

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA EUROPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO ROZVOJA

BAKALÁRSKA PRÁCA

2008

Andrej Masaryk

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA EUROPSKÝCH ŠTÚDIÍ A REGIONÁLNEHO ROZVOJA

Dekan: prof. mpx. h.c. prof. Ing. Vladimír Gozora, PhD., Dr. h.c.

Environmentálne aspekty využitia slnečnej energie

Bakalárska práca

Katedra manažmentu prírodných zdrojov

Vedúci katedry: prof. RNDr. Pavol Eliáš, CSc.

Vedúci práce: RNDr. Monika Božiková, PhD.

Andrej Masaryk

Nitra 2008

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne, a že som uviedol všetku použitú literatúru súvisiacu so zameraním bakalárskej práce.

Nitra

.....
podpis autora BP

Touto cestou vyslovujem poďakovanie pani RNDr. Monike Božíkovej, PhD.
za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej
práce.

Nitra

.....
podpis autora BP

OBSAH

0 Úvod	6
1 Kapitola – Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	7
1.1 Svet a slnečná energia	7
1.2 Európska únia a slnečná energia	10
1.3 Slovensko a slnečná energia	12
1.4 Náročnosť energetiky na životné prostredie a znečisťovanie ovzdušia	15
1.5 Porovnanie dopadov energetiky fosilných palív, jadrovej a slnečnej energie	16
1.5.1 Fosilne palivá	16
1.5.2 Jadrová energia	17
1.5.3 Solárna energia	18
1.6 Ekonomické aspekty využitia slnečnej energie	20
1.7 Základne členenie zariadení na využitie slnečnej energie	23
1.8 Výhody a nevýhody systémov na využitie slnečnej energie	25
2 Cieľ práce	28
3 Metodika práce	29
4 Vlastná práca	30
4.1 Ohrev vody pre rodinný dom s použitím slnečných kolektorov	31
4.2 Fotovoltaika	37
5 Diskusia	41
6 Záver	43
7 Zoznam použitej literatúry	44

0 Úvod

Rozvoj energetiky v najbližších 20 rokoch je z hľadiska ekonomiky, energie a životného prostredia komplikovaný takými faktormi ako sú problémový rozvoj jadrovej energetiky, možná núdza o globálne zdroje nafty a plynu, potenciálny ohrev Zeme, ako aj zmeny trhu po regulácii a privatizácii v niektorých štátoch sveta. Potreba energie v budúcnosti vychádza z nárastu populácie a je základným faktorom ekonomického a sociálneho rozvoja spoločnosti, s dôrazom na zlepšovanie kvality života. V súčasnosti sa veľké množstvo energie vo svete vyrába a spotrebúva spôsobom, ktorý nepodporuje trvalo udržateľný rozvoj. V záujme zabezpečenia trvalo udržateľného rozvoja by sa energia mala využívať spôsobom, ktorý rešpektuje potrebnú kvalitu ovzdušia, ľudské zdravie a životné prostredie ako celok. To vyžaduje napríklad kontrolu emisií skleníkových a ďalších škodlivých plynov v čoraz väčšom rozsahu vo väzbe na efektívnosť výroby, dopravy, distribúcie a spotreby energie, ako aj využívanie environmentálne vhodných energetických systémov, predovšetkým na báze nových a obnoviteľných zdrojov energie. (Šenitková – Eštoková, 2002)

Súčasná technológia získavania energie pre ľudstvo pri dnešnom raste populácie už nie sú zlučiteľné s environmentálnym prostredím našej planéty. Dnešní ekológovia si tento fakt uvedomujú, ale čo je dôležité začínajú si to uvedomovať i politici a začína rásť dopyt po efektívnom a ekologickom využívaní obnoviteľných zdrojov. Jedným z preferovaných zdrojov energie sa stala slnečná energia.

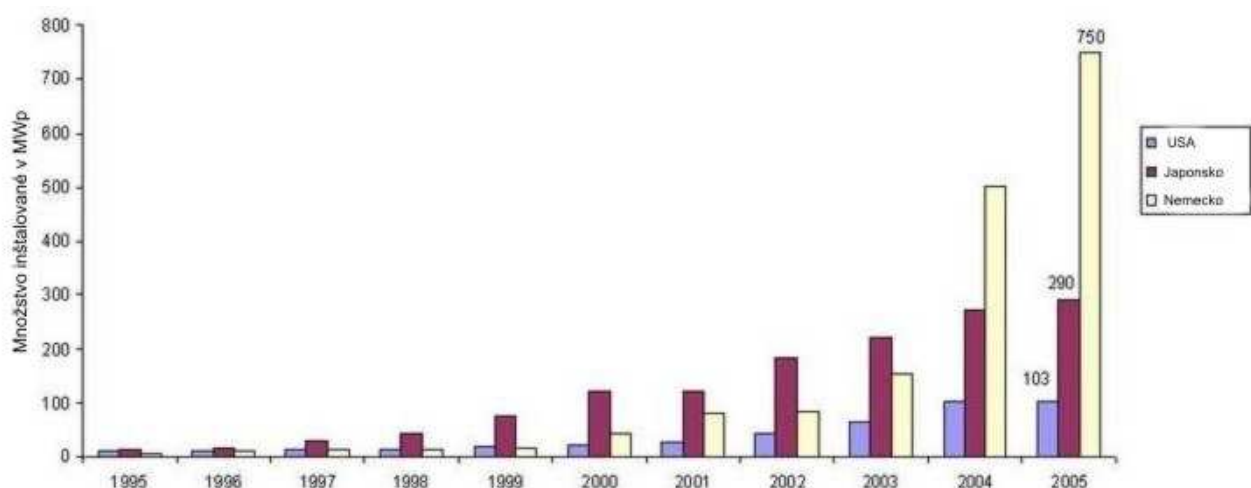
Dnešné vyspelé krajiny ako USA, Japonsko, Nemecko, Portugalsko začali pomaly prechádzať z využívania fosilných zdrojov na zdroje obnoviteľné.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Svet a slnečná energia

Pri hľadaní takých koncepčných prístupov, metód a technológií v rámci trvalo udržateľnej výstavby, ktoré vo výslednom efekte vedú k celkovo nižšej záťaži životného prostredia, nutne narážame na predtým málo známe a sledované súvislosti našich konkrétnych rozhodnutí pri energeticky efektívnom a environmentálne vhodným projektovaní budov.

Jeden z určujúcich faktorov miery vplyvu energetiky na biosféru je nielen celková spotreba energie, ktorá je vo svete veľmi nerovnomerná, ale aj štruktúra energetického hospodárstva. Klasické fosilné palivá (uhlie, ropa, zemný plyn) predstavujú v súčasnej dobe viac ako 3/4 celkovej svetovej spotreby energie, keď sa na štruktúre spotreby primárnych zdrojov vo svete podieľajú viac ako 77%-ami (Broška,1999). Z hľadiska miery zastúpenia nasledujú tradičné obnoviteľné zdroje - 11%, vodné elektrárne - 6%, jadrové elektrárne - 5% a nové obnoviteľné zdroje - 2%.(Šenitková – Eštoková, 2002)

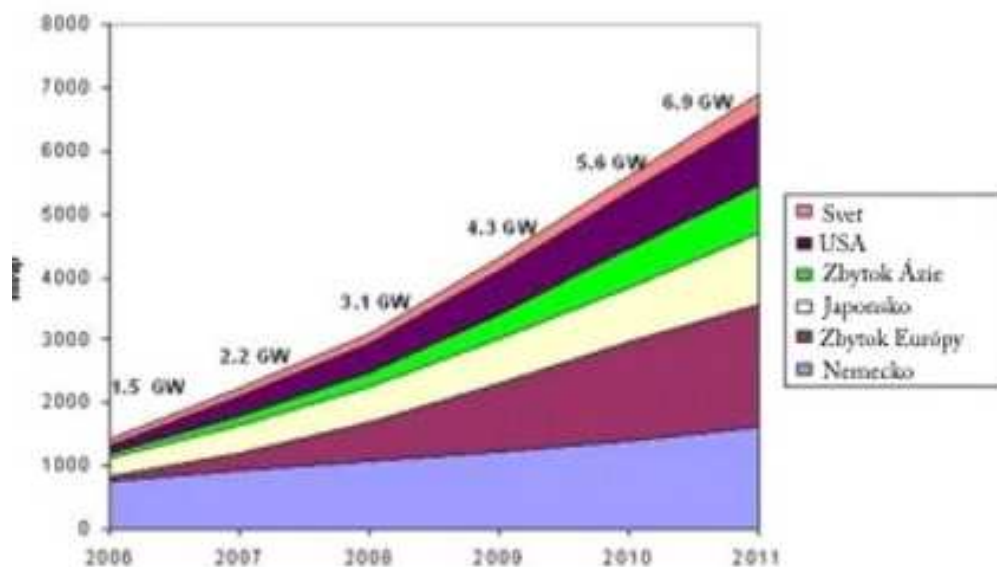


Obr. 1 Súčasný stav využitia slnečnej energie pre krajiny USA, Nemecko, Japonsko do roku 2005 (URL 1)

Výroba elektriny využívaním slnečnej energie dnes vo svete rýchlo rastie a najdôležitejšiu technológiu tu predstavujú fotovoltaičné články. V menšej miere sa tiež uplatňuje proces koncentrácie slnečného žiarenia parabolickými zrkadlami do absorbéru s nasledovnou výrobou pary používanou na pohon generátora. Na rozdiel od parabolických

zrkadiel, ktorých praktické uplatnenie sa obmedzuje len na oblasti veľmi bohaté na slnečné žiarenie, využitie fotovoltaických článkov je možné aj v našich podmienkach. Pasívne využitie slnečného žiarenia znamená, že pomocou vhodnej architektúry a umiestnenia budovy môžeme výrazne znížiť spotrebu energie. (Trvalo udržateľný rozvoj, 2008)

V celosvetovom meradle sa k dominantným subjektom z USA, Japonska a EÚ postupne pridáva aj solárny priemysel z Číny (napr. len v oblasti výroby solárnych fotovoltaických panelov zaznamenali čínske firmy od roku 2003 rast produkcie na úrovni neuveriteľných 1200 %). (LÍŠKA, 2001)

