

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

VYUŽITELNÁ BILANCE SLUNEČNÍ ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ
UŽITKOVÉ VODY
V RODINNÝCH DOMECH JIHOMORAVSKÉHO KRAJE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

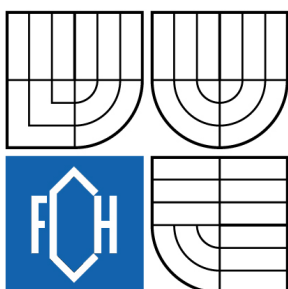
AUTHOR

ZUZANA DOBEŠOVÁ

BRNO 2008



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

VYUŽITELNÁ BILANCE SLUNEČNÍ ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY V RODINNÝCH DOMECH JIHOMORAVSKÉHO KRAJE

UTILIZABLE SOLAR ENERGY BALANCE FOR PREPARATION DOMESTIC HOT WATER
IN FAMILY HOUSES, AREA - SOUTH MORAVIA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

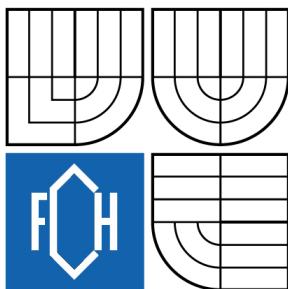
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ZUZANA DOBEŠOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JOSEF KOTLÍK, CSc.

BRNO 2008



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

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce

FCH-BAK0212/2007

Akademický rok: **2007/2008**

Ústav

Ústav chemie a technologie ochrany životního prostředí

Student(ka)

Dobešová Zuzana

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:

Využitelná bilance sluneční energie pro přípravu teplé užitkové vody
v rodinných domech Jihomoravského kraje

Zadání bakalářské práce:

Provést analýzu bilance sluneční energie pro přípravu teplé užitkové vody v rodinných domech konkrétní lokality (do 5000 obyvatel) Jihomoravského kraje. Pokusit se z výsledků analýzy dedukovat potencionální a reálné možnosti Jihomoravského kraje v návaznosti na územně energetickou koncepci rozvoje kraje.

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.5.2008

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

Zuzana Dobešová
student(ka)

Ing. Josef Kotlík, CSc.
Vedoucí práce

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2007

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na analýzu bilance sluneční energie pro přípravu TUV v rodinných domech Vacenovice a Vracov v JmK. Práce analyzuje potencionální a reálné možnosti lokality a JmK v návaznosti na územně energetickou koncepci rozvoje kraje.

ABSTRACT

This thesis deals with analyses of solar energy balance for hot water preparation in family houses Vacenovice and Vracov in the South Moravian Region. Analyses potential and real possibilities of this region and the South Moravian Region in cooperation with the Territorial energy conception of region development.

KLÍČOVÁ SLOVA

obnovitelné zdroje energie (OZE), solární (sluneční) energie, sluneční kolektory, teplá užitková voda (TUV), Vacenovice, Vracov

KEYWORDS

renewable energy resources, solar energy, solar collector, hot water, Vacenovice, Vracov

DOBEŠOVÁ, Z. *Využitelná bilance sluneční energie pro přípravu teplé užitkové vody v rodinných domech Jihomoravského kraje*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 45 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.

.....
podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Josefu Kotlíkovi, CSc. za cenné odborné rady a ochotnou pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

1 OBSAH

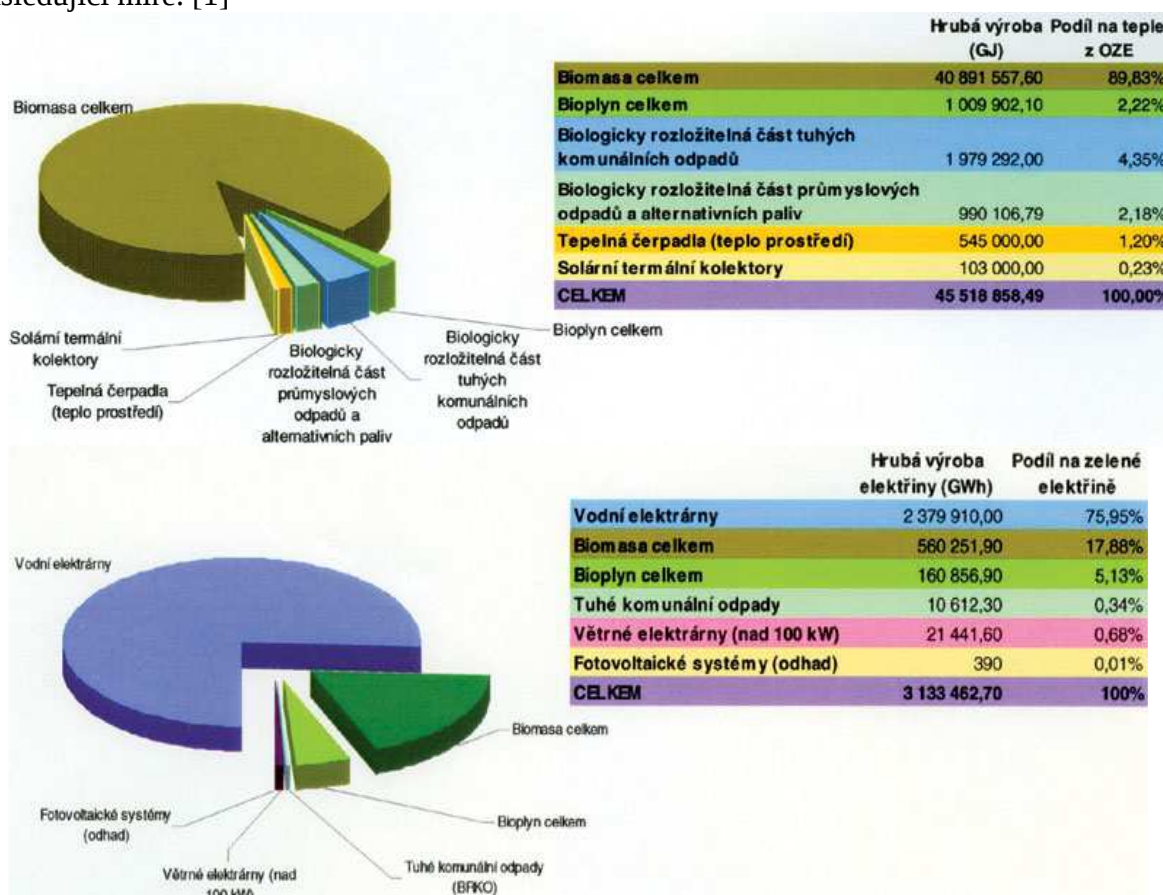
1	OBSAH.....	5
2	ÚVOD	6
3	CÍL PRÁCE	6
4	TEORETICKÁ ČÁST	7
4.1	Charakteristika sluneční energie	7
4.1.1	Sluneční záření	7
4.1.1.1	Globální záření.....	8
4.1.1.2	Albedo efekt	8
4.2	Způsoby využití sluneční energie	9
4.2.1	Aktivní využití sluneční energie	9
4.2.2	Pasivní využití sluneční energie	9
4.3	Součásti zařízení TUV	9
4.3.1	Solární kolektor	10
4.3.1.1	Umístění kolektoru	10
4.3.1.2	Konstrukce kolektoru.....	12
4.3.1.3	Některé typy kolektorů.....	13
4.3.1.4	Požadavky na současné sluneční kolektory.....	15
4.3.2	Teplonosné médium	15
4.3.2.1	Kapalné teplonosná médium	15
4.3.3	Potrubí - solární rozvod.....	16
4.3.4	Čerpadlová jednotka.....	17
4.3.5	Solární zásobník	17
4.3.5.1	Solární výměník tepla	19
4.3.5.2	Expanzní nádoba- expanzomat.....	19
4.3.6	Kontrolní a bezpečnostní armatury	19
4.3.7	Automatická regulace systému.....	19
4.4	Způsob fungování (TUV).....	20
4.4.1	Rozdělení podle způsobu oběhu teplonosného média.....	20
4.4.2	Rozdělení podle počtu okruhů.....	20
4.4.3	Rozdělení podle rychlosti toku teplonosného média.....	21
4.5	Údržba systému TUV	21
4.6	Výhody využívání solární energie na ohřev TUV	22
4.7	Nevýhody využívání solární energie na ohřev TUV	22
4.8	Podpora využití sluneční energie MŽP	22
4.9	Sluneční energie v ČR	22
4.9.1	Využitelnost solární energie v JmK	22
5	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	25
5.1	Metoda výzkumu	25
5.2	Základní informace o vybraných obcích (Vacenovice , Vracov)	25
5.2.1	Vybrané lokality v obci Vacenovice	26
5.2.2	Vybrané lokality ve městě Vracov	35
6	VÝSLEDKY A DISKUSE	41
7	ZÁVĚR.....	42
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	43
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	45

