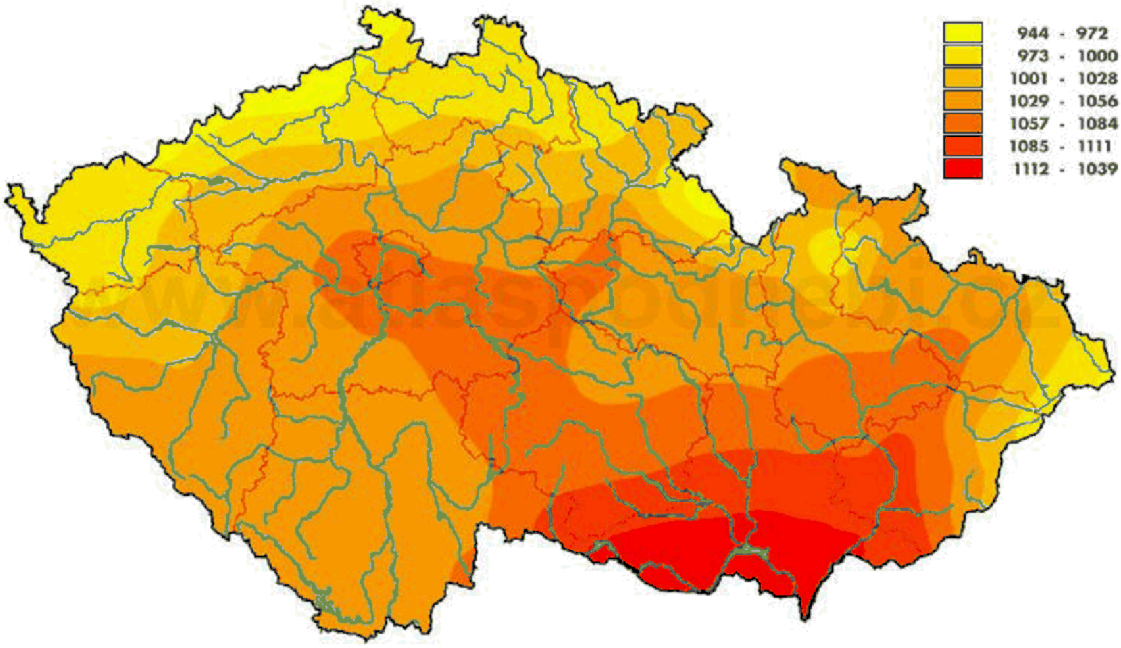
Intenzita globálního slunečního záření a její průběh v charakteristických dnech jednotlivých měsíců jsou základními parametry pro další výpočet energie dopadající na osluněnou plochu.



Obrázek č. 7: Střední hodnoty ročních úhrnů celkového záření na vodorovnou plochu v [kWh·m^{-2}] [21]

Nejvyšší hodnoty celkového záření na Zemi jsou dostupné v pouštních oblastech, např. Sahara a dosahují zde hodnot až 2200 kWh·m^{-2} ročně, což je vidět na obrázku č. 7. Dle mapy (obr. č. 8) a dostupných dat je zřejmé, že roční množství solární energie dopadající na vodorovné plochy v České republice leží v rozmezí 950 kWh·m^{-2} za rok pro severní části území (Děčín) až 1150 kWh·m^{-2} za rok pro oblast jihu Moravy (Břeclav), průměrně tedy asi 1050 kWh·m^{-2} za rok. [22]

To je takové množství energie, které lze získat dokonalým spálením asi 250 kg běžného uhlí. Na plochu o rozloze České republiky ročně dopadá okolo 80 000 TWh solární energie. Ve srovnání s roční spotřebou energií v ČR je to 250krát více. [23]



Obrázek č. 8: Roční průměrný úhrn slunečního záření [kWh/m^2] [7]

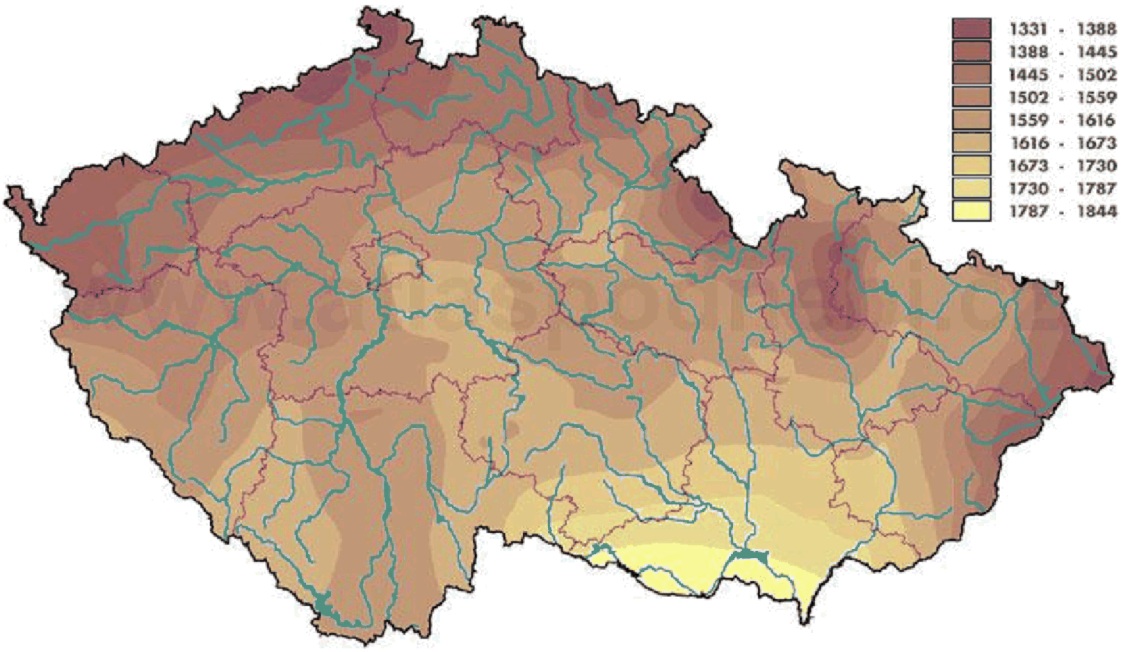
Pro dimenzování solárních zařízení jsou rozhodující dlouhodobé průměry celkového záření, které jsou zaznamenávány meteorologickými stanicemi. Z měsíčních průměrů celkového záření ve vybraných lokalitách (tab. č. 2) lze rozpoznat, že výše položená místa jsou zvýhodněna především v zimě, protože leží nad nízkou oblačností a mlhou.

Tabulka č. 2: Průměrné měsíční úhrny celkového záření na horizontální rovinu [kWh·m^{-2}] [21]

	Místo					
Měsíc	**Hradec Králové**	**Praha – Karlov**	**Ostrava – Poruba**	**Kuchařovice (JM)**	**Kocelovice (JČ)**	**Vídeň – Jih**
Leden	22,1	21,8	24,9	26,1	26,5	25,2
Únor	39,8	38,3	40,7	47,8	46,4	43
Březen	76,2	69,6	69,9	81,3	77,3	81,4
Duben	115,7	109,5	101,8	131,9	115,7	118,9
Květen	160,8	150,9	145,6	164,9	158,5	149,8
Červen	163,8	146,2	140,3	166,1	156,6	160,7
Červenec	162,7	153,8	146,2	169,1	165,3	164,9
Srpen	142,2	136	122,7	142,4	145,4	139,7
Září	92,9	84,8	79,9	94,2	91,9	100,6
Říjen	57	54,5	56,8	59,9	58,4	59,8
Listopad	23,8	22,6	25,6	26,8	26,9	26,3
Prosinec	17,1	16,1	18,1	19,3	19	19,9