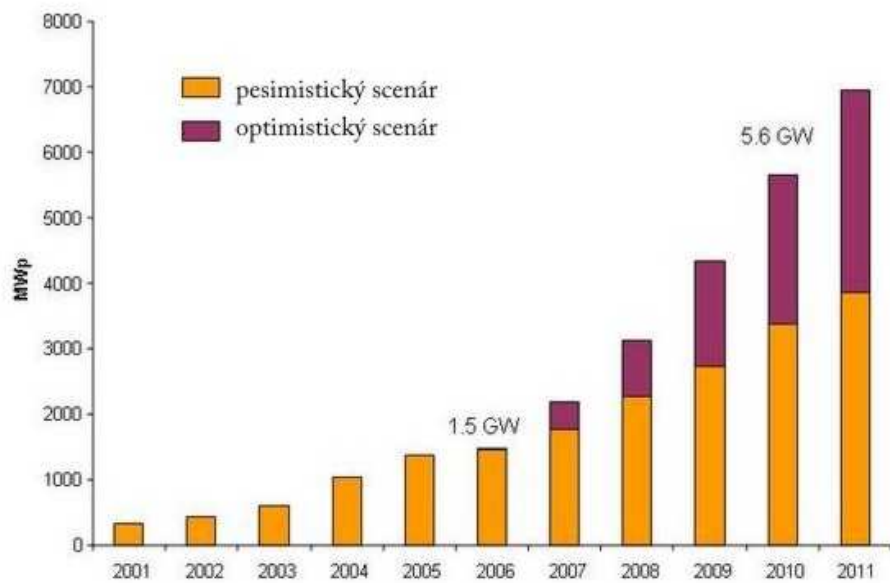


Obr. 2 Prognóza vývoja využívania slnečnej energie podľa regiónov (URL 1)

Správa Solar Generation, ktorú vypracovali Európska asociácia fotovoltaického priemyslu (European Photovoltaic Industry Association - EPIA) a organizácia Greenpeace analyzuje súčasný stav v oblasti vývoja nových solárnych technológií, konkrétneho energetického a ekonomického využitia slnečnej energie a legislatívy upravujúcej problematiku obnoviteľných zdrojov energie. Konštatuje, že rozvoj solárnej technológie a jej priame využitie na produkciu elektrickej energie prekročili optimistické predpoklady expertov publikované v rokoch 2000 - 2001. Nárast pritom zaznamenali odborníci vo všetkých oblastiach – vo vývoji, výrobe zariadení, i v priamej produkcii energie.

Experti predpokladajú, že do roku 2020 by solárne fotovoltaické systémy mohli celosvetovo zásobovať elektrickou energiou približne miliardu ľudí. Predpoklad tiež je, že v

roku 2020 bude solárny fotovoltaický priemysel poskytovať zamestnanie približne 2 miliónom ľudí. (LÍŠKA P, 2001)

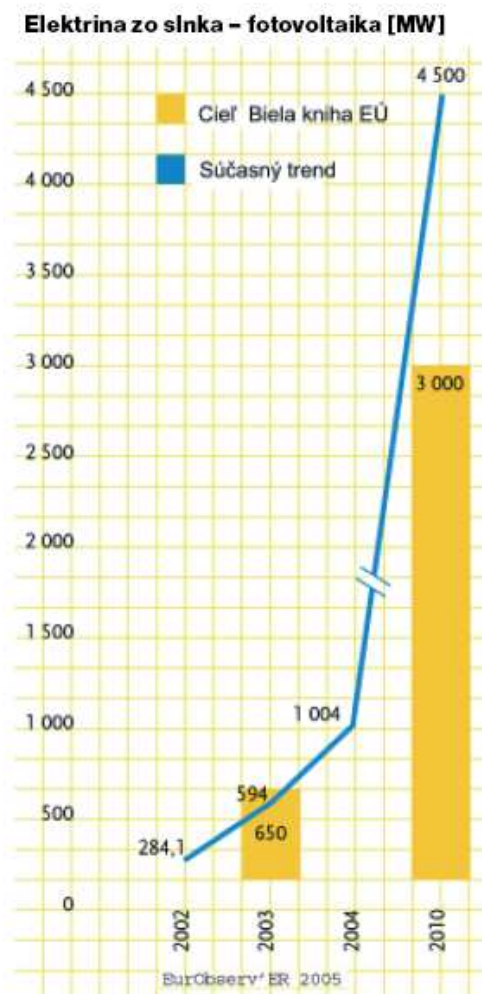


Obr. 3 Predpokladaný vývoj inštalovaného výkonu solárnych fotovoltaických systémov vo svete (URL 2)

1.2 Európska únia a slnečná energia

Otázka energetiky je pre EÚ kľúčová, práve kvôli tomu sa na centrálnej úrovni vypracováva koncepcia a odhad trendov v energetike do roku 2030. Dva výnimočne dôležité kroky pri budúcom vývine energetiky Únie bude dobudovanie funkčného jednotného vnútorného trhu, a silný vplyv bude mať aj to, ako sa situácia vyvinie okolo Lisabonskej stratégie. Ráta sa taktiež s tým, že sa v krajinách EÚ zefektívni spotreba energií, a postupným zavádzaním, respektíve posilnenia postavenia obnoviteľných zdrojov na energetickom trhu (Spotreba energie, 2008)

Realizácia energetickej politiky za posledné tri roky, v súlade so smerovaním energetickej politiky EÚ, znamenala postupnú liberalizáciu trhu s energiou. V sektore energetiky aj po roku 2000 prebiehala rozsiahla reštrukturalizácia, ktorej výsledkom je zvýšenie ekonomickej efektívnosti sektoru. Reštrukturalizácia bola sprevádzaná



transformáciou a privatizáciou. V súčasnosti možno konštatovať, že proces privatizácie v energetike je pred ukončením, jej výsledkom je zmena vlastníckych vzťahov, ktorá je realizovaná vstupom zahraničných investorov do transformovaných energetických spoločností. Zavedením nových pravidiel trhu sa vytvoril priestor pre využitie výhod, ktoré môžu vzniknúť na vnútornom trhu s elektrinou a s plynom v zmysle väčšej efektívnosti prevádzkovania sústav a sietí, lepšej úrovne poskytovania služieb, tlaku na znižovanie cien a väčšej konkurencieschopnosti. Stále zostáva priestor na realizáciu opatrení zameraných na zabezpečenie rovnosti podmienok pre všetkých účastníkov trhu. (Trvalo udržateľný rozvoj, 2008)

Európska únia ako celok je z viac ako 50 % závislá od dovozu primárnych zdrojov energie, častokrát z politicky či ekonomicky nie veľmi stabilných regiónov. Prijaté záväzky v oblasti ochrany

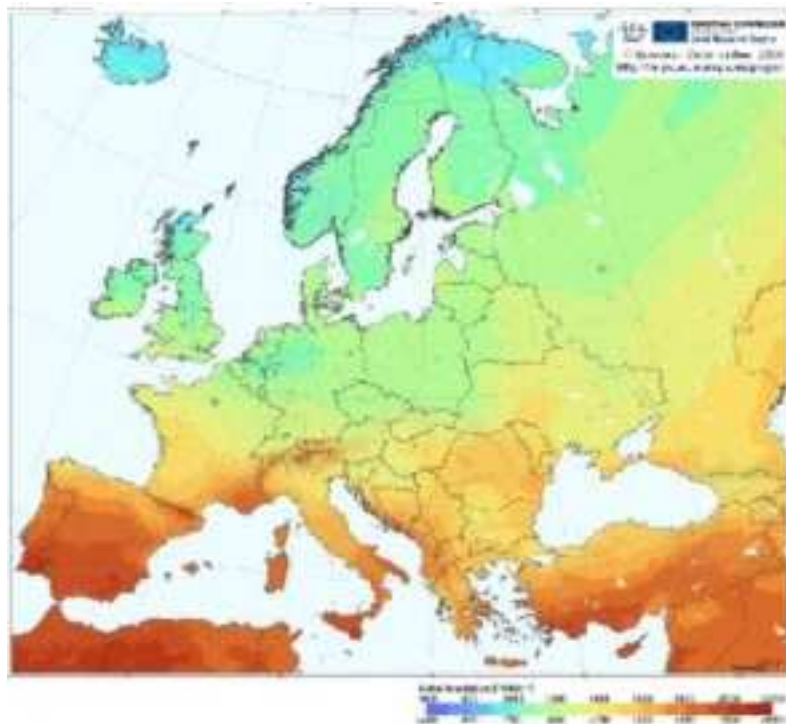
Obr. 4 Prognóza využitia fotovoltaiky (URL 1)

ovzdušia sú ďalším vplyvom na energetickú stratégiu EÚ. Preto sa stratégia EÚ v oblasti energie sústreďuje najmä na energetickú efektívnosť a využívanie obnoviteľných zdrojov energie (ďalej len „OZE“), ktorých potenciál v jednotlivých členských krajinách nie je zanedbateľný. Základnú filozofiu EÚ v oblasti ich využívania predstavuje Zelená kniha EÚ o obnoviteľných zdrojoch energie, konkrétne ciele ich využívania na európskej úrovni stanovuje oznámenie Komisie pod názvom Energia pre budúcnosť: obnoviteľné zdroje energie – Biela kniha pre stratégiu a akčný plán spoločenstva. (Spotreba energie, 2008)

V rámci EÚ je dominantným hráčom na solárnom fotovoltaickom trhu Nemecko nasledované Španielskom a Talianskom. V celosvetovom meradle sa k dominantným subjektom z USA, Japonska a EÚ postupne pridáva aj solárny priemysel z Číny (napr. len v oblasti výroby solárnych fotovoltaických panelov zaznamenali čínske firmy od roku 2003 rast produkcie na úrovni neuveriteľných 1200 %) . Podľa odhadu expertov, všetko naznačuje tomu, že trh so solárnymi technológiami aj naďalej dynamicky rástť. Dôvodom tohto rastu budú jednak investície, ktoré smerujú do tejto priemyselnej oblasti, ako aj rast cien energií a dlhodobý vývoj v oblasti fosílnych palív.(Šenitková – Eštoková, 2002)

Európska asociácia fotovoltaického priemyslu (European Photovoltaic Industry Association) združuje 92 kľúčových európskych firiem a združení podnikajúcich v oblasti solárnej energie.(Energetika a prírodné zdroje, 2008)

Iným spôsobom využívania slnečnej energie je výroba TUV pomocou kolektorových systémov. Potvrďuje to i príklad susedného Rakúska, že aj v našich podmienkach je možné efektívne využívať slnečnú energiu. Vyzretú techniku a spoľahlivosť tepelných slnečných kolektorov dokazuje 35 percentný podiel novopostavených rodinných domov ktoré disponujú solárnymi zariadeniami. Okrem toho neustále rastie význam solárnych zariadení na ohrev vody a na podporu vykurovania obytných priestorov, predovšetkým pri veľkoobjemových stavbách ako sú hotely, poschodové domy, reštaurácie, športové zariadenia ale i priemyselné stavby. V Rakúsku bolo do roku 2002 nainštalovaných asi 2,7 milióna štvorcových metrov kolektorovej plochy. (Energetika a prírodné zdroje, 2008)



Obr. 5 Potenciál slnečnej energie v Európe (URL 1)

1.3 Slovensko a slnečná energia

Obnoviteľné zdroje energie sa začínajú pomaly presadzovať i na slovenskom trhu, dôvodov je viac. Medzi hlavné patrí enviromentalná politika EÚ ktorá počíta so zvýšením podielu energetiky z OZE do roku 2020 na 20 %. Tento strategický plán sa dotýka i Slovenska. Ďalší dôvod rozvoja OZE na Slovensku je zavedenie štátnej podpory pre veľko ale i malo-výrobcov energie z obnoviteľných zdrojov.