2 ÚVOD

Již od pradávna lidé ke svému životu potřebovali jakýkoli zdroj energie. Vlivem technologického pokroku se dnes s velkou převahou využívá fosilních paliv, především černého a hnědého uhlí, ropy či zemního plynu. Jejich zdroje však nejsou nevyčerpatelné. Na ukládání fosilních paliv bylo potřeba milióny let, avšak lidem se podařilo během posledních sto let jejich zásoby natolik snížit, že se problémy s jejich množstvím a cenami mohou projevit již v první polovině tohoto století. Proto se nabízí otázka, jakým způsobem tyto zdroje nahradit.

Na scénu se tedy stále rychleji dostávají zdroje energie pocházející přímo z přírody. Neustále se obnovující zdroje energie (OZE), které jsou v podstatě nevyčerpatelné, jsou nazývány alternativní zdroje energie. Tím se rozumí energie pocházející z větru, vody, Slunce, nitra Země a biomasy. Jejich nespornou výhodou je, že pracují v podstatě zadarmo a nemají negativní vliv na životní prostředí. Tím se významně liší od fosilních paliv, během jejichž spalování se uvolňují nebezpečné oxidy dusíku a uhlíku mající blahodárný vliv na skleníkový efekt, který ohrožuje naši planetu.

V České republice se využívají OZE jak k výrobě elektřiny, tak k výrobě tepla v následující míře. [1]



Obr. 1, 2: Podíl jednotlivých zdrojů OZE na výrobě energie

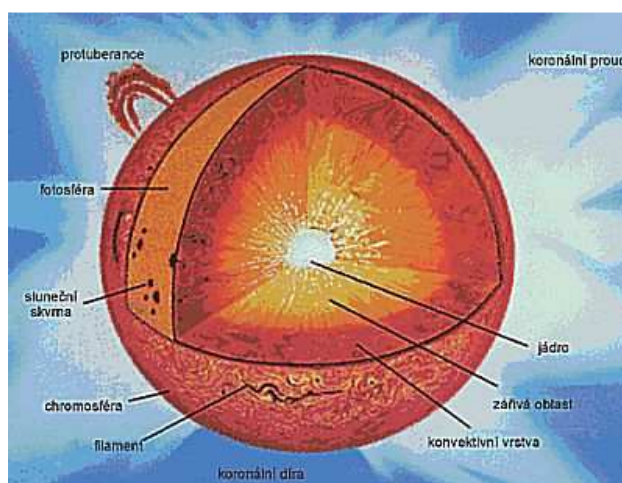
3 CÍL PRÁCE

Provést analýzu bilance sluneční energie pro přípravu teplé užitkové vody v rodinných domech konkrétní lokality (do 5000 obyvatel) Jihomoravského kraje. Pokusit se z výsledků analýzy dedukovat potencionální a reálné možnosti Jihomoravského kraje v návaznosti na územně energetickou koncepci rozvoje kraje.

4 TEORETICKÁ ČÁST

4.1 Charakteristika sluneční energie

Slunce je největší hvězdou našeho planetárního systému. Jeho energie je Zemí využívána již asi 4,6 mld. let, přičemž se předpokládá, že minimální záruční doba sluneční energie ještě čítá několik miliard let. Veškerá tepelná energie vzniká v jádru. Dochází zde k procesu jaderné syntézy, kdy se vodík velmi pomalu přeměňuje na helium, přičemž spotřeba vodíku je asi 700 milionů tun za sekundu. Důsledkem této termonukleární reakce je velmi vysoká teplota na povrchu Slunce, běžně dosahující kolem 5700 K. Z povrchu Slunce se energie dostává k Zemi prostřednictvím slunečního elektromagnetického záření. [2]

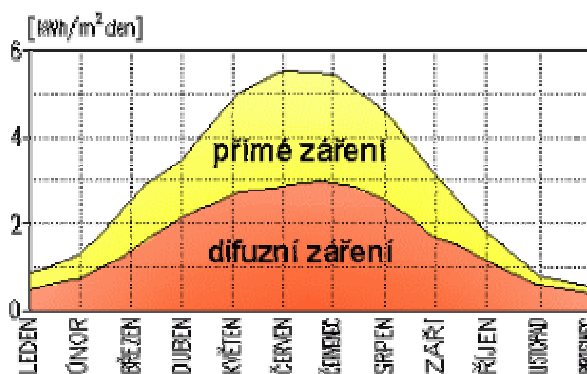


Obr.3: Stavba Slunce

4.1.1 Sluneční záření

Záření, které dopadá na zemský povrch, rozdělujeme na přímé a difúzní. **Přímé sluneční záření** dopadá na rovinnou plochu Země přímo, je to vlastně svazek rovnoběžných slunečních paprsků. Toto záření vnímáme jako přímý sluneční svit, jenž vrhá ostré stíny.