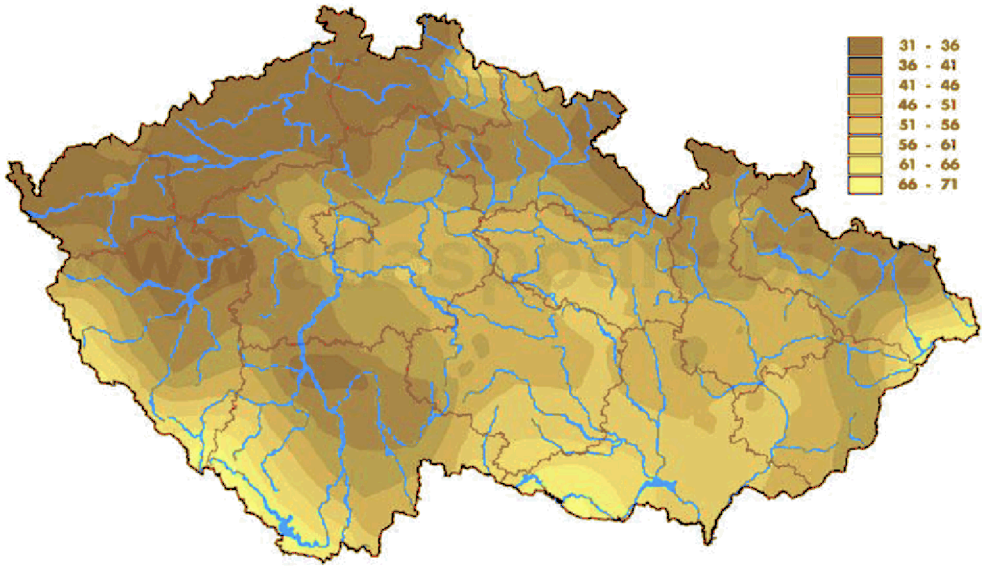
3.3.5 Energie dopadající na osluněnou plochu

Teoreticky možné množství energie dopadá na osluněnou plochu jen ve dnech, kdy svítí Slunce nepřetržitě po celou teoreticky možnou dobu. Takový případ je a v ČR poměrně vzácný. Nejčastěji se během dne střídá jasná obloha s oblohou zataženou mraky. V našich klimatických podmínkách je celková doba slunečního svitu 1300 až 1900 hodin za rok (obr. č. 9). Doba trvání slunečního záření se tedy může průměrně lišit až o 600 hod/rok. Tato doba je však na jednotlivé měsíce rozložena značně nerovnoměrně. [20]



Obrázek č. 9: Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu [h] [7]

Z hlediska využívání sluneční energie je nejdůležitějším faktorem přísun slunečního záření. Tento fakt znehodnocuje do značné míry oblačnost (obr. č. 10). Z uvedených map je zřejmé, že v České republice jsou nejvhodnější podmínky pro využívání slunečního záření k přeměně na elektrickou energii spíše na jihu. Konkrétně je to Jihomoravský kraj a oblast Šumavy. Naopak nejhůře je na tom severozápad ČR. Průměrný počet bezoblačných dní je 30 – 70 dní. Doba trvání bezoblačných dní se tedy průměrně může lišit až o 40 dní/rok.



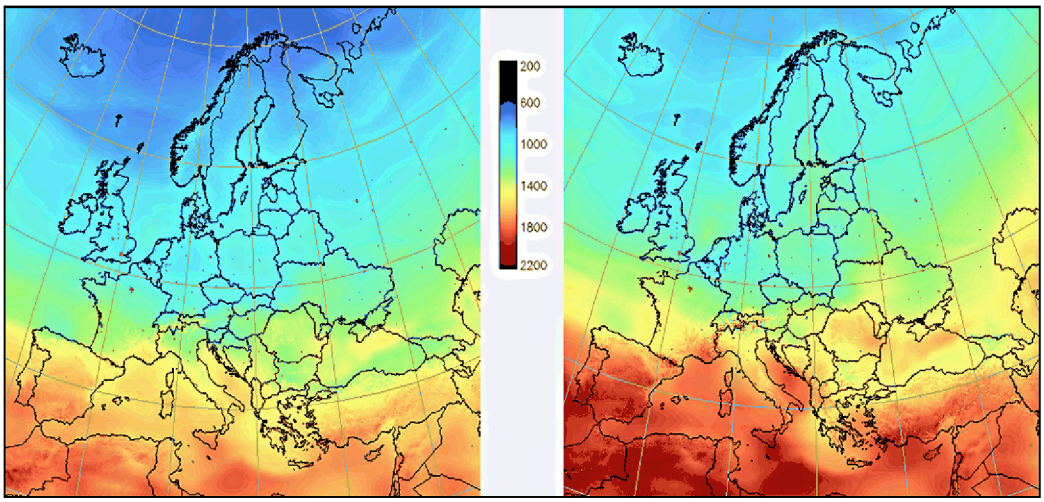
Obrázek č. 10: Roční průměrný počet bezoblačných dní [7]

3.4 Dostupnost solární energie

Využívání solární energie ve vesmíru nenese žádné problémy s její dostupností a spolehlivostí. Jinak je to ovšem s dostupností na povrchu Země. Solární energie je na Zemi dostupná všude, existují však značné rozdíly mezi jednotlivými lokalitami. Kolik energie lze ze slunečního záření získat, záleží na následujících faktorech: [24]

1. Zeměpisná šířka

Největší množství záření dopadá na zemský povrch v oblastech okolo rovníku a nejméně u pólů, což je zřetelné z následujících map (obr. č. 11).



Obrázek č. 11: Roční sumy globálního slunečního záření dopadající na vodorovnou plochu v Evropě

2. Roční doba

Nabídka slunečního záření se mění také v průběhu roku (tab. č. 3). V zimě je den kratší a slunce je na obloze nízko, spolu s častým výskytem oblačnosti výrazně omezuje energetický zisk solárních zařízení.

Tabulka č. 3: Suma záření na vodorovnou plochu [kWh·m^{-2} za den]

Měsíc	Praha	Sevilla
Leden	0,77	2,47
Únor	1,42	3,1
Březen	2,42	4,61
Duben	3,74	5,29
Květen	4,83	6,78
Červen	4,89	7,3
Červenec	5,06	7,11
Srpen	4,28	6,45
Září	2,86	5,13
Říjen	1,89	3,87
Listopad	0,81	2,51
Prosinec	0,55	2,09
Roční průměr	2,8	4,73

3. Místní klima a oblačnost

Při procházení záření zemskou atmosférou je část záření odražena a část pohlcena. Zásadní vliv mají v tomto ohledu mraky. Za jasné oblohy dopadá na povrch Země asi 75 % záření (1000 W·m^{-2}), při zatažené obloze jen kolem 15 % (200 W·m^{-2}). Množství energie, které lze ze slunečního záření získat také ovlivňuje znečištění atmosféry a výskyt přízemní mlhy.

4. Sklon a orientace plochy, kam sluneční záření dopadá

Maximální výkon ze slunečního záření získáme tehdy, pokud je plocha kolmá k dopadajícím paprskům. Optimální je tedy natáčet zařízení tak, aby dopadaly paprsky kolmo, což se ovšem v praxi dělá spíše výjimečně. Zpravidla se solární kolektory nebo fotovoltaické články osazují se sklonem 45° k jihu, což zajišťuje dobrý celoroční zisk energie. Pro zvýšení zisku v zimním období je možné sklon upravit na 60°, pro letní období je vhodné použít sklon kolem 30°.