Liberalizáciou energetiky v Európe, vstupom SR do Európskej únie (EÚ), prijatím nových smerníc EÚ bolo potrebné aktualizovať Energetickú politiku SR, ktorú Vláda SR vzala na vedomie svojim uznesením pod č. 5/2000. Energetická politika predstavuje strategický dokument, ktorý určuje ciele a rozvoj energetiky z dlhodobého hľadiska. Je súčasťou Národnohospodárskej stratégie SR, nakoľko zabezpečenie trvaloudržateľného ekonomického rastu je podmienené zabezpečením spoľahlivej dodávky energie pri optimálnych nákladoch, ako aj primeranej ochrany životného prostredia. (CSÁKY, 2008)



Obr. 6 Potenciál využitia slnečnej energie Slovensku (URL 2)

Od roku 2008 budú dostávať slovenské domácnosti podporu na nákup slnečných kolektorov a kotlov na biomasu, ktoré slúžia na vykurovanie a ohrev vody. Ročne plánuje štát poskytnúť na nákup zariadení 100 miliónov korún. Vyplýva to zo Stratégie

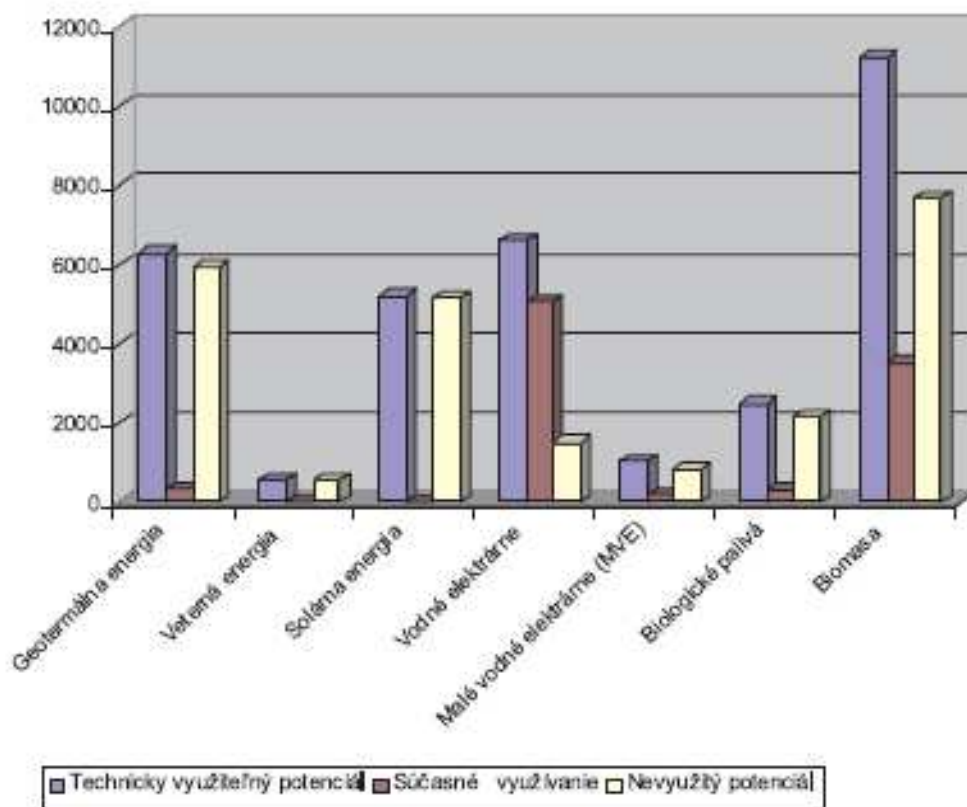
vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku, ktorú dnes schválila vláda. Dotácia na ohrev vody v slnečných kolektoroch by mala predstavovať 3000 Sk na štvorcový meter plochy kolektora. Pri cene okolo 100.000 korún za najrozšírenejšie kolektory s plochou šesť metrov štvorcových pre rodinné domy by tak štát jednu rodinu dotoval sumou 18.000 Sk. (CSÁKY, 2008)

Výrobca kolektorov Thermo/Solar zo Žiaru nad Hronom očakáva, že dotácie zo strany štátu vyvolajú nárast záujmu o svoje produkty.

Vývoj využívania solarnej techniky ukáže, či by podpora mala byť masívnejšia zo strany štátu a ministerstvo hospodárstva je pripravené predložiť nejaký doplnok, pokiaľ sa ukáže, že je záujem o takúto štátnu podporu. (CSÁKY, 2008)

Dotácie by mali pomôcť k zvyšovaniu podielu obnoviteľných zdrojov energie na spotrebe energií, ktorý vyžaduje EÚ. Ministerstvo hospodárstva odhaduje, že Slovensko môže do roku 2020 zvýšiť tento podiel na 14 percent zo súčasných štyroch percent. (CSÁKY, 2008)

Podľa kvalifikovaných odhadov bolo v roku 2005 na Slovensku nainštalovaných celkom 55 až 60 tisíc a v súčasnosti sa odhaduje na 80 až 100 tisíc metrov štvorcových kolektorovej plochy. Predpokladá sa, že inštalácia slnečných kolektorov v nasledujúcich rokoch bude dosahovať 5000 metrov štvorcových na rok. Výhodou pre Slovensko je existencia jedného z najväčších výrobcov slnečných kolektorov na svojom území, väčšina produktov však naďalej smeruje na export. Ďalší optimizmus v tomto odvetví do nášho regiónu priniesli významne pobočky zahraničných firiem, ktoré sú sústredené v našom regióne. Skúsené technologicky vyspelé firmy dokážu namontovať jednoduchší systém na ohrev vody v rodinnom dome v priebehu jedného dňa, čo otvára pohodlný prístup týmito technológiami do našich domácností. V rámci využívania slnečnej energie je dôležitá osвета ľudí čomu veľmi napomáha nepriaznivý vývoj rastu cien za zemného plynu.



Obr. 7 Technicky využiteľný potenciál OZE na Slovensku [GWh/rok] (URL 2)

1.4 Náročnosť energetiky na životné prostredie a znečisťovanie ovzdušia

Znečistené ovzdušie označuje stav atmosféry, keď sú v ovzduší prítomné zložky na kratší alebo dlhší čas nepriaznivo ovplyvňujúce životné prostredie. Ovzdušie našej zeme zaberá síce veľký priestor, ale na rozptyle škodlivín sa podieľa len pomerne malá časť v okolí znečisťujúceho zdroja. Samočistiaca schopnosť ovzdušia je pomerne veľká.

Znečisťovanie ovzdušia znamená vypúšťanie (vnášanie, emisiu) znečisťujúcich látok do atmosféry.. Pri širšom chápaní znečisťovania ovzdušia do znečisťujúcich zložiek zahrňujeme i škodlivé elektromagnetické žiarenie, hluk, teplo a pod.

Ovzdušie sa znečisťuje buď pri vypúšťaní rôznych látok do atmosféry alebo pri dejoch prebiehajúcich priamo v ovzduší (napr. chemické reakcie). Z hľadiska miesta vzniku rozlišujeme primárne znečisťovanie, ktorým rozumieme úlet škodlivín zo zdrojov (emisia) a sekundárne znečisťovanie, ktorým rozumieme chemické zmeny niektorých látok, prebiehajúce pri šírení exhalátov (transmisia) v atmosfére.

Zdroje znečisťovania ovzdušia, prírodného i antropogénneho pôvodu, zahŕňajú početnú škálu veľmi rôznorodých zdrojov, v ktorých nie je možné vždy presne rozlíšiť hranicu pôvodu. Napríklad niektoré prírodné zdroje vznikajú ako dôsledok predchádzajúcej ľudskej činnosti.(HORÁK - KRUPA, 1999)

Tab. 1 Emisie vyprodukované pri výrobe 1kWh rôznymi spôsobmi

Zdroj znečistenia	CO ₂ miligram / kWh	SO ₂ miligram / kWh	NO _x miligram / kWh	NM VOC miligram / kWh	jemná hmota miligram / kWh
Vodná energia	2-48	5-60	3-42	0	5
Uhlie moderná technológia	790-1182	700-32321+	700-5273+	18-29	30-663+
Atómová energia	2-59	3-50	2-100	0	2
Ropa	389-511	4-15000+	13+-1500	72-164	1-10+
Biomasa	15-101	12-140	701-1950	0	217-320
Veterná energia	7-124	21-87	14-50	0	5-35
Solárna energia	13-731	24-490	16-340	70	12-190

Odhaduje sa, že 90 % všetkých látok znečisťujúcich ovzdušie pochádza z prírodných zdrojov, ako je erózia pôdy a hornín, činnosť vulkánov, prírodné požiare, rozprašovanie morskej vody, biologické procesy a pod. Antropogénne zdroje prispievajú asi 10 %. Ich množstvá však stále narastajú a menia tento pomer. Jeho zmena nepriaznivo ovplyvňuje rovnováhu vytvorenú medzi prírodnými zdrojmi a procesmi odstraňovania znečisťujúcich látok z atmosféry. Navyše sa z ľudskej činnosti dostávajú často do ovzdušia látky, ktoré sú oveľa agresívnejšie a môžu vážne ohroziť mnohé biologické procesy na zemi. Veľké nebezpečenstvo antropogénnych emisií spočíva v tom, že sa vo veľkých množstvách koncentrujú v ovzduší priemyselných oblastí a urbanistických celkov. Do zdrojov z ľudskej činnosti sa zahŕňa priemysel, energetika, doprava, komunálne zdroje a spaľovne. (HORÁK - KRUPA 1999)

1.5 Porovnanie dopadov energetiky fosílnych palív, jadrovej a slnečnej energie

1.5.1 Fosilne palivá

K fosílnym palivám zaraďujeme uhlie, ropu a zemný plyn, ktoré patria k tzv. tradičným palivám a olejové bridlice a dechtové piesky. Z týchto energetických zdrojov prechádza pri spaľovaní do biosféry veľké množstvo spaľovacích produktov a tuhých zvyškov, z ktorých je väčšina zdraviu škodlivá a negatívne ovplyvňuje kvalitu životného prostredia.