Difúzní záření dopadá na povrch Země všesměrně. Je způsobeno rozptylem a odrazem na molekulách přítomných ve vzduchu, vodních kapkách, ledových krystalcích a na různých aerosolových částicích v plynném obalu Země. Jelikož efektivita molekulárního rozptylu je nejúčinnější při vlnových délkách kolem 400 nm, což odpovídá modrému světlu, obloha se nám jeví jako modrá. Dopad difúzního záření na plochu je tedy všesměrný, vnímáme jej jako všudypřítomné světlo kolem nás.[3]



Obr. 4: Podíl jednotlivých složek záření během roku

4.1.1.1 Globální záření

Součet obou záření je nazýván globálním zářením. Podíl jednotlivých složek se však mění se změnami ročních období. V létě tvoří difúzní záření asi 50 % globálního záření, v zimě je tento podíl ještě větší, jelikož bývá častěji zataženo.[4] Omezujícím faktorem záření je znečištění atmosféry, kvůli němuž může intenzita záření poklesnout až o 5-15 %.[5]

Tabulka č.1: Výkony zářivé energie a podíl difúzního záření při různých podmínkách[3]

	globální záření $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	difúzní podíl (%)
modré nebe	800-1000	10
zamlžené nebe	600-900	až 50
mlhavý podzimní den	100-300	100
zamračený zimní den	50	100
celoroční průměr	600	50-60

Tabulka č.2: Výkony zářivé energie během roku a podíl dané energie k celému roku[6]

období	energie globálního záření $\left(\frac{kWh}{m^2}\right)$	podíl vůči celému roku (%)
leden	22	2,04
únor	36	3,33
březen	83	7,68
duben	117	10,82
květen	150	13,88
červen	167	15,45
červenec	167	15,45
srpen	139	12,86
září	100	9,25
říjen	56	5,18
listopad	25	2,31
prosinec	19	1,75
celý rok	1081	100

4.1.1.2 Albedo efekt

Albedo je poměr odraženého elektromagnetického záření a dopadajícího záření na plochu tělesa, charakterizuje tedy jeho míru odrazivosti. Závisí na vlnové délce, úhlu dopadu přímého záření a na vlastnostech povrchu, např. na barvě, vlhkosti, struktuře apod. Albedo se vyjadřuje v procentech, průměrné albedo Země se pohybuje kolem 29-34%.[7]

4.2 Způsoby využití sluneční energie

Slunce dodává Zemi neustále obrovské množství energie, v průměru $1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. [2] Proto se nabízí otázka, jakým způsobem co největší množství této energie využít a solární energii, jakožto jeden z významných alternativních zdrojů energie, v budoucnu co nejvíce používat. Využít sluneční energii můžeme jak aktivně, tak pasivně.

Nejčastěji se sluneční energie využívá k přeměně na energii elektrickou nebo k přímé výrobě tepla, např. na ohřev užitkové vody v domácnostech či v bazénech. Takto získanou energii lze také použít jak k teplovodnímu či teplovzdušnému vytápění budov, tak k jejich chlazení. [5]

Méně známé jsou ale také přeměny sluneční energie na chemickou energii, např. k reakci rozkladu vody na kyslík a vodík nebo na energii mechanickou, kterou poté využívají automobily, letadla či sluneční pumpy. V praxi se solární energie využívá k temperování výrobních a skladových hal, k solárnímu vaření, sušení potravin, popř. sena nebo k destilaci (odsolování mořské vody a příprava pitné vody). [3]

4.2.1 Aktivní využití sluneční energie

Sluneční energii se aktivně využívá s pomocí různých technických zařízení, např. solárních kolektorů nebo jiných prvků topné soustavy. Tuto soustavu, která slouží k přeměně sluneční energie na jinou formu energie, nazýváme solární systém. Teplo získané solárním systémem však můžeme využívat i v noci či při neslunečných dnech.

Aktivní přeměna energie může být dvojitá. Energii slunečního záření můžeme přeměnit přímo na teplo pomocí kolektorů vzduchových či kapalinových nebo z ní lze získat energii elektrickou, k čemuž jsou vyráběny fotovoltaické články. [8]

4.2.2 Pasivní využití sluneční energie

Problematickou pasivního využívání energie Slunce se zabývá tzv. solární architektura. Je to věda, která se snaží rodinné domy a jiné objekty navrhovat tak, aby k vytápění prostor dokázaly využívat co nejvíce energie ze slunečního záření bez jakýchkoli dalších zařízení..

Teplo Slunce přichází do objektu hlavně z jižně orientovaných stěn a střechy. Tomu se přizpůsobuje i tvar, rozměr a umístění budovy v terénu. Nejčastěji využívaným materiálem pro jižní stěny je tedy sklo. Skleněné stěny pak ohřívají vnitřní vzduch, který okamžitě vytápí místnost. Takto navržený dům se nazývá sluneční dům. Sluneční domy však musí být doplněny o systém aktivní využívající sluneční energii. Takovým způsobem jsou také konstruovány skleníky v zahradách. [8]

4.3 Součásti zařízení TUV

Jedním z nejčastěji využívaným způsobem využití sluneční energie je k ohřívání pitné i užitkové vody v domácnostech. Teplá užitková voda se uplatňuje v pračkách, myčkách, v topných tělesech apod.. Poslední dobou se velmi často pomocí kolektorů zvyšuje teplota vody v rodinných i veřejných tepelně izolovaných bazénech.

Praktické zkušenosti potvrdily, že při dobře fungujícím systému lze ušetřit až 75 % nákladů na přípravu TUV, přičemž pracují až s 80% účinností a jejich životnost se pohybuje kolem 30 let. [15]

4.3.1 Solární kolektor

Solární kolektor je zařízení, které realizuje přímou přeměnu sluneční energie na tepelnou energii absorpcí záření jeho plochou. Nabyté teplo je následně shromažďováno (akumulováno), aby následně bylo odváděno do místa využití. V případě ohřevu vody v bazénu však kolektor absorbované teplo neshromažďuje, ale odvádí ihned rozvodnými trubkami. Název kolektor v podstatě nemá český ekvivalent, je to slovo pocházející z anglického slovesa „collect“, což je v překladu sbírat, shromáždit. V češtině by se tedy dalo hovořit o tzv. sběrači, popř. jímači energie.[8]

4.3.1.1 Umístění kolektoru

Hlavní funkcí kolektoru je pohlcovat (absorbovat) sluneční záření. Kolektor musí být natočen ke Slunci tak, aby celá jeho plocha byla co nejvíce využita. Jelikož toto zařízení bývá většinou nepohyblivé, je vždy nejdůležitější správně určit jeho orientaci a sklon vůči záření. Umístění kolektoru je voleno takovým způsobem, aby fungoval co nejefektivněji. Svě místo tedy nachází na střechách, stěnách budov, zábradlích, plotech nebo na volném terénu.

Možnosti umístění kolektoru:

- střešní vestavěný kolektor
- nástavbový kolektor
- fasádní kolektor
- volný kolektor (rovné střechy)

4.3.1.1.1 Orientace kolektoru

Nejefektivnější natočení kolektoru je směrem k jihu (účinnost 100 %) či jihozápadu (účinnost 95 %), čímž je nejlépe využito slunečního záření. Maximální přípustná odchylka od tohoto směru činí 8-15 °.

Orientací kolektoru na východ či západ klesá účinnost až na 75 %. Umístění kolektoru k jihozápadu zaručuje lepší využití sluneční energie zapadajícího Slunce.

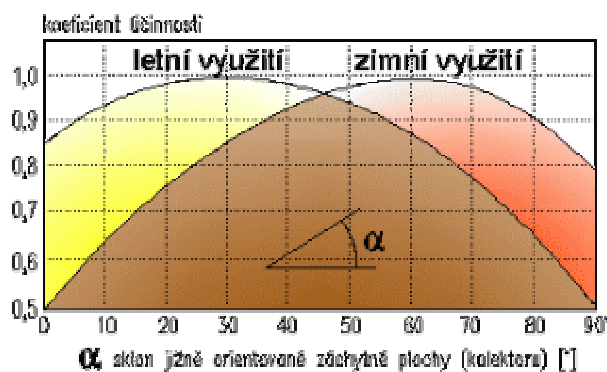
Intenzita záření dosahuje maxima kolem 14. hodiny. Je však velmi důležité při instalaci věnovat pozornost okolí objektu, jelikož může docházet k zastínění kolektoru okolními budovami, stromy apod., což je nežádoucí. [9]

Tabulka č.3: Typická denní nabídka záření v ČR na jižně orientované kolektory[10]

	jasno	oblačno
léto	7–8 kWh/m ²	2 kWh/m ²
předjaří/podzim	5 kWh/m ²	1,2 kWh/m ²
zima	3 kWh/m ²	0,3 kWh/m ²

4.3.1.1.2 Sklon kolektoru

Úhel sklonu kolektoru významně ovlivňuje množství absorbované sluneční energie. V ideálním případě by po celý den mělo sluneční záření dopadat na plochu kolektoru kolmo, to je však v praxi nemožné. Řešením by mohlo být otáčení kolektoru, což je ale nepraktické a nákladné, tudíž se neprovádí.