3.5 Přeměna slunečního záření

Získávání elektrické energie přeměnou z energie sluneční (sluneční záření) je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Stejně tak je šetrná vůči životnímu prostředí jaderná energetika. Oba způsoby získávání energie (sluneční a jaderná energie) využívají zdroje, kterého je a ještě dlouho bude v přírodě dostatek. Se současnými solárními systémy je možno získat z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok. V porovnání se současnými zdroji energie je sluneční elektrická energie ze solárních systémů stále ještě podstatně dražší, což je její jediná velká nevýhoda. [1]

Díky sluneční energii lze vyrobil teplo (fototermika) nebo elektrickou energii (fotovoltaika). Fototermika slouží k ohřevu teplé užitkové vody, přitápění objektů a ohřevu bazénové vody. Fotovoltaiku lze použít pro účely vlastní spotřeby nebo ji za účelem zisku prodávat. [1]

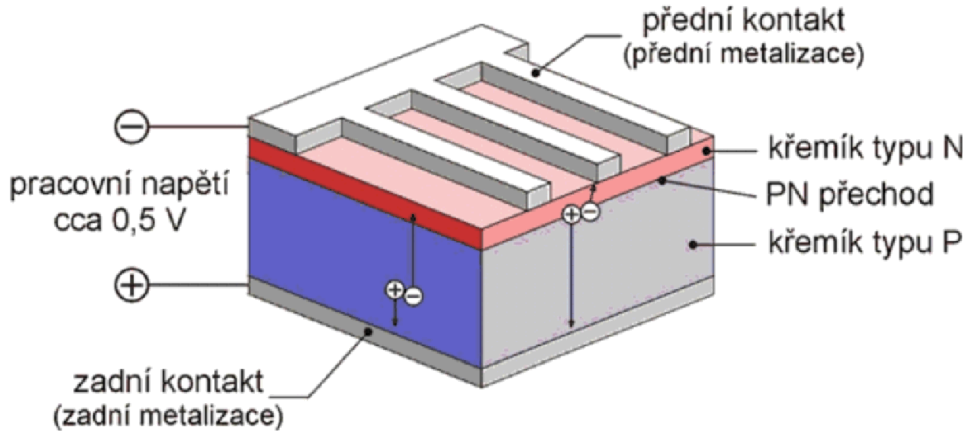
Sluneční energii lze vyrobit buď přímou cestou nebo nepřímo. Mezi přímé využívání sluneční energie patří tyto základní zásady: [1]

- solární kolektor – připravování horké vody a zahřívání místností
- fotovoltaické panely – přímá změna sluneční energie do elektrické energie
- usměrňování sluneční energie – použití ve velkých energetických továrních zařízení

Přímá přeměna je založena na principu fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tento jev může nastat v polovodičích (např. v křemíku, germaniu, sirníku kadmia aj.). [1]

3.5.1 Solární článek

Fotovoltaický (solární) článek (obr. č. 12) se skládá z tenké destičky z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany „pokryta“ atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětimocného prvku (např. arzenu). Jakmile na destičku dopadnou fotony, záporné elektrony se uvolní a zbývají kladně nabité "díry". Přiložíme-li na obě strany destičky elektrody a spojíme je drátem, začne protékat elektrický proud. Z jednoho cm^2 dostaneme proud okolo 12 mW (miliwattů). Jeden m^2 slunečních článků může vyrobit v letní poledne až 150 W stejnosměrného proudu. Abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), zapojíme sluneční články za sebou, nebo vedle sebe tak, abychom získali větší proud. Spojením více článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel. [4]



Obrázek č. 12: Princip činnosti solárního článku [3]

3.5.2 Nevýhody fotovoltaickýxh článků

Nevýhodou fotovoltaických článků je jejich vysoká pořizovací cena a závislost bilance energie na ročním období. V ČR se průměrný počet hodin slunečního svitu pohybuje okolo 1460 hod/rok. [1]

3.5.3 Výhody fotovoltaických článků

Naopak výhodou těchto článků je to, že mohou fungovat jako zdroje energie i na těžko dostupných místech, jako jsou ostrovy, hory, odlehlé pouštní oblasti a vesmírné stanice. Články se mohou s výhodou pokrýt i fasády domů nebo se mohou umístit na stožáry či mořské bóje. Fotovoltaické systémy jsou doplněny akumulátory, které se při slunečním svitu nabíjejí. [1]

3.5.4 Použití solárních článků

Použití solárních článků je velmi rozsáhlé od napájení hodinek či kalkulaček přes využití na satelitních a vesmírných sondách až po energetické využití. Přímá přeměna v polovodičových fotovoltaických panelech je nejrozšířenější princip přeměny solární energie na energii elektrickou. [1]

3.5.5 Sluneční elektrárny

Elektrárny z polovodičových panelů se instalují po celém světě a to od malých systémů (maximální výkon řádově jednotky kilowattů) až po elektrárny s maximálními výkony (několik MW). Stejnosměrný proud lze použít k napájení spotřebičů, k dobíjení akumulátorů či k výrobě vodíku elektrolýzou vody a akumulaci energie v této formě. Pomocí měničů lze stejnosměrný elektrický proud měnit na střídavý. Malé fotovoltaické systémy i větší elektrárny mohou být sestavovány jako ostrovní nebo síťové. Ty se liší tím, že ostrovní

systémy nejsou napojeny na rozvodnou síť a zásobují jen malou oblast, někdy to může být i jeden spotřebitel. Kdežto síťové jsou napojeny na veřejnou rozvodnou síť a v době přebytku vlastního výkonu mohou elektrickou energii dodávat do sítě. [1]

3.6 Nepřímá přeměna

Elektrickou energii lze ze slunečního záření získávat také nepřímo, přes teplo. Termoelektrická přeměna spočívá v tzv. Seebeckově jevu. V obvodu z dvou různých vodičů vzniká elektrický proud, jestliže jejich spoje mají různou teplotu. Účinnost tohoto zařízení, kterému se říká termoelektrický článek, závisí na rozdílu teplot a na vlastnostech vodičů.

Spojením většího množství termoelektrických článků vzniká termoelektrický generátor. Při využití slunečního záření se jeden spoj umístí do ohniska fokusačního sběrače a druhý může být ve vodě nebo v půdě. [25]

4. VÝZNAM SLUNEČNÍ ENERGIE

4.1 Reálná využitelnost solární energie

Je známo, že v praxi nelze využít všechnu solární energii, která je nám k dispozici. Je celá řada případů, které praktickou využitelnost solární energie ovlivňují: [24]

1. Účinnost systémů, kterými energii zachycujeme. V případě ohřevu vody bývá průměrná účinnost kolektorů kolem 30 až 40 %, u fotovoltaických článků tomu je jen něco málo přes 10 %.
2. Existuje nepoměr mezi momentální nabídkou solární energie a okamžitou spotřebou – v zimním období je vyšší poptávka pro vytápění objektů, ale menší nabídka slunečního záření. Z části se dá tento problém řešit akumulací energie.
3. Solární energie má relativně malou plošnou hustotu, a ve spojení s nízkou účinností tak rozměry zařízení na její využití musí být poměrně velké. Většina solárních systémů je finančně náročná, limitujícím faktorem je tedy také doba návratnosti investice.

Kromě těchto faktorů existují i další, spíše netechnického charakteru, navíc v naší společnosti je stále nedostatečná motivace pro instalaci a využití solární energie v praxi.

4.2 Využití solární energie

1. *Přeměna slunečního záření na teplo*
   Přeměnit sluneční záření na teplo o nízké teplotě (do 100 °C) je velmi jednoduché, vzniklé teplo se dá využít na ohřev vody pitné a vody pro vytápění, ohřev bazénové vody, ohřev vzduchu pro následné vytápění, desinfekce vody, vaření a sušení, solární chlazení a klimatizaci.
2. *Přeměna na elektrickou energii*
3. *Přeměna na chemickou nebo mechanickou energii*
   Sluneční záření dokáže štěpit vazby v chemických sloučeninách, lze ho využít např. pro odbourávání pesticidů v odpadních vodách, nebo na výrobu vodíku.
4. *Využití fotochemických účinků slunečního záření* [24]

4.3 Výhody solární energie

Solární energie je obnovitelný a nevyčerpatelný zdroj energie, sluneční energie je všude dostupná, při zpracování vzniká jen minimum odpadu a jeho využívání má minimální negativní dopady na životní prostředí. Systémy využívající právě této energie jsou bezpečné, jsou technicky jednoduché, vyznačují se dlouhou životností a

mají minimální nároky na obsluhu. Mezi výhody těchto systémů patří také to, že se dají instalovat bez negativních dopadů i v husté městské zástavbě, zde lze využívat střešních ploch. [24]

4.4 Nevýhody solární energie

Za hlavní nevýhodu lze považovat denní a sezónní proměnlivost intenzity slunečního záření, malá plošná hustota energie a z toho plynoucí rozměrová náročnost solárních systémů. Další nevýhodou je i složitá akumulace solární energie a vysoká počáteční investiční náročnost solárních systémů. [18]

5. EIA A SEA

5.1 O posuzování vlivů na životní prostředí

EIA je zkratka pocházející z anglického Environmental Impact Assessment, což se dá do češtiny volně přeložit jako posuzování vlivů na životní prostředí.

SEA je zkratka pocházející z anglického Strategic Impact Assessment, což se dá přeložit jako strategické posuzování vlivů na životní prostředí.