Tepelné elektrárne, využívajúce spaľovanie fosílnych palív, predstavujú závažné bodové zdroje znečistenia. Priemerne pri spaľovaní vzniká cca 700 kg rôznych tuhých škodlivín, prevažne popolčeka a asi 2000 kg plyných škodlivín na obyvateľa a rok.

Množstvo tuhých exhalátov závisí od množstva spaľovaného paliva, obsahu popola v ňom a od podielu zachytenia popolovín vo forme škváry či trosky. Stupeň zachytenia popolčeka priamo v ohnisku kotla závisí od typu ohniska. (LULKVIČOVÁ, 1999)

Popolček a škvára obsahujú rôzne škodlivé a toxické látky, napr. ťažké kovy. K najvýznamnejším plyným exhalátom, emitovaným zo spaľovania fosílnych palív, patria oxid uhličitý CO_2 , oxidy síričitý SO_2 a sírový SO_3 a oxidy dusíka NO_x . Množstvo vznikajúcich oxidov závisí od chemického zloženia paliva, ako aj od technológie spaľovania (NO_x).

Spaliny obsahujú v malom množstve aj rôzne organické látky, karcinogény a zmesi rádioaktívnych izotopov. (LULKOVIČOVÁ, 1999)

Porovnanie merných emisií vznikajúcich pri spaľovaní rôznych druhov fosílnych palív je v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 2 Hodnoty merných emisií vznikajúcich pri spaľovaní rôznych druhov fosílnych palív

Druh paliva	Popolček [mg.MJ ⁻¹]	SO ₂ [mg.MJ ⁻¹]	NOX [mg.MJ ⁻¹]	CO ₂ [mg.MJ ⁻¹]	CO [mg.MJ ⁻¹]
Hnedé uhlie	620	1 500	210	95	3 200
Čierne uhlie	360	950	300	97	1 850
Vykurovací olej	62	1 100	240	75	45
Svietiplyn	20	1,7	256	64	35
Zemný plyn	8,8	0,04	111	56	30

Zemný plyn ako jedno z fosílnych palív sa javí z hľadiska produkcie emisií všetkých druhov znečisťujúcich látok ako najmenej zaťažujúci, keďže v porovnaní s uhlím a ropou neobsahuje síru, dusík, chloridy, fluoridy ani popol a vodu. Zemný plyn je pri súčasných cenách palív považovaný aj za najekonomickejšie palivo, v porovnaní s ostatnými fosílnymi palivami v SR. (HORÁK, KRUPA, 1999)

1.5.2 Jadrová energia

Jadrová energia sa uvoľňuje pri jadrových reakciách, kde dochádza k premene atómových jadier pôsobením elementárnych častíc alebo iných jadier, pričom v praxi sa využívajú najmä štiepne jadrové reakcie. Najčastejším jadrovým palivom je izotop uránu U²³⁵, ktorý sa nachádza v prírodnom uráne. (PERINA, 1989)

V porovnaní s fosílnymi palivami majú jadrové štiepne palivá vysoký energetický obsah. Napr. 1 kg jadrového paliva – uránu, je energeticky ekvivalentný 3 miliónom kg uhlia. Na výrobu rovnakého množstva energie teda potrebujeme oveľa menší objem a hmotnosť jadrového paliva, čo má pozitívne dôsledky na dopravu, ekonomiku výroby energie a na životné prostredie. Najväčšou výhodou z hľadiska vplyvu na životné prostredie je ale fakt, že

jadrové elektrárne neprodukujú emisie skleníkových plynov a produktov spaľovania. Čo sa týka odpadového tepla, sú jadrové a tepelné elektrárne porovnateľné (LULKOVIČOVÁ, 1999).

Pri prevádzke jadrovej elektrárne ale vznikajú plynné, kvapalné a tuhé rádioaktívne odpady. S výnimkou vyhorelého paliva ide o odpady s nízkym alebo stredným zvyškovým rádioaktívnym žiarením. Technika spracovania plynných a kvapalných odpadov je v súčasnosti na takej úrovni, že dávka žiarenia prechádzajúca na obyvateľstvo je hlboko pod normou odporúčanou ICRP a samotná normálna prevádzka nepredstavuje žiadne mimoriadne riziko pre zdravie obyvateľstva.

Najväčší podiel na rádioaktívnom znečisťovaní životného prostredia mali doteraz závody na prepracovanie paliva. Preto do hodnotenia vplyvu jadrovej energetiky na zdravie človeka je potrebné zahrnúť celý palivový cyklus od dobývania a úpravy uránovej rudy, až po uloženie rádioaktívneho odpadu. Najväčším problémom z hľadiska ochrany životného prostredia je trvalé uloženie tuhých rádioaktívnych odpadov. (Šenitková – Eštoková, 2002)

1.5.3 Solárna energia

Solárna alebo slnečná energia je ekologicky najčistejší zdroj energie, ktorý neznečisťuje vzduch ani vodu, neprodukuje do atmosféry žiadne škodliviny a neohrozuje teda život na Zemi. Z hľadiska odpadového tepla sa solárne energetické zariadenia prejavujú viac menej neutrálne. Veľkou výhodou je, že slnečná energia je zadarmo. Za hlavnú nevýhodu sú z ekologického hľadiska považované veľké územné požiadavky, pretože slnečná energia je príliš zriedená a potrebuje väčšiu plochu ako napr. elektrárne tepelná alebo jadrová. (Šenitková – Eštoková, 2002)

Ďalším nedostatkom získavania energie z tohoto zdroja je, že solárne zariadenia pracujú len vtedy, keď vonku svieti slnko, slnečnú energiu je problematické akumulovať a účinnosť premeny slnečného žiarenia na iné formy energie je malá. Z ekonomického hľadiska je kWh získaná zo slnečného žiarenia drahšia ako z ostatných zdrojov, pričom znižovanie ceny takto získanej energie súvisí s technickým pokrokom. Napr. od r. 1955 poklesla cena za 1W výkonu u fotovoltaiických článkov z 10 000 USD na 6 USD. Z environmentálneho hľadiska sú ale nepriame úspory na životnom prostredí, ktoré prinesie každá kWh, ktorá nie je vyrobená spaľovaním fosílnych palív, nevyčísľiteľné. Je potrebné pripomenúť, že po uplynutí

doby návratnosti sú náklady na prevádzku minimálne, alebo takmer nulové. (Šenitková – Eštoková, 2002)

Potenciál slnečného žiarenia je z celosvetového pohľadu obrovský a pri nulových nákladoch na palivo poskytuje až 10 000 krát viac energie, ako sa je každoročne vo svete spotrebuje. Všetci obyvatelia Zeme ročne spotrebujú asi $8,5 \times 10^{13}$ kWh komerčnej energie. Okrem toho tiež spotrebovávajú energiu, ktorá sa neobjavuje v energetických štatistikách (hlavne biomasa používaná v rozvojových krajinách). Podľa niektorých expertov táto nekomerčná energia sa môže na celkovej spotrebe podieľať až jednou pätinou. Ale aj keby bol tento príspevok započítaný do spotreby energie, aj tak by celková spotreba predstavovala jednu sedem tisícinu energie dopadajúcej na Zem zo Slnka. Aj v takých vysoko energeticky náročných krajinách ako je napr. USA (ročná spotreba $2,5 \times 10^{13}$ kWh) je množstvo dopadajúcej slnečnej energie niekoľko stonásobne väčšie ako spotreba. V mnohých krajinách by stačilo pokryť menej ako 1 % územia (napr. strechy budov, nevyužité plochy) solárnymi systémami, aby bol zabezpečený dostatok energie pre celú krajinu. (HALAHYJA - VALÁŠEK ,1983)

Podstatné je, že aj v našich klimatických podmienkach je potenciál slnečnej energie obrovský, veď len energia dopadajúca na strechu budovy vo väčšine prípadov presahuje spotrebu energie v nej. Intenzita slnečného žiarenia u nás predstavuje v priemere 1100 kWh/m^2 za rok, kým priemerná spotreba v obytných domoch je len asi 150 kWh/m^2 na vykurovanie a $25\text{-}50 \text{ kWh/m}^2$ na chod elektrospotrebičov a na varenie. (HALAHYJA - VALÁŠEK J, 1983)

1.6 Ekonomické aspekty využitia slnečnej energie

Pri ekonomickom vyhodnocovaní slnečných zariadení treba zohľadniť:

- a) mieru zvyšovania ceny energie v sledovanom období (priemernú cenu energie na doplnkový ohrev teplej úžitkovej vody, vykurovanie a pod.)
- b) predpokladaný vývoj cien jednotlivých komponentov systému (pri prechode na sériovú výrobu kolektorov a akumulátorov tepla treba počítať s ich nižšou cenou)
- c) úrokovú mieru
- d) dotácie spoločnosti na solárne zariadenie

Za ekonomické rozborov sa často považujú údaje o úspore energie, ktorá sa dosiahne pri inštalovaní solárneho systému oproti tradičným zariadeniam. Kritérium úspory však nie je vždy vhodné, pretože sa v ňom nesleduje, alebo veľmi ťažko dá zistiť, koľko energie sa vynaložilo na výrobu solárneho systému.

Pri ekonomickom posudzovaní sa zvyčajne zdôvodňuje vhodnosť jednotlivých komponentov a celková ekonomická výhodnosť navrhovaného slnečného zariadenia. Všeobecne platné vyhodnotenia takmer nemožno uskutočniť. Platnosť ekonomických rozborov treba chápať v potrebných súvislostiach pre konkrétne zariadenie.

Su známe príklady subjektívneho prístupu, ktorý vyzdvihuje výhody propagovaného systému (konkrétnej firmy) alebo jednotlivých komponentov systému bez objektivizujúceho celkového pohľadu. Treba si uvedomiť aj to, že v ekonomických úvahách nemožno vyčíslieť všetky výhody solárnych zariadení (ochrana životného prostredia, zmenšenie závislosti od tradičných palív v budúcnosti, využívaním primárnych zdrojov sa zmenšujú nároky na zabezpečenie tradičných palív spoločnosťou a pod.) (HALAHYJA, VALÁŠEK, 1983)

Celkovú výhodnosť solárnych zariadení možno zdôvodniť rôznymi ukazovateľmi alebo indexami, napr. stanovením nákladov cyklu životnosti, nákladov za dodávanú slnečnú energiu, preukázaním efektívnosti nákladov slnečných systémov pri zvyšovaní cien paliva a pod.