Obr. 5: Účinnost kolektoru v závislosti na jeho sklonu vůči Slunci

Při celoročním provozu je tedy v našich zeměpisných šířkách ideální sklon kolektoru $\alpha = 40-60^\circ$. Jde o kompromisní řešení, jelikož v létě i v zimě se ideální sklon kolektoru liší. V letním období se Slunce nachází vysoko nad obzorem, tudíž se optimální sklon pohybuje mezi $\alpha = 20-30^\circ$. V zimním období se Slunce naopak pohybuje velmi nízko, proto je ideální sklon větší, kolem $\alpha = 60^\circ$.

Odchyly od dokonalého sklonu kolektoru lze vykompenzovat ekonomicky výhodnějším zvětšením jeho plochy.[4]

4.3.1.1.3 Instalace kolektoru

Nejlepší místo pro montáž kolektoru je z hlediska náročnosti instalace šikmá střecha budovy. Rozměry kolektorů bývají přizpůsobeny rozměrům střešní krytiny, proto není potřeba řezání tašek. Nejvhodnějším místem střechy pro kolektor je poblíž hřebene, kde se eliminuje doba zastínění a rychleji odtává sníh.

V případě rovné střechy a jiných umístění je realizace komplikovanější, je potřeba použít podstavce, čímž se náklady zvyšují.

4.3.1.1.4 Uchycení kolektoru

Upevňovací konstrukcí pod nosným rámem se nastavuje úhel a orientace kolektoru. Spojením rámců se pak vytvoří nosník pro požadovaný počet kolektorů.

Určení typu nosníku je závislé na typu střechy. U klasické sedlové střechy se používá nosník ve tvaru H, na ploché střechy se instalují nosníky ve tvaru A. Upevňovací konstrukce a nosné rámy jsou ocelové, žárově zinkované.[11]

4.3.1.1.5 Výběr plochy a počtu kolektorů

Celková plocha a počet kolektorů se volí takovým způsobem, aby solární systém byl schopen prostřednictvím teplotnosného média ohřát tolik vody, kolik daný uživatel vyžaduje.

Tabulka č.4: Dimenzování solárních zařízení pro ohřev vody[11]

denní spotřeba vody(l)	plocha low-tech kolektoru m ²	plocha hi-tech kolektoru m ²
100-200	6-8	5-6
200-300	8-11	6-8
300-500	12-15	9-12

4.3.1.2 Konstrukce kolektoru



Obr. 6: Kolektor[19]

4.3.1.2.1 Solární sklo

Sluneční záření prochází do absorberu přes speciální solární sklo. Jeho hlavní význam spočívá v tom, že svými parametry ovlivňuje velikosti ztrát tepelné energie, a to odrazem či prostupem záření. Solární sklo je bezbarvé, kalené, nesmí obsahovat stopy železa a má nízkou pohltivost slunečního záření (okolo 8 %). Jeho tloušťka je 4 mm nebo 5 mm. Požadavky na kvalitu této vrstvy a materiály, z nichž je vyrobeno, jsou velmi vysoké, neboť solární sklo musí vzdorovat všem přírodním podmínkám. Obecně platí, že by mělo být schopno odolat i kroupám. Nejnáchylnější je vůči ostrým a těžkým, rychle letícím předmětům.[12]

4.3.1.2.2 Absorbér – sluneční tepelný jímač

Absorbér je hlavním konstrukčním prvkem každého termického kolektoru. Může být deskovitý či trubicovitý, podle potřeby uživatele. Solární záření, které prochází sklem, dopadá na plochu absorberu, kde dochází k přeměně sluneční energie na tepelnou energii (dlouhovlnné záření). Absorbér bývá vyroben z hliníku nebo mědi. Skládá se ze solárních lamel různé konstrukce nebo je vyroben z jednoho kusu plechu a je celoplošný, velmi často celoměděný. Na jeho zadní stěně jsou připájeny nebo nalisovány měděné trubice, kterými se odvádí teplo teplonosným médiem.[12]

4.3.1.2.2.1 Selektivní vrstva (hi-tech kolektor)

Při dopadu na absorbér je záření pohlcováno jeho povrchovou (selektivní) vrstvou. Z toho důvodu je materiál selektivní vrstvy stěžejní, neboť je určujícím faktorem pro výkonnost kolektoru. Tato vrstva vzniká galvanickým pokovením nosného materiálu lamely s různými přísadami, čímž se zbarvuje od hnědé barvy po černou.

Hlavní funkcí selektivní spektrální vrstvy je pohlcovat sluneční záření a to až z 96 %. Nespornou výhodou je, že tato vrstva pohlcuje záření nejen přímé, ale i difúzní, které často převládá. Navíc získané teplo vyzařuje zpět pouze minimálně.[12]

4.3.1.2.2.2 Neselektivní vrstva (low-tech kolektor)

V praxi se aplikuje na absorbéry také vrstva, která je neselektivní. Vzniká pouhým nátěrem absorbérů černou barvou, která má nejvyšší schopnost absorpce. Její hlavní nevýhoda spočívá v tom, že pohlcuje pouze přímé záření, tudíž je využitelná v našich podmínkách pouze v sezóně v letních měsících.

4.3.1.2.2.3 Trubkový registr absorbérů

Trubkový registr je součástí absorbérů. Dochází zde k cirkulaci a ohřevu solární kapaliny. Rozlišujeme 3 typy těchto zařízení:

- U- registr
- T-registr
- meandrovitý registr (Cu)

Velmi důležité je zapojení trubkového registru k absorbérům, neboť zde dochází k přenosu tepelné energie do teplotnosné kapaliny, která se v registru ohřívá. V případě lamelovitého charakteru absorbérů bývá registr připevněn nalisováním, přitlačení pružnými spojkami, přivařením pomocí laseru či vysokofrekvenčním pájením, případně je trubka lamelou opláštěná. U celoplošných absorbérů je připojení zprostředkováno speciální pájkou. Bez rozdílu připojení k absorbérům má každý registr vstupní a výstupní potrubí vyrobené z mědi zakončené holými nebo přírubovými vývody.[12]

4.3.1.2.3 Skříň kolektoru

Skříň je ryze praktický prvek kolektoru, jeho funkcí je ochrana absorbérů a dalších prvků, které jsou v ní uloženy. Musí vykazovat dostatečnou pevnost, aby dokázala odolat veškerým nepříznivým přírodním podmínkám a zajistila spolehlivé uchycení na střechu nebo stěnu budovy. Nejčastěji se vyrábí z dřeva, které je vhodné pro svou prodyšnost, ale také z kovu nebo plastu.