Posuzování vlivů na životní prostředí (dále jen „proces EIA, proces SEA“) je v České republice upraveno zákonem č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění, který nahradil původní zákon č. 244/1992 Sb.

Proces posuzování vlivů záměrů a koncepcí na životní prostředí je založen na systematickém zkoumání a posuzování jejich možného vlivu na životní prostředí. Smyslem je zjistit, popsat a komplexně vyhodnotit předpokládané působení připravovaných záměrů a koncepcí na životní prostředí a veřejné zdraví ve všech rozhodujících souvislostech. Cílem tohoto procesu je snížení nepříznivých vlivů realizace na životní prostředí.

V rámci procesu EIA jsou posuzovány stavby, činnosti a technologie. Projekty posuzované v procesu EIA jsou například stavby, komunikace, výrobní haly, těžby nerostných surovin, provozy – nově budované, ale i jejich změny, tj. rozšiřování, změny technologií, zvýšení kapacity apod. Proces EIA se uskutečňuje vždy dříve, než jsou záměry povoleny a než se započne s jejich vlastní realizací. Bez závěru procesu EIA nesmí povolující úřad (např. stavební úřad) rozhodnout o povolení záměru.

V problematice procesu SEA jsou posuzovány koncepce. Proces SEA provádí posuzování koncepcí na úrovni celostátní (rozvojové koncepce a programy), regionální (územní plány velkých územních celků) a místní (územní plány obcí). [26]

5.2 Cíle procesů EIA a SEA

- zjistit, popsat a vyhodnotit předpokládané vlivy připravovaných záměrů a koncepcí na životní prostředí ve všech rozhodujících souvislostech
- zmírnit nepříznivé vlivy realizace hodnoceného záměru na životní prostředí
- pro dobře provedenou EIA a SEA je nezbytné zohlednit stanoviska a připomínky od dalších účastníků (příslušných orgánů státní správy a samosprávy, odborných institucí, expertů, nevládních organizací, veřejnosti) procesu posuzování vlivů na životní prostředí
- na základě expertního přístupu vyjasnit otázky „slučitelnosti“ záměrů s požadavky ochrany životního prostředí a jeho složek, požadavky ochrany veřejného zdraví a konečně i s požadavky na racionální využití území [26]

5.3 Oddělení EIA

Poskytuje odbornou podporu státní a veřejné správě na úseku posuzování vlivů na životní prostředí v následujících oblastech: [27]

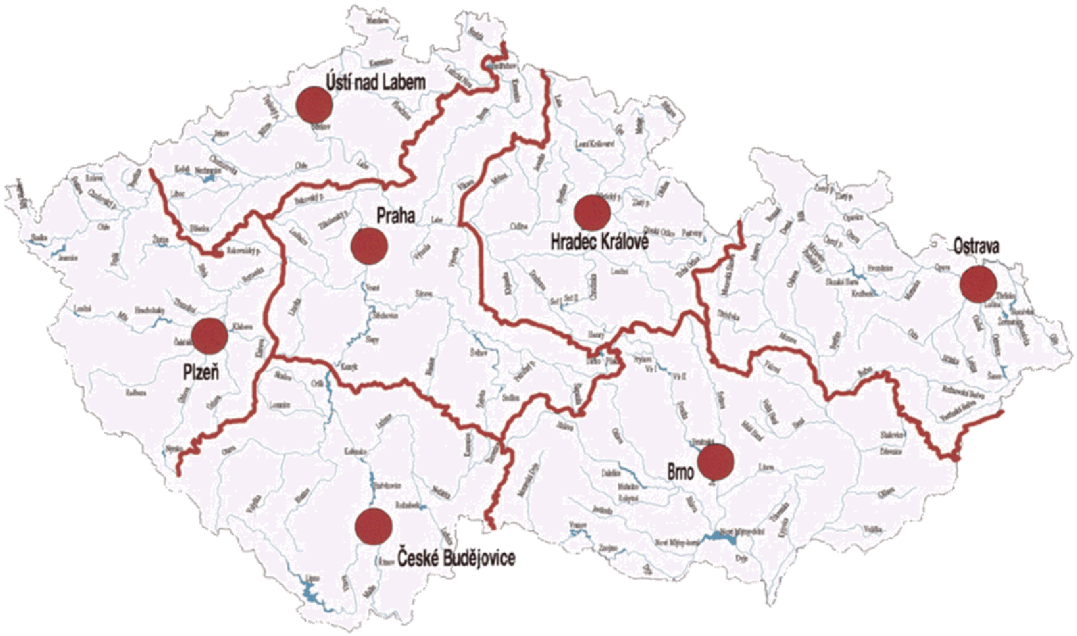
- provozuje a vyvíjí Informační systém EIA o záměrech dle zákona č. 100/2001 Sb., v platném znění
- provozuje a vyvíjí Informační systém SEA o koncepcích posuzovaných dle zákona č. 100/2001 Sb., v platném znění
- provozuje Informační systém EIA o aktivitách posuzovaných dle zákona ČNR č. 244/1992 Sb.
- připravuje časopis „EIA IPPC SEA“
- připravuje, organizuje a realizuje zkoušky odborné způsobilosti k posuzování vlivů na životní prostředí podle vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 457/2001 Sb.

6. ANYLÝZA SLUNEČNÍHO SVITU NA ÚZEMÍ JMK

Analyzovala jsem pětiletá data získaná ze 14 měřících stanic Českého hydrometeorologické ho ústavu.

6.1 Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

V České republice je 7 regionálních pracovišť ústavu. Patří sem Praha, České Budějovice, Plzeň, Ústí nad Labem, Hradec Králové, Brno a Ostrava (obr. č. 13). [28]



Obrázek č. 13: Regionální pracoviště Českého hydrometeorologického ústavu [28]

6.1.1 Současné úkoly ČHMÚ [29]

Účel příspěvkové organizace ČHMÚ je vykonávat funkci ústředního státního ústavu České republiky pro obory čistota ovzduší, hydrologie, jakost vody, klimatologie a meteorologie, jako objektivní odborné služby poskytované přednostně pro státní správu.

Předmětem činnosti ČHMÚ je:

- racionálně, věcně a ekonomicky integrovat výkon státní služby
- zřizovat a provozovat měřicí stanice a sítě s využíváním telekomunikačních sítí (státní pozorovací sítě pro sledování kvalitativního a kvantitativního stavu atmosféry a hydrosféry a příčin vedoucích k jejich znečišťování nebo poškozování)

- odborně zpracovávat výsledky pozorování, měření a monitorování
- vytvářet a spravovat databáze
- poskytovat předpovědi a výstrahy
- provádět a koordinovat vědeckou a výzkumnou činnost

6.1.2 Brněnská pobočka [30]

Brněnská pobočka Českého hydrometeorologického ústavu patří mezi sedm regionálních pracovišť ústavu. Území její působnosti o rozloze asi 15,5 tisíc km^2 leží v jihovýchodní části České republiky. Pod brněnskou pobočku spadá Jihomoravský kraj, větší část Zlínského kraje a východní oblast kraje Vysočina. V některých oborech činnosti je však územní kompetence pobočky mnohem větší, má až celostátní rozsah.

Pobočka získává a zpracovává údaje o atmosféře, hydrosféře a kvalitě životního prostředí a poskytuje odborné služby ve formě operativních a režimových informací přednostně pro státní správu a dále pro vodní hospodářství, zemědělství, dopravu, energetiku, průmysl, stavebnictví, sdělovací prostředky i jednotlivé občany. Dále se podílí na řešení vědecko-výzkumných úkolů, v současnosti především v rámci grantových projektů, pořádá přednášky a odborné semináře. Potom také vykonává osvětovou činnost, pořádá exkurze pro školy a zájmové skupiny a širokou veřejnost informuje o činnosti svých pracovišť během Dne otevřených dveří, každoročně uspořádaného při příležitosti Světového dne vody a Světového meteorologického dne.

6.2 Zpracování dat

Na Brněnské pobočce jsem získala data ze všech stanic v JMK za posledních pět let měřící sluneční svit. Na území JMK analyzuje sluneční svit 14 stanic. Stanice jsou umístěny v Nemochovicích, Ivanovicích na Hané, ve Strážnici, ve Velkých Pavlovicích, v Brodu nad Dyjí, Dyjákovicích, v Úsuší – Čížky, Kuchařovicích, Lednici, ve Lhotě Rapotina, Pohořelicích, Troubsku a v Brně dvě stanice (Tuřany a Žabovřesky).