Slnečné zariadenie môže byť navrhnuté v projekte novostavby, alebo môže byť dodatočne do budovy zabudované. Ak sa napríklad predpokladá, že majiteľ rodinného domu bude financovať slnečný systém spolu s amortizáciou domu, potom dodatočný náklad investovaný do slnečného systému sa každý rok porovnáva s nákladom úspor na palive.

Z tohto porovnania sa môže potom určiť, či navrhovaný slnečný systém možno ekonomicky použiť pre danú budovu a konkrétne miesto počas predpokladanej životnosti zariadenia. Tento postup sa nazýva *kalkulácia cyklu životnosti*. Pri určovaní pomeru nákladov a výnosov na slnečnú sústavu sa pred výpočtom začiatkových investičných nákladov vypočítajú náklady cyklu životnosti (výpočet začiatkových investičných nákladov neberie do úvahy cenu uspareného paliva počas životnosti slnečnej sústavy).

Začiatkové doplnkové investičné náklady sa zmenia na doplnkový ročný náklad slnečného systému N_r podľa rovnice:

$$N_r = N_c \cdot FNI$$

kde

N_c je celková doplnková investícia slnečného systému (Sk)

FNI je faktor návratnosti investície, vypočítame ako:

$$FNI = \frac{i_r (1 + i_r)^z}{(1 + i_r)^z - 1}$$

kde

i_r je ročná úroková miera

z je očakávaná životnosť slnečného systému (rok)

Príklad:

Modelový solárny systém predstavuje pre užívateľa investíciu $N_c = 100\,000$ Sk. Očakávaná doba životnosti systému je $z = 20$ rokov. Ročná úroková miera je 12 % t.j. $i_r = 0,12$

Výpočet faktora návratnosti investície pre vyššie uvedené parametre

$$FNI = \frac{i_r (1 + i_r)^z}{(1 + i_r)^z - 1}$$

$$FNI = \frac{0,12 \cdot (1 + 0,12)^{20}}{(1 + 0,12)^{20} - 1}$$

$$FNI = \frac{1,158}{8,65}$$

$$FNI \cong 0,134$$

Výpočet ročného nákladu solárneho systému

$$N_r = N_c \cdot FNI$$

$$N_r = 100000 \text{SK} \cdot 0,134$$

$$N_r = 13400 \text{SK}$$

Výpočet mesačného nákladu solárneho systému

$$N_m = \frac{N_r}{12}$$

$$N_m = \frac{13400}{12}$$

$$N_m = 1117 \text{SK}$$

Z uvedeného príkladu je zrejmé, že na každých 100 000 Sk solárneho systému treba počítať s mesačným nákladom 1 117 Sk.

1.7 Základne členenie zariadení na využitie slnečnej energie

Slnečný kolektor



Obr. 8 Slnečný kolektor (URL 3)

Je plocha, ktorá zachytáva slnečné žiarenie a premieňa ho na teplo. Hlavným prvkom kolektora je absorbér, v ktorom prebieha samotná premena energie slnečného žiarenia na teplo. Teplo sa prostredníctvom vedenia tepla v absorbéri prenáša na teplonosné médium, ktoré preteká v rúrkach absorbéra a následne sa prepravuje do zásobníka (bojlera). Aby mohol túto úlohu optimálne splniť, absorbér pozostáva z dobre vodivého kovového plechu (meď alebo hliník) a zo selektívnej konverznej vrstvy, ktorá musí vykazovať čo najvyššiu absorpčnú schopnosť (pohltivosť) slnečného žiarenia a minimálnu emisivitu (vyžarovanie tepla). (Energetika a prírodné zdroje, 2008)

Vákuové kolektory



Obr. 9 Vákuový kolektor (URL 3)

Vákuové kolektory bývajú väčšinou z výrobnotechnických dôvodov prevedené vo forme radu trubíc. Úzky pás absorbéra pokrytý selektívnou vrstvou zvyšujúcou absorpčnú schopnosť je zavesený v sklenej trubici, ktorá nepohlcuje takmer nijaké žiarenie a je tepelne odolná. Tepelné straty sú podstatne redukované pomocou vákua vzniknutého odsatím vzduchu z priestoru medzi absorbérom a sklenenou trubicou. Vákuum zamedzuje vedeniu tepla čiže tepelným stratám prúdením (konvekciou) a tiež stratám spôsobeným tepelnou vodivosťou vzduchu.

Medzi nevýhody vákuových kolektorov patrí nevýhodný pomer medzi cenou a výkonom.. Keďže na jednotku plochy, ktorú zaberajú na streche s nimi nemožno pri ohreve pitnej vody získať vyššie ročné tepelné výnosy oproti kvalitným plochým kolektorom, vákuové kolektory nachádzajú využitie najmä v technologických procesoch s potrebou teplej vody nad 60°C. Ekonomicky výhodné však zatiaľ nie sú ani vtedy, v niektorých prípadoch sa ekonomicky uplatnia v oblasti ešte vyšších teplôt. (Možnosti využívania slnečnej energie, 2006)

Fotovoltaické články

Fotovoltaické články tvoriace fotovoltaické panely slúžia na priamu výrobu elektrickej energie v podobe jednosmerného prúdu. S využitím fotovoltaických článkov v malom rozsahu sa stretávame na každom kroku, či už ide o zariadenia, ktoré vyžadujú na svoju činnosť minimálne množstvo energie, napr. kalkulačky, náramkové hodinky, záhradné svietidlá. V poslednom čase sa napríklad v Bratislave začali malé fotovoltaické články používať na prevádzku verejných telefónnych automatov, v Nitre je napájanie parkovacích automatov a pod.



Obr. 10 Fotovoltaické články (URL 3)

Perspektívne sa dajú využívať aj napríklad na osvetlenie autobusových zastávok, diaľničných odpočívadiel, dopravných značiek, ako aj všade tam, kde nie je elektrická energia bežne dostupná. Vo väčšom rozsahu sa u nás zatiaľ nevyužívajú, hlavne z dôvodu vyšších investičných nákladov, nízkej účinnosti a vysokom pokrytí územia rozvodmi elektrickej energie.

V zahraničí, možno nájsť dostatočné množstvo príkladov využitia fotovoltaických článkov v telekomunikačnej technike, vodárenstve (povrchové a studňové čerpadlá), dopravnej technike, ako aj technike pre životné prostredie (meracie stanice, čistiarne odpadových vôd). Inou, vo svete veľmi často využívanou možnosťou je napájanie domov a chat na samotáč a kempingové dovolenkovanie v prírode. Pre vysokokapacitnú výrobu elektrickej energie sa stavajú solárne elektrárne, ktoré dodávajú energiu do verejnej rozvodnej siete. (Možnosti využívania slnečnej energie, 2006)

Typy solárnych elektrární



Obr. 11 Termálna solárna veža (URL 3)

Súčasná technológia dovoľuje hromadnú výrobu elektrickej energie prostredníctvom solárnych elektrární. Poznáme viacero typov elektrární napríklad: Termálne solárne veže, tanierové parabolické zrkadlá, lineárne parabolické zrkadla, solárne koncentračné termické elektrárne a pod.

1.8 Výhody a nevýhody systémov na využitie slnečnej energie

Výhody systémov využívajúcich tepelnú slnečnú energiu

Systémy využívajúce slnečnú energiu na prípravu tepla pracujú s relatívne vysokou účinnosťou pri veľmi nízkych prevádzkových nákladoch počas celej doby životnosti, ktorá dosahuje až 30 rokov. Užívateľ, ktorý si nainštaloval takýto systém získal možnosť prípravy teplej vody počas väčšej časti roka takmer úplne zdarma a nezávisle od neustále sa zvyšujúcich cien u nás bežne využívaných palív, ako napr. zemný plyn. Nezanedbateľná je tiež otázka ochrany životného prostredia.

Každý solárny systém prispieva k znižovaniu emisií skleníkových plynov spôsobujúcich globálne oteplenie atmosféry Zeme. Mnohí odporcovia využívania obnoviteľných zdrojov často argumentujú, že aj na výrobu slnečných kolektorov a príslušných zariadení sa spotrebúva energia s negatívnymi vplyvmi na životné prostredie. Oproti výrobe komponentov bežných vykurovacích systémov ako napr. kotlov na zemný plyn je však energia spotrebovaná na výrobu kolektorov nižšia a navyše sa vráti v podobe ušetrenej energie počas prevádzky solárneho systému.

Odborníci zvyknú označovať túto skutočnosť pojmom „energetická amortizácia“, ktorá je pri výpočte z energetickej náročnosti výroby použitých primárnych materiálov pri slnečných kolektoroch nižšia ako 2 roky. Ak sa pri výrobe použijú recyklované materiály, energetická návratnosť sa zníži na približne 2 mesiace. Pri kotloch na plynové či pevné palivo nemá zmysel sa zaoberať týmto parametrom, nakoľko žiadnu energiu počas prevádzky neušetria, práve naopak, spotrebujú. Všetky komponenty na Slovensku vyrábaných solárnych systémov sú plne recyklovateľné, okrem izolačného materiálu – minerálnej vlny, ktorá je však prírodného pôvodu a nepredstavuje ekologickú záťaž pre životné prostredie.

Počas celej životnosti solárneho systému nedochádza k žiadnym negatívnym vplyvom na životné prostredie. Ďalším častým argumentom proti využívaniu slnečnej energie je dlhá ekonomická návratnosť investície. Málokto si však uvedomuje, že táto závisí od porovnania s prevádzkovými a vykurovacími nákladmi bežných systémov. Nikoho zrejme nenapadne počítať návratnosť investície do plynového kotla, keďže takýmto spôsobom vykurovania nič neušetrí, práve naopak, náklady spojené so zaobstaraním paliva neustále rastú. Investícia do

solárneho zariadenia v prípadnej kombinácii s iným zdrojom tepla je preto investíciou do budúcnosti. Viac o ekonomickej stránke v kapitole „Ekonomické zhodnotenie systémov“. (HORÁK., KRUPA, 1999)

Nevýhody systémov využívajúcich tepelnú slnečnú energiu

Nesmieme však zabúdať aj na slabé stránky systémov využívajúcich energiu slnka. Hoci návratnosť investície sa s rastom cien energií a palív pomaly ale isto skraca, bez podpory zo strany štátu pre fyzické osoby (ako je tomu v mnohých štátoch Európy) je ešte stále pomerne vysoká. Systémy sú najefektívnejšie v oblasti teplôt do 100°C, čo ich predurčuje najmä na prípravu teplej úžitkovej vody.