4.3.1.2.4 Tepelná izolace

Izolace je nepostradatelná součást kolektoru, jelikož při její absenci by unikalo veškeré pohlcené teplo mimo systém. Musí být velmi odolná vůči vysokým teplotám (do 150- 200 °C) a okolní vlhkosti. Nejčastěji se používá minerální izolace potažená hliníkem, silná 20 mm (venkovní prostory), 19 mm (domovní prostory netopené) nebo 13 mm (ostatní domovní prostory).[12]

4.3.1.3 Některé typy kolektorů

Kolektory rozdělujeme podle teplotnosného média (kapalinové, vzduchové-vakuové, kombinované) či podle tvaru (ploché, trubicovité).

Tabulka č.5: Energetický zisk základních typů kolektorů[9]

typ kolektoru	energetický zisk za rok [kWh · m ⁻²]
plochý „low-tech“ kolektor	250-400
plochý „hi-tech“ kolektor	320-530
vakuový trubicový kolektor	400-890

4.3.1.3.1 Ploché zasklené sluneční kolektory

Ploché zasklené kolektory jsou dnes nejběžněji používaným typem kolektorů. Povrchová vrstva absorberu je vysoce selektivní, čímž dosahuje vysoké účinnosti (okolo 80 %) při celoročním provozu. Základem plochého kolektoru je celistvě vyhlisovaná vana vyrobená z nekorodujícího materiálu Al-Mg, ve které se nachází trubkový meandr naplněn nemrznoucí směsí, a minerální izolační hmota. Selektivní vrstva tvořící povrch absorberu je vyrobena z oxidu hlinitého pigmentovaným koloidním niklem. Tato vrstva je chráněna speciálním borosilikátovým kaleným sklem. Všechny části kolektoru jsou zalisovány do zasklívacího rámu z nekorodujícího hliníku. Ploché kolektory bývají paralelně spojovány pomocí přírub nebo pájenými měděnými trubkami v maximálním počtu 10.

Předností tohoto typu kolektorů je jejich výhodný celoroční provoz z hlediska ekonomiky, variabilita při volbě místa, univerzálnost vůči všem typům solárních systémů a jejich oblíbený design u uživatelů. Jejich životnost se pohybuje mezi 25-30 lety.[14]

4.3.1.3.2 Ploché zasklené sluneční kolektory- vakuové

Ploché zasklené vakuové kolektory se vzhledem ani strukturou nijak neliší od těch nevakuových. Jejich účinnost je však i při neslunečném počasí vyšší díky vakuu, které nahrazuje prostor pro tepelnou izolaci. Vzhledem k výborným izolačním schopnostem vakua se výrazně zmenšují tepelné ztráty kolektoru. Úroveň vakua se však po čase snižuje vlivem pronikajících molekul vzduchu, což se řeší jeho servisním obnovením. Nesporná izolační přednost tohoto typu se odráží v ceně, která je oproti tomu klasickému dvojnásobná.

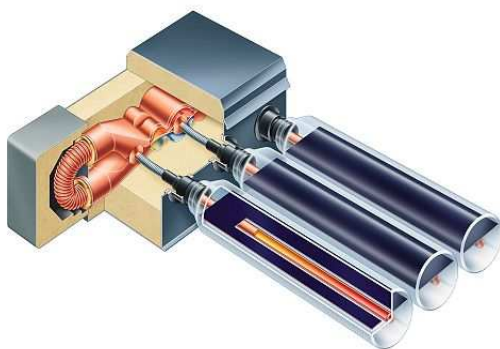
Jelikož vakuové ploché kolektory vykazují vysoký energetický zisk i v oblastech přímého, ale i difúzního záření, využívají se v systémech, kdy je požadovaná teplota ohřáté užitkové vody vyšší než 80 °C, tedy např. v průmyslových provozech.[14]

4.3.1.3.3 Trubicové vakuové kolektory

Dalším typem vakuových kolektorů jsou kolektory trubicové. Základem jsou velké skleněné válcovité trubky, v nichž jsou instalovány menší tepelné trubky („heat-pipe“). Prostor mezi nimi je vyplněn vakuem, které má výborné izolační schopnosti.

Tepelné trubky plní funkci absorberu a jsou vyrobeny z mědi s malým obsahem teplotnosné kapaliny, která je teplem odpařována, čímž je z absorberu odebíráno teplo. Páry kapaliny na bázi alkoholu stoupají k horní části trubice, kde kondenzují. Kondenzací předávají své teplo okolo proudící nemrznoucí kapaliny, přičemž kondenzát stéká zpět na dno trubice.

Výhodou vakuových trubicových kolektorů je jejich tvar. Díky němu je umožněna absorpce záření i při neoptimální orientaci kolektoru nebo při východu a západu Slunce, což se odráží také v ceně (jsou až o polovinu dražší než vakuové ploché kolektory).[14]



Obr. 7: Konstruktivní jednotka vakuového trubicového kolektoru

4.3.1.3.4 Koncentrační kolektory na bázi lineární Fresnelovy čočky

Koncentrační kolektor na bázi lineární Fresnelovy čočky (LFC) je víceúčelové zařízení, které využívá sluneční záření jak aktivně, tak pasivně. Základem kolektoru je lineární skleněná čočka, která je osazena do hliníkových nebo dřevěných rámců. Čočka soustřeďuje přímé sluneční záření do lineárního ohniska, které se nachází v místě hliníkového absorbéru, vyvlořkovaném měděnou trubicí. Zde se koncentrované záření přeměňuje na teplo. Jelikož směr paprsků přímého záření není během dne stejný, pohybuje se také ohnisko čočky. Proto musí svou polohu měnit i absorbér. Tento proces je řízen elektronicky.

Koncentrační kolektory neplní jen funkci jímáče tepla- jelikož paprsky Slunce prochází průsvitným střešním pláštěm, dochází tím i k osvětlení prostoru. Přímé záření je poté koncentrováno čočkou a následně jímáno absorbérem a ve formě tepla odváděno teplotnosnou kapalinou. Tímto způsobem se použije ihned až 60 % tepla z globálního záření, zbylých 40 % tepla v sobě nese difúzní záření, které je rovnoměrně rozptýleno do prostoru. V důsledku tohoto procesu má koncentrační kolektor také klimatizační funkci.

Nejčastější použití tento typ nachází v krytých bazénech, kdy je požadavek jak na prosvětlený prostor, tak na výrobu tepelné energie. [14]

4.3.1.4 Požadavky na současné sluneční kolektory

- vysoký výkon a stupeň účinnosti
- dlouhá životnost s trvale vysokým výkonem (30-40 let)
- estetická integrace do budov (vyhovující rozměry)
- jednoduchá a rychlá montáž, volné umístění
- jeden systém pro každou oblast použití
- spolehlivý výrobce s dlouhodobou zkušeností v oblasti solární techniky

4.3.2 Teplotnosné médium

Médium, kterým se teplo rozvádí z místa zdroje (kolektoru) do místa spotřeby (zásobník), je teplotnosná kapalina, plyn (vzduch) či vzácně pevná látka (sytký písek).

Teplotnosná látka musí splňovat řadu kritérií:[15]

- nízký bod tuhnutí (-25) – (-30) °C
- vhodné fyzikální vlastnosti (viskozita, tepelná kapacita) co nejvíce podobné vodě
- nehořlavost
- ochrana proti korozi
- snášitelnost s těsnícími materiály
- netoxická, biologicky rozložitelná
- dlouhodobá stálost vlastností, teplotní odolnost
- cenová dostupnost

4.3.2.1 Kapalně teplotnosné médium

Kapalným teplotnosným médiem může být voda, glykolové nemrznoucí směsi, alkoholy nebo silikonové oleje.