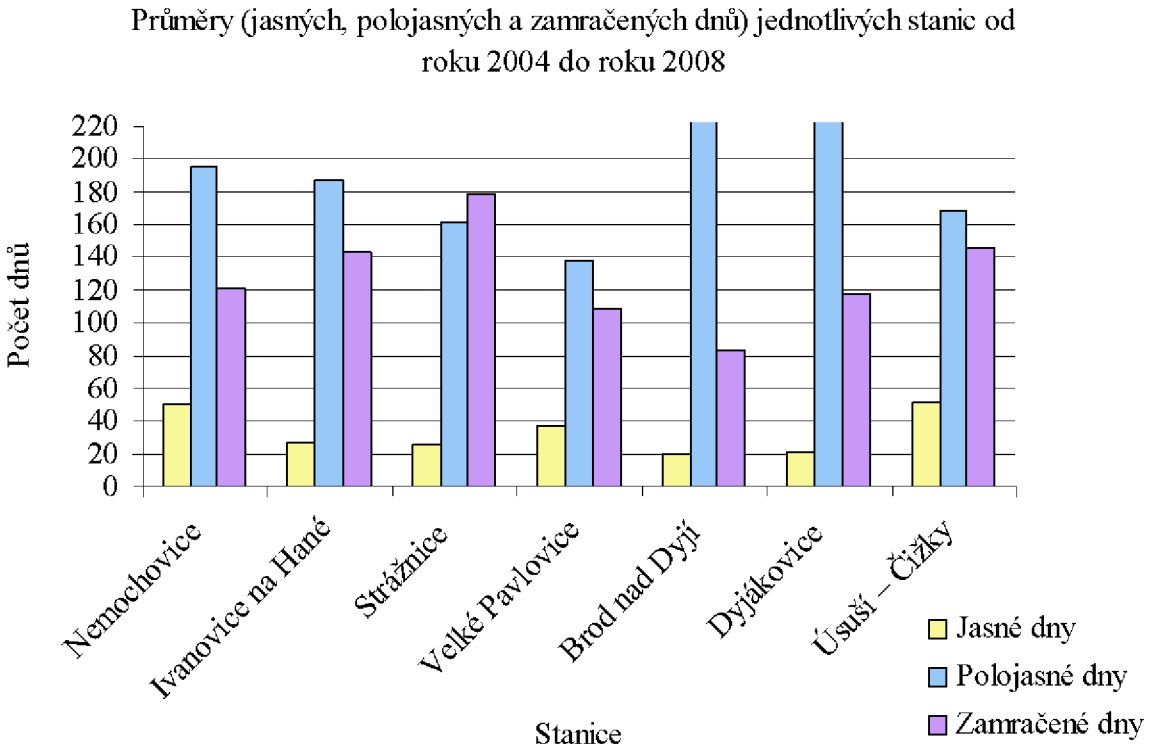
Získané číselné hodnoty jsem převedla na jasné, polojasné a zamračené dny dle metod ČHMÚ. Pomocí funkce COUNTIF jsem provedla součty jasných, polojasných a zamračených dnů za jednotlivé měsíce. Pak jsem vypočítala součty těchto dnů za celý rok, což je uvedeno v tabulce č. 4. Z těchto hodnot jsem vypočítala sumy a průměry, což je také uvedeno v tabulce č. 4. Z průměrných hodnot za posledních pět let jsem sestrojila grafy (č. 1 a 2).

Z analýzy chodu experimentálního termického solárního systému Vracov jsem zjistila, že při průměrném denním pokrytí pod hodnotu 60 % je účinnost termických systémů bez vakuové izolace velmi nízká. Proto jsem redukovala v druhé řadě výsledků hodnoty polojasných dnů. Hodnoty jsem upravila tak, že den, ve kterém bylo průměrné pokrytí nad 50 % jsem určila za zamračený. Výsledkem tedy bylo zvýšení počtu zamračených dnů a snížení dnů polojasných. Změna hodnot polojasných a zamračených dnů je uvedena v tabulce č. 5. Grafy č. 3 a 4 znázorňují upravená data. Na základě vyhodnocených dat jsem zpracovala tabulky nejvýhodnějších a nejnevýhodnějších stanic (tab. č. 6 a 7).

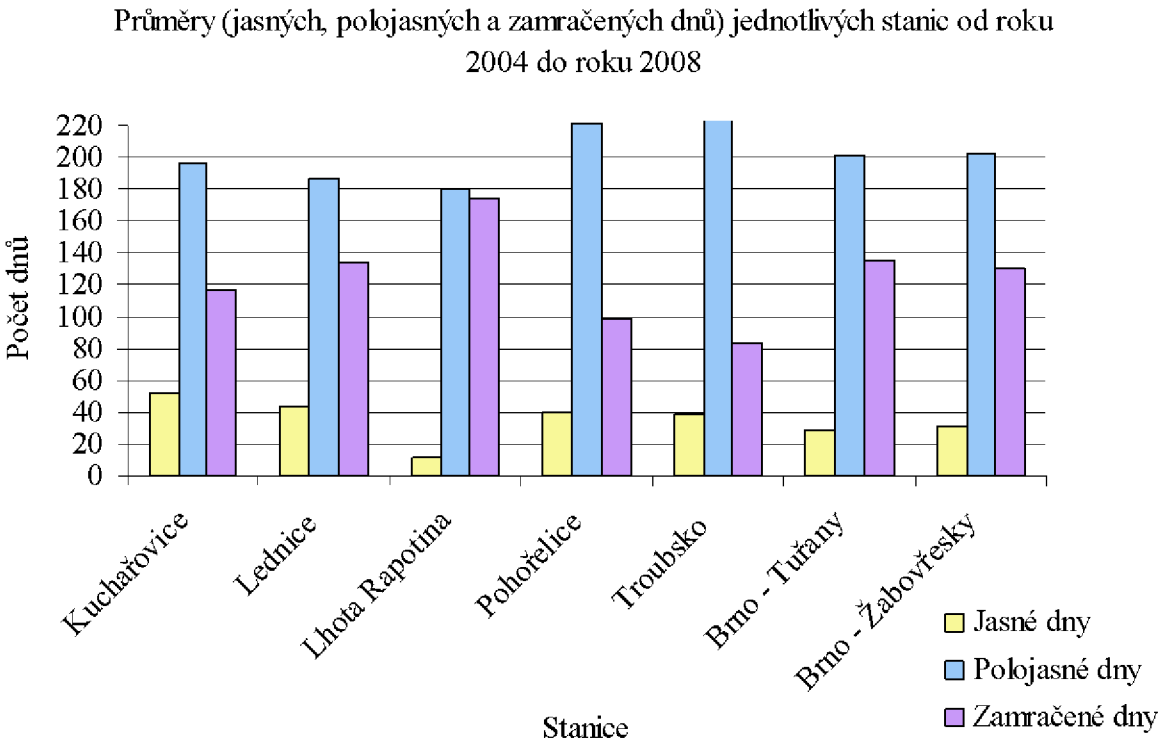
Tabulka č. 4: Hodnoty jasných (J), polojasných (P) a zamračených (Z) dnů za poslednich pět let