V prípade využitia aj na prípravu teplej vody pre vykurovanie je potrebná kombinácia s iným zdrojom vykurovania, pričom najlepšie sa uplatnia najmä pri nízkoteplotných systémoch vykurovania (napr. podlahové vykurovanie). Mnohí záujemcovia očakávajú, že so slnečnými kolektormi pokryjú celú svoju potrebu tepla. Bohužiaľ, solárne systémy sa bez doplnkového zdroja nezaobídu, nakoľko sú schopné pripravovať teplú vodu maximálne 7-9 mesiacov v roku, v závislosti na poveternostných podmienkach. (Možnosti využívania slnečnej energie, 2006)

Tab. 3 Porovnanie výhod a nevýhod systémov využívajúcich tepelnú slnečnú energiu

Výhody	Nevýhody
Konštantná cena tepla počas 20 – 30 ročnej životnosti	Relatívne vysoké investičné náklady
Decentralizovaná výroba tepla – nezávislosť od dodávateľov tepla a rastu cien palív	Systémy sú najefektívnejšie v oblasti teplôt do 100 °C
Žiadne negatívne ekologické vplyvy počas celej životnosti	Potreba doplnkových energetických zdrojov
Nízke prevádzkové náklady	Problémy s inštaláciou na pamiatkovo chránených budovách
Možnosť 100 % recyklácie použitých konštrukčných materiálov	Systémy nepokryjú spotrebu tepla počas celého roka, v našich podmienkach môžu dodávať teplú vodu max. 9 mesiacov v roku
Relatívne vysoká účinnosť	
Bez nárokov na nové zastavané plochy	
Vzájomná doplniteľnosť s inými obnoviteľnými energetickými zdrojmi	
Veľký potenciál zvýšenia využitia solárneho tepla v oblasti akumulácie a solárneho chladenia	
Krátka doba energetickej amortizácie	
Technologická zrelosť	

2 Cieľ práce

Na základe analýzy súčasného stavu a dostupných informácií o slnečnej energii, environmentálnych a ekonomických aspektoch súvisiacich s jej využívaním vypracovať prehľad o aktuálnom stave vo svete, EÚ a na Slovensku. Realizovať porovnanie ekologických dopadov vybraných klasických zdrojov energie a slnečnej energie. Zhodnotiť výhody a nevýhody solárnych systémov. V rámci vlastnej práce vypracovať návrh výpočtu parametrov solárneho systému a zhodnotiť ekonomické aspekty využitia solárnych systémov pre konkrétnu lokalitu.

V rámci vlastnej práce vypracovať návrh a dimenzovanie solárneho systému (kolektorového i fotovoltaiického) s ohľadom na klimatické podmienky vo vybranej lokalite. Realizovať výpočet spotreby energie na ohrev TÚV a následný výpočet parametrov solárneho kolektorového poľa a solárneho fotovoltaiického systému. V rámci ekonomickej kalkulácie určiť na základe obstaravacích nákladov solárneho systému dobu návratnosti investície pre konkrétne parametre dimenzovaného kolektorového i fotovoltaiického systému.

3 Metodika práce

Vzhľadom na nosný cieľ bakalárskej práce bude metodika realizovaná nasledovne:

1. Analýza súčasného stavu vo využívaní slnečnej energie vo svete a na Slovensku.
2. Vypracovanie prehľadu možností využitia slnečnej energie s dôrazom na ekonomicko enviromentálne aspekty
3. Zhodnotenie environmentálnych dopadov na prostredie a porovnanie so súčasnými zdrojmi získavania energie
4. Vypracovanie aktuálneho prehľadu technológií v rámci využitia slnečnej energie
5. Vypracovanie kritérií efektívnosti využitia slnečnej energie pre vybranú lokalitu na Slovensku.
6. Perspektivita využitia slnečnej energie v budúcnosti ako jedného z primárnych zdrojov získavania energie
7. Popis výhod a nevýhod solárnych systémov v porovnaní s dnes bežnými technológiami na získavanie energie
8. Dimenzovanie a výpočet ekonomickej návratnosti fotovoltaických panelov a slnečných kolektrov vo vybranom regióne

4 Vlastná práca

4.1 Ohrev vody pre rodinný dom s použitím slnečných kolektorov

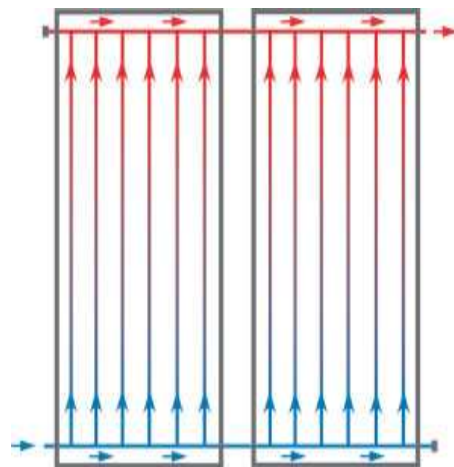
Prvá časť práce je zameraná na efektívne využitie technológie ohrevu vody prostredníctvom slnečných kolektorov. Názorná ukážka návrhu parametrov a následných výpočtov energetickej náročnosti a ekonomickej efektívnosti príklad má za cieľ demonštrovať ekonomicko-ekologické prednosti tejto technológie v porovnaní s klasickým ohrevom vody pomocou kotla na zemný plyn. Pre názornosť bol zvolený ako modelový prípad klasický rodinný dom 4 izbový pre štvorčlennú rodinu v oblasti Bratislavy. Pri klasickom spôsobe ohrevu vody kotlom na zemný plyn predstavujú výdaje na teplú vodu 3000 Sk.

Použitá technológia:



Slnečný kolektor

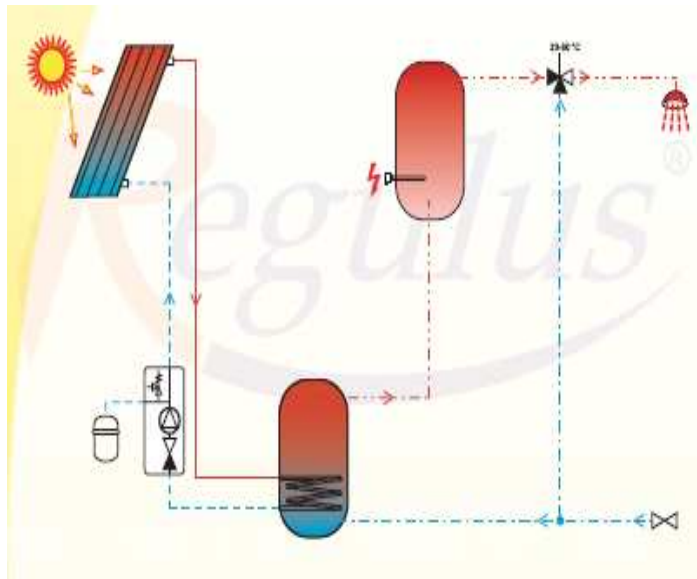
KPC1 - BP
hliníkový plášť,
solárne prizmatické
sklo, celomedený absorbér
s galvanicky nanosenou
vrstvou čierneho chrómu
na nikel



Tab. 4.1 Charakteristika slnečného kolektora KPC1 - BP

Rozmery	1000 x 2000 x 96 mm
Plocha kolektora	2 m ²
Pripojovacie rozmery	4 x trubka Cu 22
Absorbér	poniklovaná meď / lyrový
Povrch absorbéra	čierny chróm
Hrúbka izolácie	4 cm
Maximálny pracovný tlak	6 bar
Objem kvapaliny	2,0 l
Hmotnosť	37 kg
Sklo	4 mm - solárne prizmatické
Cena	11 380 SK bez DPH

Solárny systém



Tab. 4.2 Zostava a cena solárneho systému

Odvzdušňovací ventil
Guľový ventil
Separátor vzduchu
Expanzná nádoba
Závesný zásobník teplej vody -200 l
Termostatický zmiešavací ventil
Čerpádková skupina
Solárny regulátor
Teplotné čidlo
Kolektor
Cena: 51 914,- Sk bez DPH

Výpočet

Výpočet dennej spotreby energie

$$Q_{sp} = \frac{c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_2 - t_1)}{3,6 \cdot 10^6} \quad [kWh \cdot d^{-1}]$$

$$Q_{sp} = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 1000 \cdot 0,2 \cdot (50 - 20)}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$Q_{sp} = 7 kWh \cdot d^{-1}$$

Q_{sp} Denná spotreba energie [$kWh \cdot d^{-1}$]

c Merná hustota kvapaliny [$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \quad J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$$

ρ Hustota kvapaliny [$kg \cdot m^{-3}$]

$$\rho = 1000 \quad kg \cdot m^{-3}$$

V Objem v zásobníku [m^3]

$$V = 200 \text{ l} = 0,2 \quad m^3$$

t_1 Počiatočná teplota kvapaliny [$^{\circ}C$]

$$t_1 = 20 \quad ^{\circ}C$$

t_2 Konečná teplota kvapaliny [$^{\circ}C$]

$$t_2 = 50 \quad ^{\circ}C$$

Výpočet skutočnej dávky žiarenia

$$H_T = \tau_r \cdot H_{Teoret.}$$

január

$$H_T = 0,25 \cdot 3,52$$

$$H_T = 0,880$$

H_T Skutočná dávka žiarenia dopadajúca na oslnenú plochu za deň [$kWh \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$]

τ_r Priemerná doba slnečného svitu

$H_{Teoret.}$ Teoreticky možná energia dopadajúca za deň na jednotku plochy [$kWh \cdot m^{-2}$]

Tab.4.3 Skutočná dávka žiarenia podľa mesiaca v roku [$kWh \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$]

Január	0,880
Február	1,676
Marec	2,888
Apríl	3,580
Máj	4,446
Jún	4,897
Júl	5,293
August	4,837
September	4,044
Október	2,411
November	0,947
December	0,614
<i>priemer</i>	<i>3,042</i>

Výpočet energie zachytenej absorčnou plochou

$$q_T = H_T \cdot \eta_k$$

január

$$q_T = 0,88 \cdot 0,55$$

$$q_T = 0,484 \text{ kWh} \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$$

q_T Energia zachytená absorčnou plochou [$kWh \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$]

H_T Skutočná dávka žiarenia dopadajúca na oslnenú plochu za deň [$kWh \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$]

η_k Teoreticky možná energia dopadajúca za deň na jednotku plochy [$kWh \cdot m^{-2}$]

Tab 4.4 Energia zachytená absorbčnou plochou pre jednotlivé mesiace [$kWh.m^{-2}.d^{-1}$]

Január	0,484
Február	0,922
Marec	1,588
Apríl	1,969
Máj	2,445
Jún	2,693
Júl	2,911
August	2,660
September	2,224
Október	1,326
November	0,521
December	0,337
<i>Aritm. priemer</i>	<i>1,673</i>

Výpočet potrebnej plochy kolektorov.