Z hlediska fyzikálních vlastností, ekonomické dostupnosti, netoxicity a nehořlavosti je ideální kapalinou **voda**. Její velkou nevýhodou však je, že její bod varu je nízký a bod tání vysoký. Z toho důvodu ji lze používat pouze v měsících, kdy teplota neklesá k bodu mrazu. Voda také může způsobovat korozi, tomu by se však dalo zamezit udržováním jejího pH na

stupni 7. Zcela nevhodná je voda tvrdá, která způsobuje usazeniny v částech systému. V případě použití vody nelze vyloučit přítomnost mikroorganismů při vyšších teplotách.

Glykolové nemrznoucí směsi, jakožto teplotnosné médium, se používají dvojího druhu, a to směs ethylenglykolu a vody nebo propylenglykolu a vody. V dnešní době se od prvně zmiňované směsi upouští a využívá se spíše směs propylenglykolu a vody. Hlavním důvodem je, že propylenglykol je na rozdíl od ethylenglykolu netoxický. Problémem však zůstává nízká tepelná kapacita (o 25 % menší než u vody) a korozivita. Korozivita je u této směsi značná a řeší se přidávkou inhibitoru koroze. Inhibitory zamezují korozi vytvořením tenké ochranné vrstvy na povrchu kovů. Jejich výběr je složitý, neboť solární systém se stává z více druhů kovových součástí, přičemž každý kov vyžaduje jiný druh inhibitoru. Proto se většinou mísí organické i anorganické inhibitory navzájem. Dalším problémem je také sklon glykolových směsí ke stárnutí vlivem vysokých teplot a obsahu kyslíku. Degradaci kapaliny lze velmi snadno rozpoznat- kapalina tmavne, snižuje hodnotu pH a tvoří pevné látky na stěnách potrubí zpětným vylučováním inhibitoru.

Tabulka č.6: Vlastnosti monopropylenglykolu[15]

ochrana proti mrazu	-30 °C
maximální teplota při 2 bar	+ 140 °C
hustota při 20°C	1,048 – 1,052 $g \cdot cm^{-3}$
viskozita při 20°C	5 $mm \cdot s^{-1}$
hodnota pH	8
barva	bílá

Dalšími méně významnými teplotnosnými kapalinami jsou **alkoholy** methanol a ethanol. V současné době se však příliš nevyužívají vzhledem k jejich značným nevýhodám, jako jsou vysoká hořlavost, nízká tepelná kapacita (o 50 % menší než u vody), nízký bod varu, těkavost a toxicita. Používají se spíše v primárních okruzích tepelných čerpadel s ohledem na jejich nízký bod tání.

Omezené použití pouze pro koncentrační kolektory mají **silikonové oleje**. Vyznačují se velmi nízkým bodem tuhnutí a vysokým bodem varu, jsou nekorozivní a mají dlouhou životnost. Nevýhodou je jejich vysoká viskozita a nízká tepelná kapacita, která vede k vyšší spotřebě energie pro pohon čerpadel. [15]

4.3.3 Potrubí - solární rozvod

Potrubí, ve kterém proudí teplotnosné médium, je konstruováno tak, aby bylo co nejkratší. Rychlost média v potrubí se pohybuje kolem $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ u tzv. low-flow systému, kdy oběhové množství kapaliny dosahuje hodnot $15 \text{ l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{hod}^{-1}$. Solární rozvod se navrhuje s ohledem na požadovaný průtok, teplotu a tlak teplotnosného média. Nejčastěji používaným materiálem je měď, jelikož se dá snadno obrábět a osvědčila se již v mnoha zařízeních. Nedoporučovaným materiálem jsou veškeré plasty z důvodu nedostatečné těsnosti proti difúzi kyslíku a malé teplotní odolnosti. Z důvodu problému s korozí, kterou způsobuje směs vody a glykolu, se také přestávají používat pozinkované ocelové trubky. Důraz je kladen také na tepelnou izolaci potrubí.[16]

Tabulka č.7: Rozměry potrubí v závislosti na délce okruhu [9]

plocha kolektoru [m ²]	průměr trubky pro okruh do 20 m [mm]	průměr trubky pro okruh do 50 m [mm]
5-8	18	18
8-11	18	22
11-15	22	22-28

4.3.4 Čerpadlová jednotka

Základní součástí oběhové jednotky je oběhové čerpadlo, které zajišťuje kontinuální cirkulaci teplotnosného média. Je možné jej instalovat jak přímo na solární zásobník, tak na stěnu strojovny. Kromě oběhového čerpadla tato jednotka obsahuje kulový ventil se zpětnou klapkou, solární pojistný ventil 6 bar, regulační prvky, 2 plnicí a vypouštěcí ventily a připojované svěrné šroubení pro potrubí.[12,20]

4.3.5 Solární zásobník

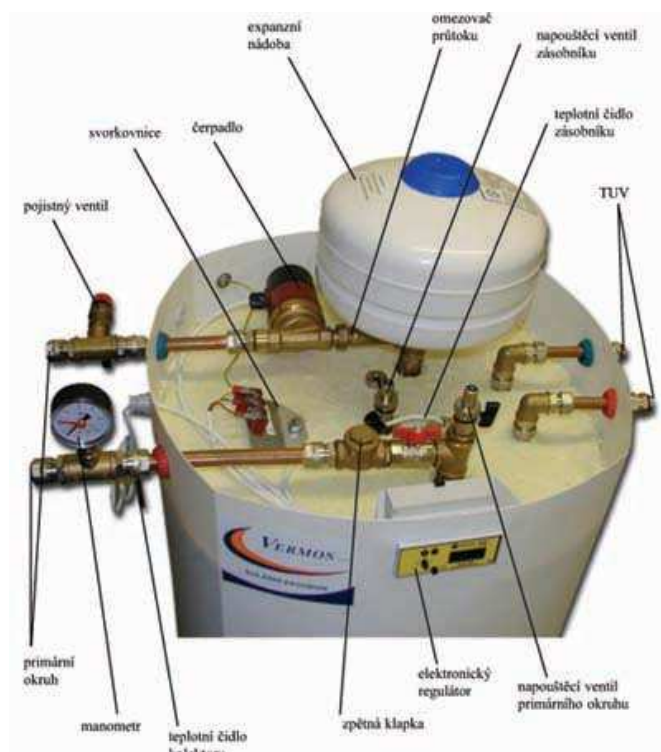
Po kolektoru dalším prvkem systému TUV, kde dochází k předání tepelné energie, je solární zásobník. Bývá obvykle vyroben z nerezového materiálu, např. oceli s povrchovou úpravou plast či smalt a ochranou vrstvou magnéziové anody účinnou proti korozi, kterou může způsobit kyslík v čerstvé přitékající vodě. Dodatečně se zásobníky vybavují katodovou korozní ochranou povrchu, která se skládá z obětované anody nebo z cizí proudové anody. Ta zabráňuje usazování iontů mědi z potrubí ve vadných částech zásobníku. Zásobník se vyrábí pouze ve stojatém provedení.