Stanice	Nemochovice			Ivanovice na Hané			Strážnice			Velké Pavlovice		
Dny	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z
2004	40	204	122	30	194	142	9	167	190	37	178	151
2005	56	195	114	33	182	150	35	161	168	36	98	66
2006	58	171	136	25	194	146	32	157	176	0	0	0
2007	56	187	122	22	191	152	35	150	180	0	0	0
2008	39	218	109	22	173	122	20	169	177	0	0	0
Suma	249	975	603	132	934	712	131	804	891	73	276	217
Průměr	50	195	121	26	187	142	26	161	178	37	138	109
Stanice	Brod nad Dyjí			Dyjákovice			Úsuší - Čížky			Kuchařovice		
Dny	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z
2004	16	262	88	11	238	117	42	182	142	31	207	128
2005	19	269	77	25	230	110	65	173	127	59	191	115
2006	25	252	88	23	225	117	65	157	149	60	194	111
2007	25	253	87	30	223	112	53	160	152	60	199	106
2008	15	274	77	15	219	132	34	172	160	50	192	124
Suma	100	1310	417	104	1135	588	259	844	730	260	983	584
Průměr	20	262	83	21	227	118	52	169	146	52	197	117
Stanice	Lednice			Lhota Rapotina			Pohořelice			Troubsko		
Dny	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z
2004	41	185	140	8	173	185	32	203	131	9	249	95
2005	52	188	125	10	187	168	43	187	135	52	222	91
2006	48	180	137	16	174	175	46	211	78	52	240	73
2007	45	188	132	14	179	172	47	252	66	54	233	78
2008	34	192	140	6	187	173	32	253	81	26	261	79
Suma	220	933	674	54	900	873	200	1106	491	193	1205	416
Průměr	44	187	135	11	180	175	40	221	98	39	241	83

Stanice	Brno – Tuřany			Brno – Žabovřesky		
Dny	J	P	Z	J	P	Z
2004	15	180	168	16	210	137
2005	29	219	117	36	204	125
2006	39	185	141	44	186	135
2007	35	198	132	34	198	133
2008	23	224	119	28	217	121
Suma	141	1006	677	158	1015	651
Průměr	28	201	135	32	203	130



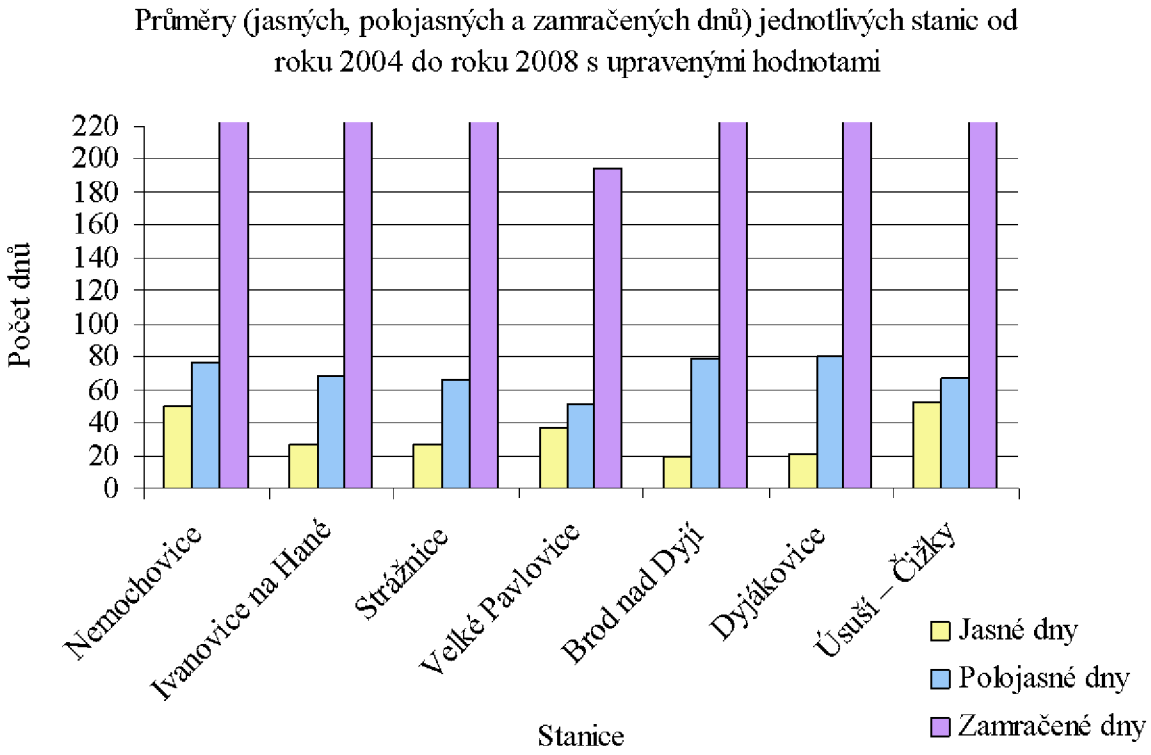
Graf č. 1: Průměry jednotlivých stanic za posledních pět let pro prvních 7 stanic



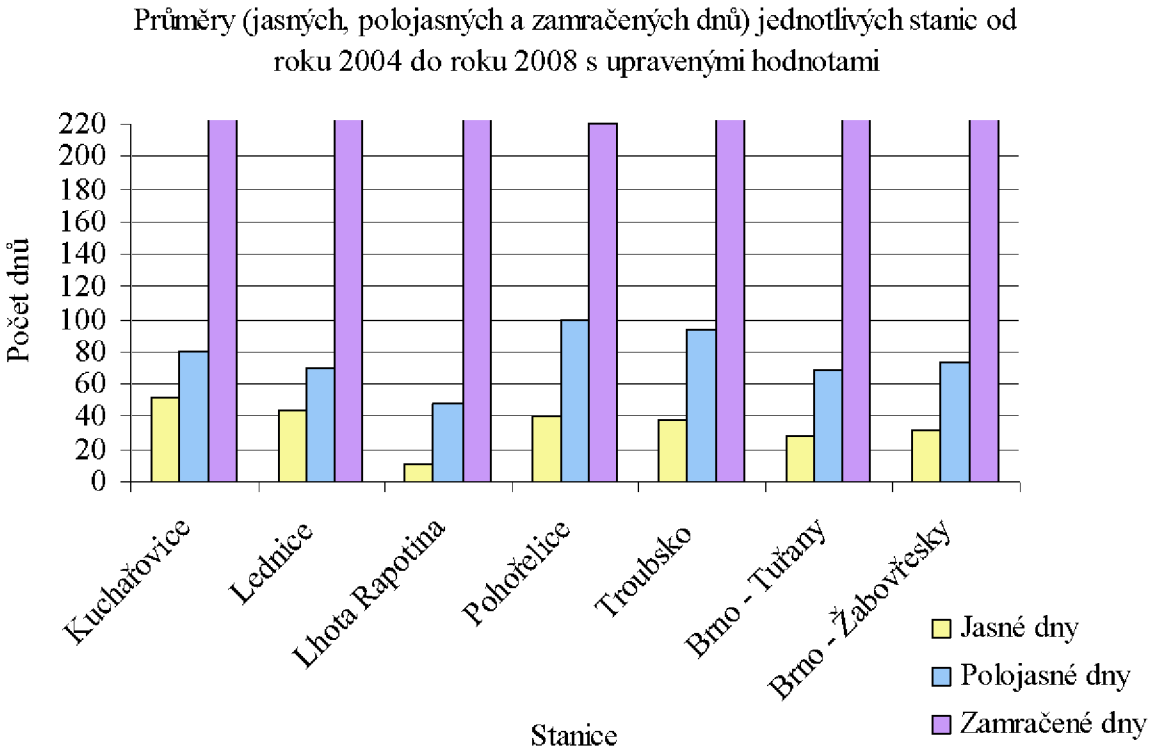
Graf č. 2: Průměry jednotlivých stanic za posledních pět pro dalších 7 stanic

Tabulka č. 5: Hodnoty jasných (J), polojasných (P) a zamračených (Z) dnů za posledních pět let s upravenými hodnotami