$$S_k = \frac{(1 + p) \cdot Q_{SP}}{q_T}$$

$$S_k = \frac{\textit{január} (1 + 0,12) \cdot 7}{0,484}$$

$$S_k = 16,198$$

S_k	Potrebná plocha kolektorov [m^2]
Q_{SP}	Denná spotreba energie [$kWh.d^{-1}$]
q_T	Energia zachytená absorbčnou plochou [$kWh.m^{-2}.d^{-1}$]
p	Teplené straty v systéme p= 12% = 0,2

Tab 4.5 Potrebná plocha kolektorov na určitý mesiac [m^2]

Január	16,198
Február	8,502
Marec	4,934
Apríl	3,981
Máj	3,205
Jún	2,910
Júl	2,692
August	2,946
September	3,524
Október	5,912
November	15,044
December	23,215
<i>Aritm. priemer</i>	<i>7,755</i>

Výpočet počtu kolektorov

$$P_k = \frac{S_k}{S_1}$$

január

$$P_k = \frac{16,198}{2} = 8,099 = 9$$

P_k Potrebná plocha kolektorov [m^2]

S_k Potrebná plocha kolektorov [m^2]

S_1 Absorbčná plocha kolektora Regulus KPC1 - BP = 2 [m^2]

Tab. 4.6 Potrebný počet kolektorov pre jednotlivé mesiace v roku

Január	8,099	9
Február	4,251	5
Marec	2,467	3
Apríl	1,990	2
Máj	1,602	2
Jún	1,455	2
Júl	1,346	2
August	1,473	2
September	1,762	2
Október	2,956	3
November	7,522	8
December	11,607	12
<i>Priemer</i>	3,877	4

Ekonomická návratnosť

Ak počítame s priemernými výdajmi 3000 SK za ohrev vody na mesiac pre rodinný dom, ročné výdaje budú 36 000 SK. Pri návrhu efektívneho počtu kolektorov sme vychádzali s výsledkov uvedených v tabuľke XX, kde sú uvedené počty slnečných kolektorov pre všetky mesiace v roku, aritmetickým priemer počtu kolektorov je 3,877, pri dimenzovaní kolektorového poľa sa hodnota počtu zaokrúhľuje smerom nahor, preto bol zvolený počet 4 slnečných kolektorov, ktoré by umožňovali pokrytie potreby ohrevu vody v priebehu 8 mesiacov (február - november) V mesiacoch november, december, január a február boli hodnoty počtu potrebných kolektorov vyššie ako je aritmetický priemer, preto v týchto

mesiacoch by kolektorové pole so štyrmi slnečnými kolektormi iba čiastočne pokrylo potrebu ohrevu teplej vody,, ak by bola zvolená varianta so štyrmi kolektormi rodinný dom by musel mať nainštalovaný za účelom doplnkového ohrevu vody napríklad kotol na plyn, tuhé palivo, resp. elektrický bojler.

Pre január by bolo potrebné z podporného zdroju doplatiť 1 500 SK za teplú vodu, pre február 300 Sk, pre november 1 400 Sk a v decembri by bolo potrebné doplatiť 1 700 Sk.

Podľa vyššie uvedených údajov bola kalkulovaná ekonomická návratnosť systému pre jednotlivé varianty počtu slnečných kolektorov. Pre názornosť uvádzame nasledovnú ukážku výpočtu:

Náklady pre zostavenie kolektorového systému so štyrmi kolektormi

C_k	Cena jedného kolektora	11 380 Sk bez DPH
C_s	Cena zariadenia / meranie regulácia , expanzná nádrž, zásobník teplej vody	51 914Sk bez DPH
C_m	Cena montážnych a inštalačných prác	25 000 Sk bez DPH
C_r	Cena záverečnej revízie systému:	3000 Sk bez DPH
P_k	Počet kolektorov	4

$$N_k = (P_k \cdot C_k) + C_s + C_m + C_r$$

$$N_k = (4 \cdot 11\,830) + 51\,914 + 25\,000 + 3000$$

$$N_k = 59\,150 + 79\,914$$

$$N_k = 127\,234 \text{ Sk bez DPH} = 151\,408 \text{ Sk s DPH}$$

Ročné náklady za ohrev vody pôvodným spôsobom

$$N_p = M_p \cdot m$$

$$N_p = 3000 \cdot 12$$

$$N_p = 36\,000 \text{ Sk}$$

M_p - mesačný poplatok	3000 Sk bez DPH
m - počet mesiacov v roku	12

Ročné ušetrené náklady na ohrev teplej vody pri použití solárneho systému po uplynutí doby návratnosti počiatkovej investície do solárneho systému

R_u	ročné ušetrené náklady	
N_p	náklady pôvodného spôsobu	36 000 Sk bez DPH
N_j	náklady potrebné k januáru	1 500 Sk bez DPH
N_f	náklady potrebné k februáru	300 Sk bez DPH
N_v	náklady potrebné k novembru	1 400 Sk bez DPH
N_d	náklady potrebné k decembru	1 700 Sk bez DPH
N_u	náklady potrebné k ročnej údržbe	1000 Sk bez DPH

$$R_u = N_p - (N_j + N_f + N_v + N_d + N_u)$$

$$R_u = 36\,000 - (1\,500 + 300 + 1\,400 + 1\,700 + 1\,000)$$

$$R_u = 36\,000 - 5\,900$$

$$R_u = 30\,100 \text{ Sk bez DPH}$$

Návratnosť systému pri 4 kolektoroch [rok]

$$N_s = \frac{N_k}{R_u}$$

$$N_s = \frac{151408}{30100}$$

$$N_s = 5,03$$

Z výpočtov vyplynulo, že návratnosť vložených prostriedkov do systému a teda jeho ekonomická efektívnosť nastane po 5 rokoch užívania ak by boli inštalované 4 kolektory na základe aritmetického priemeru s požadovaných počtov kolektorov na určitý mesiac v roku.

Výpočet návratnosti pre jednotlivé mesiace

Tab 4.7 Návratnosť systému pre jednotlivé mesiace

<i>mesiac</i>	<i>Počet inštalovaných kolektorov potrebných na pokrytie výroby teplej vody v mesiaci</i>	<i>Zaokrúhlený počet kolektorov (použitý počet)</i>	<i>Náklady na zostavenie kolektorového systému s DPH</i>	<i>Doba návratnosti systému pre jednotlivé mesiace v rokoch</i>
Január	8,099	9	221 797 Sk	6,25
Február	4,251	5	165 486 Sk	5,17
Marec	2,467	3	137 330 Sk	4,90
Apríl	1,990	2	123 253 Sk	5,14
Máj	1,602	2	123 253 Sk	5,14
Jún	1,455	2	123 253 Sk	5,14
Júl	1,346	2	123 253 Sk	5,14
August	1,473	2	123 253 Sk	5,14
September	1,762	2	123 253 Sk	5,14
Október	2,956	3	137 330 Sk	4,90
November	7,522	8	207 719 Sk	5,90
December	11,607	12	264 030 Sk	7,33
<i>Aritm priemer</i>	<i>3,877</i>	<i>4</i>	<i>156 100 Sk</i>	<i>5,44</i>

4.2 Fotovoltaika

Výpočet množstva elektrickej energie ktorú vyrobí 1 panel v oblasti Bratislavy pri optimálnom naklonení modulov.

$$E = I.e.S_c.n \text{ [kwh]}$$

Pre jeden deň v januári

$$E = 1,444.0,17.1,38.1$$

$$E = 0,33kWh$$

Pre celý január

$$E_j = E.Pd$$

$$E_j = 0,33.31$$

$$E_j = 10,23kWh$$

E	Elektrická energia
E _j	Elektrická energia pre január
Pd	Počet dní daného mesiaca
I	Intenzita slnečného žiarenia pre oblasť Bratislavy kWh/m ² .deň
e	Účinnosť celého systému pre systémy pripojené na sieť 0,17
S _c	Plocha jedného panela 1,38 m ²
n	počet dní prevádzky 1

Tab 5.1 Energia žiarenia pri optimálnom naklonení pre oblasť Bratislavy a množstvo vyrobenej energie

Mesiac	Počet dní mesačne [Pd]	Energia žiarenia pri optimálnom naklonení FV modulov (Wh/m ² /deň) (35°)	Množstvo energie vyrobenej jedným panelom počas jedného dňa v mesiaci [kWh]	Množstvo energie vyrobenej jedným panelom počas celého mesiaca [kWh]
Január	31	1444	0,33	10,23
Február	29	2331	0,54	15,66
Marec	31	3513	0,82	25,42
Apríl	30	4742	1,11	33,30
Máj	31	5326	1,24	38,44
Jún	30	5486	1,28	38,40
Júl	31	5754	1,35	41,85
August	31	5233	1,22	37,82
September	30	4399	1,03	30,90
Október	31	3190	0,74	22,94
November	30	1604	0,37	11,10
December	31	1029	0,24	7,44
Rok (priemer)		3678	0,85	26,125

Výpočet množstva potrebných panelov pre rodinný dom v okolí Bratislavy kde pôvodná denná spotreba elektrickej energie je stanovená na 15 kWh na deň

S_p - pôvodna spotreba = 15 kWh /deň = 0,625 kWh /hodinu = 450 kWh / mesiac

Pre deň v januári:

$$u = \frac{S_p}{E}$$

$$u = \frac{15}{0,33}$$

$$u = 45,45$$

Na priemerný deň v januári by sme potrebovali nainštalovať 46 FV panelov pre pokrytie priemernej spotreby elektrickej energie.

Tab. 5.2 Množstvo potrebných FV panelov pre jednotlivé mesiace

Mesiac	Množstvo potrebných panelov	Zaokruhlené množstvo panelov
<i>Január</i>	45,45	46
<i>Február</i>	27,78	28
<i>Marec</i>	18,29	19
<i>Apríl</i>	13,51	14
<i>Máj</i>	12,10	13
<i>Jún</i>	11,72	12
<i>Júl</i>	11,11	12
<i>August</i>	12,30	13
<i>September</i>	14,56	15
<i>Október</i>	20,27	21
<i>November</i>	40,54	41
<i>December</i>	62,50	63
<i>Priemer</i>	24,17	25

Mesačné náklady na elektrickú energiu získanú z verejnej elektrickej siete.