Teplo, které bylo dosud transportováno teplotnosným médiem, je zde přijímáno vodou přítomnou v zásobníku. V dolní části se co nejnižší nachází solární výměník tepla, nad ním je ukotven výměník okruhu ústředního vytápění a zcela nahoře je připevněno elektrické topné těleso. Při takovém uspořádání zásobníku mluvíme o tzv. trivalentním zásobníku. Ten má 2 zdroje tepla navíc, které slouží jako prvky pro doplňkové vytápění vody při nedostatku sluneční energie.

Objem zásobníku se volí podle počtu a plochy kolektoru, čímž je zajištěno správné fungování systému, tedy akumulace zachycené tepelné energie teplé vody i v letních měsících během roku. Všeobecně platí, že by se měl volit takový objem, který odpovídá 1,5-2denní spotřebě vody. Doporučuje se také ohřívat vodu v zásobníku alespoň jednou týdně na 72 °C, čímž se zabrání rozmnožení mikroorganismů, ke kterému dochází při vyšších teplotách a malému odběru vody. Jako příslušenství na vstupu kapaliny do zásobníku bývá umístěn pojistný ventil, na výstupu teplé vody je nezbytný ventil směšovací. [12,13]

Tabulka č. 8: Objem zásobníku v závislosti na spotřebě vody za 1 den [17]

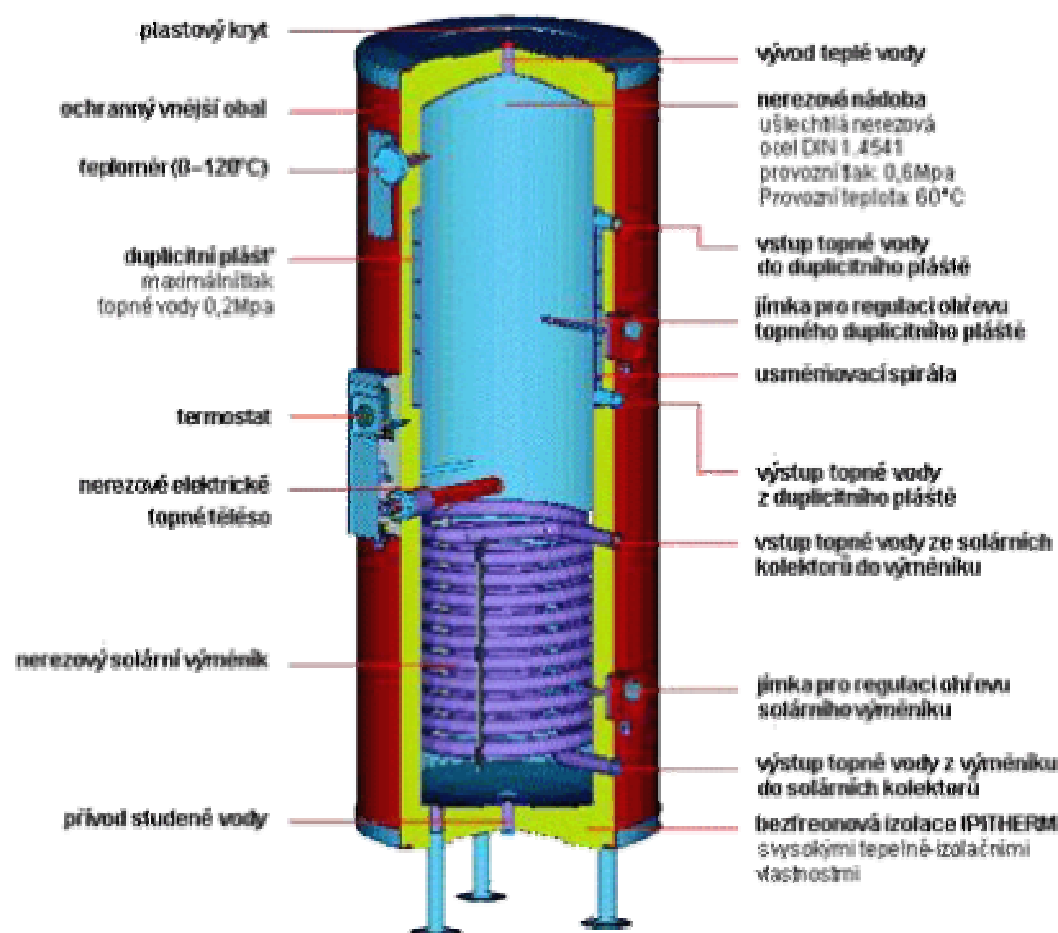
počet osob	1	2	3	4	6	8
spotřeba TUV (l/den)	82	164	246	328	492	656
zásobník TUV (l)	80	160	240	300	500	700



Obr. 8: Horní část zásobníku s expanzomatem



Obr. 9: Řez zásobníkem



Obr. 10: Vnitřní konstrukce zásobníku

4.3.5.1 Solární výměník tepla

Tepelný výměník je nejspodnější součástí solárního zásobníku. Jeho funkcí je co nejefektivněji přenést teplo z jednoho média na druhé. Tato schopnost je závislá na jeho ploše, materiálu, z něhož je vyroben, na teplotě teplotnosného média a na průtoku a objemu zásobníku. Jeho konstrukce je přizpůsobena také jeho funkci, tudíž jeho teplosměnná plocha je velmi velká. Obecně se na 1 m² plochy kolektoru používá výměník o ploše 0,2-0,35 m². Nejčastěji je výměník vyroben z hladké oceli a jako účinná ochrana proti korozi je pokryt dvouvrstvým smaltem a ochranou magnéziovou anodou.

4.3.5.2 Expanzní nádoba- expanzomat

Hlavní funkcí expanzní nádoby je vyrovnávání kolísavého tlaku, který je způsoben neustále se měnící teplotou. Na plochu jednoho kolektoru připadá objem expanzomatu 7-8 l. Konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny. Jako ochrana před extrémním zvýšením tlaku při výpadku elektriny je napojen na expanzomat pojistný ventil.[12]

4.3.6 Kontrolní a bezpečnostní armatury

Armatury jsou zařízení, která slouží ke kontrole správného chodu systému, čímž zabezpečují spolehlivý chod a bezpečnost.

Vestavený vyvažovací ventil jednoduše a přesně nastavuje a kontroluje požadované hodnoty průtoku teplotnosného média. Měření průtoku je založeno na plováčku unášeném médiem.

Manometr je zařízení měřící okamžitý tlak v soustavě s rozsahem 0-10 bar.

Teploměr průběžně měří teplotu sběrné větve v rozsahu 0-160 °C. Pro minimalizaci zpoždění je teplota měřena přímo v médiu. Čidlo je umístěno v ochranné trubičce, tudíž je lehce vyměnitelné.

Uzavírací ventil s kohoutem umožňuje rozdělení zpětného toku mezi zásobníkovou a kolektorovou část. Kohout je napouštěcí a vypouštěcí, přičemž **vestavená zpětná klapka** je gravitační brzdou a zabraňuje zpětnému toku kapaliny.