Stanice	Nemochovice			Ivanovice na Hané			Strážnice			Velké Pavlovice		
Dny	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z
2004	40	72	254	30	78	258	9	48	309	37	70	259
2005	56	73	236	33	69	263	35	126	291	36	33	131
2006	58	73	234	25	69	271	32	50	283	0	0	0
2007	56	74	235	22	67	276	35	52	278	0	0	0
2008	39	89	238	22	58	237	20	53	293	0	0	0
Suma	249	381	1197	132	341	1305	131	329	1454	73	103	390
Průměr	50	76	239	26	68	261	26	66	291	37	52	195
Stanice	Brod nad Dyjí			Dyjákovice			Úsuší - Čížky			Kuchařovice		
Dny	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z
2004	16	73	277	11	80	275	42	81	243	31	80	255
2005	19	83	263	25	83	257	65	77	223	59	73	233
2006	25	89	251	23	89	253	65	59	240	60	84	221
2007	25	76	264	30	76	259	53	56	256	60	85	220
2008	15	72	279	15	74	277	34	60	272	50	75	241
Suma	100	393	1334	104	402	1321	259	333	1234	260	397	1170
Průměr	20	79	267	21	80	264	52	67	247	52	79	234
Stanice	Lednice			Lhota Rapotina			Pohořelice			Troubsko		
Dny	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z	J	P	Z
2004	41	62	263	8	42	316	32	77	257	9	93	251
2005	52	63	250	10	43	312	43	80	242	52	101	212
2006	48	70	247	16	54	295	46	109	180	52	100	213
2007	45	76	244	14	51	300	47	123	195	54	83	228
2008	34	79	253	6	51	309	32	107	227	26	88	252
Suma	220	350	1257	54	241	1532	200	496	1101	193	465	1156
Průměr	44	70	251	11	48	306	40	99	220	39	93	231
Stanice	Brno – Tuřany			Brno – Žabovřesky								
Dny	J	P	Z	J	P	Z						
2004	15	43	305	16	50	297						
2005	29	81	255	36	84	245						
2006	39	70	256	44	80	241						
2007	35	75	255	34	85	246						
2008	23	75	268	28	71	267						
Suma	141	344	1339	158	370	1296						
Průměr	28	69	268	32	74	259						



Graf č. 3: Průměry jednotlivých stanic za posledních pět let s upravenými hodnotami



Graf č. 4: Průměry jednotlivých stanic za posledních pět let s upravenými hodnotami

Tabulka č. 6: Vyhodnocení nejvýhodnější a nejnevýhodnější stanice z grafů (obr. č. 13 a 14)

	Nejvýhodnější stanice	Hodnoty J/P/Z	Nejnevýhodnější stanice	Hodnoty J/P/Z
1	Kuchařovice	52/197/117	Lhota Rapotina	11/180/175
2	Úsuší – Čížky	52/169/146	Strážnice	26/161/178
3	Lednice	44/187/135	Brno - Tuřany	28/201/135

Tabulka č. 7: Vyhodnocení nejvýhodnější a nejnevýhodnější stanice (upravené hodnoty) z grafů (obr. č. 15 a 16)

	Nejvýhodnější stanice	Hodnoty J/P/Z	Nejnevýhodnější stanice	Hodnoty J/P/Z
1	Kuchařovice	52/79/234	Lhota Rapotina	11/48/306
2	Úsuší – Čížky	52/67/247	Strážnice	26/66/291
3	Nemochovice	50/76/239	Brno - Tuřany	28/69/268

6.3 Detaily stanice

Na obrázku č. 13 a 15 je profesionální meteorologická stanice Davis Vontage Pro2 umožňující měření většiny klimatických parametrů včetně slunečního záření v oblasti 320 – 1150nm. [32,33] Následující obrázek č.14 ukazuje konzoli, zobrazující naměřená data a schopnou bezdrátově komunikovat s řídícím serverem a průběžně tyto data ukládat. [34,35] Celý systém umožňuje on-line komunikaci a sdílení dat celosvětově pomocí internetové sítě.

Obrázek č. 13: Meteorologický komplet

Obrázek č. 14: Konzole

Obrázek č. 15: Meteorologická stanice

DISKUZE

Množství a typ oblačnosti společně s teplotou patří k nejdéle a nejčastěji sledovaným parametrům stavu atmosféry. Výskyt oblačnosti se obvykle určuje subjektivním pozorováním pracovníků meteorologických stanic – třikrát denně na dobrovolnických klimatologických stanicích a každou hodinu na profesionálních synoptických stanicích. Zkušený pozorovatel odhadne tuto hodnotu s přesností 10%. Oblačnost velmi výrazně ovlivňuje průchod slunečních o záření atmosférou a tím i časovou a prostorovou proměnlivost pole globálního, přímého a rozptýleného slunečního záření.

Hodnoty celodenního průměru množství oblačnosti určují četnost výskytu jasných a zamračených dnů. Pro lepší vyjádření jsem pro naše účely provedla redukci polojasných dnů. Důvodem je fakt, že proměnlivá oblačnost nad hodnotu 0,5 pokrytí u nevakuových termických solárních systémů nedává dostatek energie na pokrytí tepelných ztrát systému. Pro fotovoltaické systémy a vakuově izolované termické systémy tato premisa neplatí a použila jsem pro své závěry neredukovaná data.

Provedla jsem analýzu bilance slunečního svitu pro využití v termických a fotovoltaických systémech na základě pětiletých klimatických dat ze 14 stanic v Jihomoravském kraji.

Obecně je zřejmé, že nejvíce energie dopadá ve formě sluneční radiace v celoročním měřítku v jihovýchodní části Moravy. Tato část území je nejméně ovlivněna výskytem frontální oblačnosti a má proto nejvýraznější kontinentální charakter klimatu. To je patrné zejména v počtu slunečných dnů zejména v letní části ročního chodu. Mezi takto výhodné stanice patří Kuchařovice (52 dnů/rok), Lednice (44 dnů/rok) a Velké Pavlovice (37 dnů/rok). Výjimkou je stanice Strážnice (26 dnů/rok), kde je již patrný vliv blízkosti Bílých Karpat a možnost tvorby ortografické oblačnosti. Rozdíl mezi severní a jižní částí Jihomoravského kraje není podstatný. Stanice Úsuší – Čížky (severní část Moravy, 52 dnů/rok) a stanice Lednice (jižní část Moravy, 44 dnů/rok) mají obě vysoký počet jasných dnů. Naopak vyšší podíl zamračených a neefektivních dnů v brněnském regionu, což je výraznější v redukované tabulce (stanice Brno Tuřany – 268 dnů/rok, Žabovřesky – 259 dnů/rok) může souviset se znečištěním atmosféry vyššími emisemi průmyslových aerosolů. Nejvyšší hodnoty oblačnosti v oblasti stanice Lhota Rapotina (306 dnů/rok) souvisí s mikroklimatickou situací v oblasti českomoravské vrchoviny, členitost terénu s tvorbou oblačnosti stoupavými pohyby vzduchu na Vysočině.

Červnový pokles počtu jasných dní na všech mnou sledovaných měřících stanicích lze spojit s výskytem oblačnosti vlivem takzvaného evropského kontinentálního monzunu.

Lze proto konstatovat, že při zvažování umístění solárního nebo fotovoltaického systému je nutné velmi pečlivě vážit mikroklimatické podmínky s přesným měřením v místě. Tato měření mají podstatně větší vliv na výslednou ekonomiku provozu solárního systému než obecně postulované globální parametry vycházející z metodiky homogenizace časových řad zpracovávaných klimatických prvků a tvorby tzv. fiktivních stanic, ke kterým jsou vypočteny příslušné hodnoty na základě chování dané charakteristiky v obdobných lokalitách nebo podle výsledků regresních závislostí. [36]

ZÁVĚR

Bakalářská práce zpracovává problematiku energetického využití slunečního globálního záření v Jihomoravském kraji a posouzení vlivů na životní prostředí.

Cílem bakalářské práce bylo provést analýzu bilance sluneční energie pro využití v termických a fotovoltaických systémech a pokusit se z výsledků analýzy dedukovat potencionální a reálné možnosti Jihomoravského kraje v návaznosti na územně energetickou koncepci rozvoje.

Lze konstatovat, že Jihomoravský kraj je obecně z hlediska využitelného solárního potenciálu velmi vhodný. Obě analyzované složky jak průměrné pokrytí oblačnosti, tak intenzita jsou v rámci České republiky nejlepší pro aplikaci zejména fotovoltaických systémů, které umějí poměrně hospodárně využít i potenciál rozptýleného záření.

Jak bylo uvedeno v diskuzi, je však nutné provádět místní měření mikroklimatických podmínek a tím vyloučit lokality s relativně vysokou hodnotou pokrytí oblačností pro termické solární systémy s nízkou izolační mohutností.

Podstatná část práce je věnovaná hodnocení klimatických dat, kde bylo provedeno analyzování hodnot ze 14 stanic Jihomoravského kraje za posledních pět let. Díky nimž jsem mohla určit, které oblasti jsou výhodné z hlediska chodu slunečního svitu a pokusit se odhadnout mikroklimatické zvláštnosti regionu.