C_e - Cena za 1kWh elektrickej energie z elektrickej siete – 4 Sk ,

Pre január

$$C = C_e \cdot S_p \cdot P_d$$

$$C = 4 \cdot 15 \cdot 31$$

$$C = 1860 \text{ Sk}$$

Tab. 5.3 Cena za mesačnú elektrickú energiu odoberanú z elektrickej siete pri priemernom odbere 15 kWh za deň

Mesiac	Cena za elektrickú energiu v Sk
<i>Január</i>	1860
<i>Február</i>	1740
<i>Marec</i>	1860
<i>Apríl</i>	1800
<i>Máj</i>	1860
<i>Jún</i>	1800
<i>Júl</i>	1860
<i>August</i>	1860
<i>September</i>	1800
<i>Október</i>	1860
<i>November</i>	1800
<i>December</i>	1860
<i>spolu</i>	21960

Z výpočtov vyplynulo, že ročné náklady na elektrickú energiu odoberanú zo siete predstavujú 21 960 Sk s DPH

Cena fotovoltaiického systému pre jednotlivé mesiace

C_{fs} – Celková cena

C_p - Cena FV panela = 12 300 Sk s DPH

C_s – Cena fotovoltaiického systému = 122 977 Sk s DPH

P_p – Počet panelov

C_m – Cena montáže = 20 000 Sk s DPH

C_r – Cena revízie = 3 000 Sk s DPH

Pre január

$$C_{fs} = C_p \cdot P_p + C_s + C_m + C_r$$

$$C_{fs} = 12\,300.46 + 122\,977 + 20\,000 + 3\,000$$

$$C_{fs} = 711\,777 \text{ Sk s DPH}$$

Tab. 5.4 Cena solárneho systému pre počet panelov podľa jednotlivých mesiacov

Mesiac	Zaokrúhlené množstvo panelov	Cena celého systému [Sk s DPH]
<i>Január</i>	46	711 777
<i>Február</i>	28	490 377
<i>Marec</i>	19	379 677
<i>Apríl</i>	14	318 177
<i>Máj</i>	13	305 877
<i>Jún</i>	12	293 577
<i>Júl</i>	12	393 577
<i>August</i>	13	305 877
<i>September</i>	15	330 477
<i>Október</i>	21	404 277
<i>November</i>	41	650 277
<i>December</i>	63	920 877
<i>Priemer</i>	25	453 477

Návratnosť systému pre počet panelov v jednotlivých mesiacoch

N_d – Náklady na zakúpenie chýbajúcej elektrickej energie z elektrickej siete

N_s – Návratnosť systému

N_u – Usetrené náklady podľa tabuľky 5.3 pre jednotlivé mesiace

C_{fs} – Cena fotovoltaického systému pre jednotlivé mesiace

$$N_s = \frac{C_{fs}}{N_u - N_d}$$

Tab. 5.5 Návratnosť systému podľa počtu panelov v jednotlivých mesiacoch

Mesiac	Zaokrúhlené množstvo panelov	Cena celého systému [Sk s DPH]	Návratnosť systému podľa počtu FV panelov [rok]
<i>Január</i>	46	711 777	33,7
<i>Február</i>	28	490 377	24,5
<i>Marec</i>	19	379 677	20,0
<i>Apríl</i>	14	318 177	17,7
<i>Máj</i>	13	305 877	17,2
<i>Jún</i>	12	293 577	16,6
<i>Júl</i>	12	393 577	16,6
<i>August</i>	13	305 877	17,2
<i>September</i>	15	330 477	18,5
<i>Október</i>	21	404 277	21,5
<i>November</i>	41	650 277	31,3
<i>December</i>	63	920 877	41,9
<i>Priemer</i>	25	453 477	22,7

Je potrebné avšak podotknúť, že nie je do výpočtov zahrnutá možnosť predaja prebytočnej energie do verejnej elektrickej siete čo by malo za následok skrátenie doby návratnosti systému.

5 Diskusia

Dnešný stav energetiky prežíva prelom v chápaní tejto problematiky. Najnovšie technológie ukazujú smer post-industrializovanej spoločnosti novým smerom jednoduchého získavania energie prostredníctvom prírodných faktorov bez destrukčného zasahovania do zložitých ekosystémov prírody. Jednou z týchto technológií je i technológia založená na čerpaní energie prostredníctvom využitia slnečného žiarenia dopadajúceho na Zem. Potenciálne môže dopadajúce slnečné žiarenie niekoľko násobne pokryť dnešnú spotrebu elektrickej energie vo svete. Slnečná energia predstavuje alternatívu k dnešným klasickým spôsobom získavania energie založených hlavne na fosilných palivách. Je už zrejmé, že fosilné palivá nadmerne znečisťujú životné prostredie takou intenzitou, ktorá je už v budúcnosti nezlúčiteľná so životom na našej planéte pri súčasnom demografickom rozmachu a energetickej náročnosti populácie, ktorá sa neustále zvyšuje.

Správa Solar Generation, ktorú vypracovali Európska asociácia fotovoltaického priemyslu (European Photovoltaic Industry Association - EPIA) a organizácia Greenpeace analyzuje súčasný stav v oblasti vývoja nových solárnych technológií, konkrétneho energetického a ekonomického využitia slnečnej energie a legislatívy upravujúcej problematiku obnoviteľných zdrojov energie. Konštatuje, že rozvoj solárnej technológie a jej priame využitie na produkciu elektrickej energie prekročili optimistické predpoklady expertov publikované v rokoch 2000 - 2001. Nárast pritom zaznamenali odborníci vo všetkých oblastiach – vo vývoji, výrobe zariadení, i v priamej produkcii energie. Experti predpokladajú, že do roku 2020 by solárne fotovoltaické systémy mohli celosvetovo zásobovať elektrickou energiou približne miliardu ľudí. Predpoklad tiež je, že v roku 2020 bude solárny fotovoltaický priemysel poskytovať zamestnanie približne 2 miliónom ľudí

Slnečná energia predstavuje alternatívu fosilným palivám i na území Slovenska. Slnečná energia v našich podmienkach nepredstavuje taký potenciál ako pri krajinách bližšie položených k rovníku s väčším množstvom a intenzitou slnečných dní. Fotovoltaické systémy postačujú na niektoré drobné systémy ako je napríklad zdroj solárnej energie pri parkovacích automatoch či telefónnych búdkach, alebo na meteorologických stanicích ktoré su vzdialene od verejnej elektrickej siete. Použitie fotovoltaických panelov v našich podmienkach nie je natoľko efektívne aby sním mohli byť zásobované rodinné domy či ubytovne. Pri solárnych

kolektoroch avšak ekonomická efektívnosť najmä v južných oblastiach našej krajiny už dnes dosahuje dobré výsledky, ktoré sa budú novou technológiou zlepšovať. Priemerný rodinný dom na juhu Slovenska môže za použitia solárnych kolektorov byť efektívne zasobovaný teplou pitnou i úžitkovou vodou. Ekonomická návratnosť sa pri optimálnom nasadení počtu kolektorov pohybuje v rozmedzí 4 - 8 rokov čo je zrejmé z tabuľky č.4.7 pri 20 ročnej životnosti systému a stále sa zvyšujúcej cene teplej vody veľmi dobrý predpoklad na používanie slnečnej energie ako zdroja ohrevu vody.

Nové nariadenia a smernice Európskej únie, ktoré zlepšujú ekonomické podmienky využitia tohoto zdroja i na našom území budú naďalej pokračovať v nastolenom trende zvyšujúceho sa podielu využívania slnečnej energie ako jedného z obnoviteľných zdrojov energie.

6 Záver

Predkladaná bakalárska práca pojednáva o využití jedného z obnoviteľných zdrojov energie – slnečnej energie. Problematika využitia slnečnej energie je v dnešnej dobe aktuálnym problémom keďže neustále rastie dopyt po energii vo svete. Slnečná energia predstavuje ekologickú, ale i ekonomicko efektívnu alternatívu hlavne v oblastiach s väčším počtom slnečných dní. Táto práca sa snaží prezentovať výhody a nevýhody využitia slnečnej energie formou slnečných fotovoltaických panelov a slnečných kolektorov z pohľadu environmentálneho manažmentu. Práca pojednáva o možnosti zásobovania teplou vodou prostredníctvom slnečných kolektorov, ktorá sa ukázala v našich zemepisných šírkach ako efektívna alternatíva ku klasickému zasobovaniu teplou vodou z verejnej siete. Efektívnosť použitia fotovoltaických panelov nie je podľa prezentovaných výsledkov dostatočne efektívna pri použití v rodinných domoch ako spôsob zasobovania elektrickou energiou počas celého roka, nakoľko náklady na fotovoltaický systém sú neúmerne vysoké. Pri menšom nasadení fotovoltaických panelov, ktoré nepokryjú spotrebu elektrickej energie po celý rok je možné doceliť ekonomickú vyrovnanosť nákladov systému. Perspektívnejším sa však ešte javí použitie fotovoltaických panelov u menších zariadení ako sú automaty, telefónne búdky a pod, kde je možné použiť ekonomicky menej náročnú technológiu.

Solárna energetika prežíva neustály rozvoj v technologickom prevedení a tak je zrejmé, že efektívnosť a ekonomická návratnosť systémov sa bude podľa nastoleného tempa naďalej zvyšovať a jej podiel vo využití ako jedného zo zdrojov získavania energie bude do budúcnosti narastať.

7 Použitá literatúra

- 1.) ŠENITKOVÁ I., EŠTOKOVÁ A., Zdroje energie a environmentálna zataž, Acta Montanistica Slovaca Ročník 7, 2002
- 2.) Energetické centrum Bratislava, Možnosti využívania slnečnej energie, 2006
- 3.) CSÁKY P., Prejav podpredsedu vlády SR na medzinárodnom energetickom kongrese ENKO Bratislava, 2006
- 4.) Energetika a prírodné zdroje. [online], [cit.:2008] dostupné na internete: <http://ec.europa.eu/>, [cit.:2008]
- 5.) Trvalo udržateľný rozvoj. [online], [cit.:2008], dostupné na internete: <http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/VZDUCH/Vzduch03.htm>
- 6.) HORÁK, M., KRUPA, I.: Porovnanie palív z ekonomického a ekologického hľadiska. TZB Haus Technik, 2, 1999,
- 7.) LULKOVÍČOVÁ, O.: Moderné technológie spaľovania ušľachtilých palív. TZB Haus Technik, 2, 1999
- 8.) PERINA, F: Jaderná energetika a životní prostředí. Praha ČEZ, 1987.
- 9.) LÍŠKA, P., Hlavné výsledky bezpečnostných analýz pre JE V1 po rekonštrukcii. Energia budúcnosti, 7, Bratislava, 2001
- 10.) Spotreba energie - Ekológia - Rezervy fosilných palív. [online], [cit.:2008], dostupné na internete: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/slnko/slnko.html>
- 11.) HALAHYJA M., VALÁŠEK J., Solárna energia a jej využitie, vydavateľstvo Alfa, 1983
- 12.) http://www2.epia.org/04Media/Pictures_new.asp (URL 1)
- 13.) <http://images.google.sk> (URL 2)
- 14.) <http://www.slnečnaenergia.sk> (URL 3)