Stručná kapitola je věnována i problematice procesů EIA a SEA, které upravuje zákon o posuzování vlivu na životní prostředí.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *Obnovitelné zdroje energie a skupina ČEZ.* Praha : ČEZ, a.s., 2009.

[2] *Alternativní zdroje energie : Energie přílivu a příboje oceánů* [online]. Actum s.r.o., [cit. 2009-03-30]. Dostupný z WWW: <http://www.alternativni-zdroje.cz/energie-prilivu-priboje.htm>.

[3] *Czech Re Agency : Druhy OZE* [online]. 2003-2007. [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze>.

[4] BusinessInfo.cz : *Oborová příručka Obnovitelné zdroje energie* [online]. © 1997 2009 [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW:<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/dalsi-pruvodci-podnikatele/prirucka-obnovitelne-zdroje-energie-oze/1001274/42131/>.

[5] *Neobnovitelné* a *obnovitelné zdroje energie* [online]. Západočeská univerzita v Plzni. [cit. 2008-11-13]. Dostupný z WWW: <http://home.zcu.cz/~konasp/Cast-a.pdf>.

[6] *Větrná energie* [online]. [cit. 2009-02-30]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/ wiki /V%C4%9Btrn%C3%A1_elektr%C3%A1rna>.

[7] *Solární obchod : Sluneční energie* [online]. Vsetín : AB Solartrip s.r.o., [cit. 2008-11-13]. Dostupný z WWW: <http://www.solarniobchod.cz/clanek_1.php>.

[8] *Alternativní zdroje energie : Vodní elektrárny, geotermální energie* [online]. [cit. 2009-02-30]. Dostupný z WWW: <http://www.alternativni-zdroje.cz/vodni-geotermalni-energie.htm>.

[9] Bacher, P. *Energie pro 21. století.* Praha : HZ Editio s.r.o., 2002.

[10] *Energie* [online]. [cit. 2009-02-30]. Dostupný z WWW:<http://cs.wikipedia.org/wiki/Energie>.

[11] *Energie* [online]. [cit. 2009-02-30]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Biomasa>.

[12] *Energie* [online]. [cit. 2009-02-30]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioplyn>.

[13] Weiss, S. *Zařízení se slunečními kolektory.* Ostrava : Computer Graphics, 1999.

[14] Skála, Z. *Ekologie v energetice.* VUT v Brně : PC-DIR spol. s.r.o.

[15] *Sluneční soustava : Slunce* [online]. Jiří Wagner, 2009. [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.boskowan.com/www/jirka/vesmir/planets/slunce/slunce.htm>.

[16] Večer, J. *Energie napůl zdarma.* Praha : Horizont

[17] *In-počasí : Skleníkový efekt* [online]. David Prantl, 2008. [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <http://www.in-pocasi.eu/clanky/teorie/sklenikovy-efekt/>.

[18] Rybár, P.; Rybár, R.; Tauš, P. *Alternativní zdroje energie I. Sluneční energie.* Košice : Technická univerzita v Košicích.

[19] Ondříček, M.; Karták, M. *Zdroje a využití energie.* Praha : SNTL, 1963.

[20] Cihelka, J. *Solární tepelná technika.* Praha : Nakladatelství T.Malina, 1994.

[21] Weiss, A. *Solární systémy Návrhy a stavba svépomocí.* Praha : Grada, 2005.

[22] *Solar Irradiation Data* [online]. PVGIS © European Communities, 2001-2007 [cit. 2009-03-30]. Institute for Environment and Sustainability. Dostupný z WWW: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe>.

[23] Kotlík, J. *Vizualizace solárních energetických systémů.* Vyžádaná přednáška, JMK Brno,2006. p. 1 - 6.

[24] Kotlík, J.; Kotlíková, S.; Půčková, H. *Inteligentní dům.* Nezařazené články. Vracov, VZS ČČK Vracov. 2006. (4 p.).

[25] *Sluneční energie - referáty : Nepřímá přeměna* [online]. 2008. Superstudent, s.r.o., 2008 [cit. 2009-03-30]. Dostupný z WWW: <http://referaty.superstudent.cz/ materialy / slunecni-energie>.

[26] *O posuzování vlivů na životní prostředí* [online]. 2004. CENIA, česká informační agentura životního prostředí, 2004 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFGRIBRY>.

[27] *O posuzování vlivů na životní prostředí* [online]. 2004. CENIA, česká informační agentura životního prostředí, 2004 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFGRIDZN>.

[28] *ČHMÚ : Územní působnost poboček ČHMÚ* [online]. © 1999 , 22.08.2001 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: < http://www.chmi.cz/poboc/poboc.html>.

[29] *Základní informace o ČHMÚ* [online]. Český hydrometeorologický ústav, © 1999 [cit. 1999-02-20]. Dostupný z WWW:< http://www.chmi.cz/info/hist.html>.

[30] *Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno* [online]. Brno : ČHMÚ, © 2005 , 23.09.2008 [cit. 2009-02-20]. Dostupný z WWW: <http://www.chmi.cz/BR/brno.html>.

[31] *Klimatologické stanice ČHMÚ* [online]. Český hydrometeorologický ústav, © 1999 [cit. 1999-02-20]. Dostupný z WWW: < http://http://www.chmi.cz/meteo/ok/images/st_cz.gif>.

[32] Kotlík, J. ; Půčková, H. *Technology measurement global solar radiation in the area 320 - 1150nm.* Washington D.C.,USA. 2007.

[33] Kotlík, J.; Matyáš, J. *Měření globálního záření SNG.* Brno, STRC . 2008. (12 p.).

[34] Kotlík, J.; Půčková, H. *Popis a využití programu ComScanner.* In *Biotechnology 2006,* přednáška. České Budějovice 2006, Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice. 2006. p. 503 - 504. ISBN 80-85645-56-4

[35] Kotlík, J.; Půčková, H. *Vizualizace a on-line přístup k solárním systémům.* In *Biotechnology 2006* , přednáška. České Budějovice 2006, Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice. 2006. p. 549 - 552. ISBN 80-85645-56-4

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČNR	Česká národní rada
ČR	Česká republika
EIA	Environmental Impact Assessment
EU	Evropská unie
JMK	Jihomoravský kraj
NZE	neobnovitelné zdroje energie
OZE	obnovitelné zdroje energie
SEA	Strategic Impact Assessment

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

%	procento
[kWh·m^{-2}]	kilowatthodina na metr čtvereční
[m^2·kg·s^{-2}]	metr čtvereční krát kilogram za sekundu
°	stupeň
°C	stupeň Celsia
a	azimut Slunce
CO_2	oxid uhličitý
cos	kosinus
csc α	kosekans úhlu α (1 / sin α)
h	výška Slunce nad obzorem
h	hodina
I	intenzita celkového slunečního záření [W·m^{-2}]
I_0	sluneční konstanta 1360 [W·m^{-2}]
I_D	intenzita difúzního místa [W·m^{-2}]
I_{Dh}	intenzita přímého slunečního záření na vodorovnou plochu
I_{Ph}	intenzita difúzního záření na vodorovnou plochu
I_{Pn}	intenzita přímého záření [W·m^{-2}]
J	joule
K	kelvin
k	koeficient propustnosti atmosféry
kg	kilogram
km	kilometr

$m \cdot s^{-1}$	metr za sekundu
mW	miliwatt
MW	megawatt
nm	nanometr
R	reflexní schopnost okolních ploch
R_g	globální záření
R_s	solární konstanta
Sb.	sbírka
SI	mezinárodně domluvená soustava jednotek
sin	sinus
TWh	terawatthodina
V	volt
W	watt
$W \cdot m^{-2}$	watt na metr čtvereční
Z	součinitel znečištění atmosféry
α_1	úhel výšky Slunce nad obzorem (alfa)
α_2	úhel sklonu osluněné plochy od vodorovné roviny (alfa)
δ	sluneční deklinace (delta)
ε	součinitel, který je závislý na výšce Slunce nad obzorem a na nadmořské výšce daného místa (epsilon)
τ	čas v obloukových stupních (tau)
φ	zeměpisná šířk (fí)

KLIMATOLOGICKÉ STANICE ČHMÚ

stav: leden 2008