Termostatický směšovací ventil se automaticky zapojuje v období intenzivního slunečního svitu, kdy dochází k ohřevu vody na více než 55 °C. V tomto případě systém využije **zpětného ventilu**, který takto ohřátou vodu upraví na teplotu 55 °C, aby nedocházelo k opaření vodou uživatele.[18]

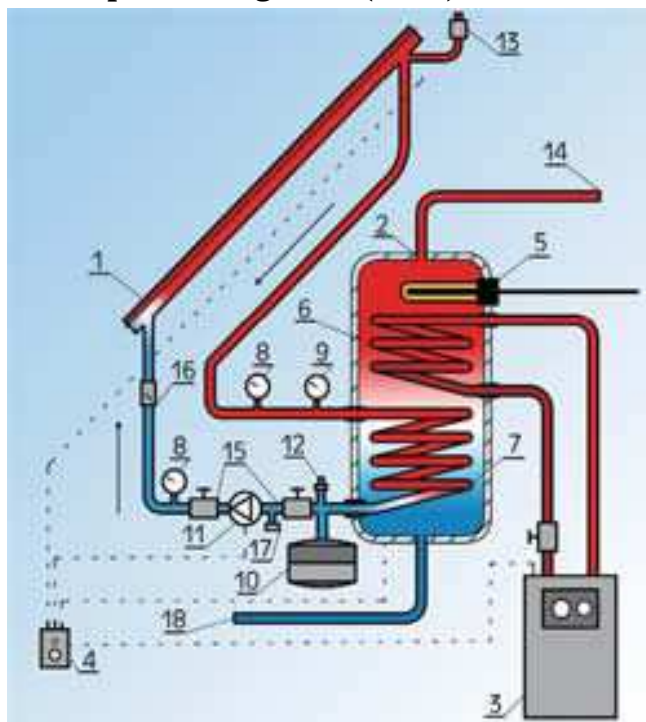
4.3.7 Automatická regulace systému

Systém zařízení TUV je regulován elektronicky. Fungování regulace je založeno na rozdílu teploty média na výstupu z kolektoru a na teplotě vody v zásobníku nad tepelným výměníkem. Jestliže má médium při výstupu z kolektoru o 5 °C vyšší teplotu než voda v zásobníku, dojde k sepnutí oběhového čerpadla a teplo z kolektoru je předáváno do zásobníku.

V opačném případě, kdy je voda v zásobníku teplejší o 5 °C a více než teplotnosné médium na výstupu z kolektoru, regulace pracuje opačně. Dochází k vypnutí oběhového čerpadla.

V případě překročení teploty vody v zásobníku nad 95 °C nebo výpadku elektrické energie se systém zastaví, teplotnosná kapalina v kolektoru se vyvaří a je vytlačena do expanzomatu. Po poklesu teploty média v kolektoru pod bod varu nemrznoucí médium zkondenzuje. Regulace se pak vrací do standardního režimu. [19]

4.4 Způsob fungování (TUV)



Obr. 11: Přehled zařízení TUV

- 1-solární kolektor
- 2-solární zásobník (trivalentní)
- 3-kotel ústředního vytápění
- 4-elektronická regulace systému
- 5-elektrické topné těleso
- 6-výměník tepla okruhu ústředního vytápění
- 7-výměník tepla solárního okruhu
- 8-teploměry
- 9-manometr
- 10-expanzní nádrž
- 11-oběhové čerpadlo
- 12-pojistný ventil
- 13-odvzdušňovací ventil
- 14-výstup teplé vody
- 15-uzavírací ventily
- 16-zpětná klapka
- 17-plnicí kohout
- 18-vstup studené vody z vodovodu

Sluneční záření prochází solárním sklem kolektoru. Následně jej pohltí absorpční vrstva, a tepelnou energii přijímá teplotnosné médium v trubkovém registru kolektoru. Ohřátá teplotnosná kapalina poté proudí izolovaným potrubím do výměníku tepla nacházejícím se v solárním zásobníku. Tam svou energii v podobě tepla předává dosud studené užitkové vodě, čímž sama své teplo ztratí. Ochlazená kapalina putuje okruhem zpět do kolektorů, kde je znovu ohřívána.

4.4.1 Rozdělení podle způsobu oběhu teplotnosného média

Hlavním principem **samotížných solárních systémů** je oběh teplotnosné kapaliny systému vlivem působící gravitace. Proud kapaliny je zajištěn rozdílem hustoty mezi ochlazenou a ohřátou kapalinou, proto je nutné solární zásobník umístit výše než kolektory. Přednosti tohoto zapojení spočívají v jednoduchosti a nezávislosti na čerpadle. Nevýhodou tohoto uspořádání je nepříliš snadno ovladatelný průtok, což se projevuje v nižší účinnosti systému.

Podmínkou pro fungování **nuceného oběhu solárních systémů** je zapojení oběhového čerpadla. To zaručuje správnou cirkulaci teplotnosného média. Nespornou výhodou je možnost přesné regulace průtoku změnami otáček, čímž se dosáhne vyšší účinnosti. Nevýhodná je však závislost systému na čerpadle, vyšší náklady a závislost na vnějším zdroji energie. [17]

4.4.2 Rozdělení podle počtu okruhů

V nejjednodušších zařízeních pro sezónní ohřev vody (např. v bazénech) se volí **jednookruhový solární systém**. Voda se ohřívá přímo bez pomoci tepelného výměníku. Docílí se tím vysoké účinnosti přenosu tepla, avšak hrozí nebezpečí tvorby mikroorganismů (bakterie a řasy) či zamrznutí vody při nízkých teplotách. Při použití vody z vodovodu dochází také k zanášení a korozi systému.

Pro celoroční provoz se používají **dvouokruhové solární systémy**. Primárním okruhem proudí nemrznoucí teplotnosné médium od kolektorů do tepelného výměníku. Druhý okruh vede kapalinu od výměníku do místa spotřeby- zásobníku. Oba okruhy jsou na sobě nezávislé, jejich tlakové oddělení umožňuje mnoho možností zapojení s různými průtoky média. Vlivem zapojení tepelného výměníku dochází k větším ztrátám tepla než u jednookruhových zařízení. [17]

4.4.3 Rozdělení podle rychlosti toku teplotnosného média

High-flow systém (HF) dosahuje optimálních zisků při 30-70 l/hod na 1 m² kolektoru. Při zvýšení rychlosti průtoku pomocí čerpadla dochází k zvýšení teploty kapaliny a počtu oběhů, čímž se voda zásobníku vyhřívá pomalu. Dosažení požadované teploty trvá déle.

Low-flow systém (LF) pracuje na principu nízké rychlosti oběhu teplotnosné kapaliny a nízkého výkonu čerpadla. Vlivem sníženého průtoku se teplota teplotnosného média zvýší, proto se používají zásobníky s nabíjením ve vrstvách (tzv. stratifikační zásobníky), čímž se dosáhne vyšší efektivity. Rychlost kapaliny dosahuje pouze 8-15 l/hod na 1 m² kolektoru. Většina systémů dnes pracuje tímto způsobem.

Matched-flow systém (MF) se snaží skloubit výhody obou systémů. Pracuje při průtoku 10-40 l/hod na 1 m² kolektoru.

Drain-back systém (DB) využívá své specifické konstrukce. Při nedostatku slunečního záření teplotnosná kapalina vyteče z kolektorů do nádrže. Při záření dojde k sepnutí čerpadla, kolektory se naplní a systém je opět funkční. Teplotnosnou kapalinou může být voda, bod varu je hlídán čerpadlem.[20]

4.5 Údržba systému TUV

Pro správné fungování systému je nezbytná jeho údržba, kterou lze realizovat manuálně (dolívání teplotnosného média, přidávání Cl do zásobníku) či automaticky. Dnes jsou již na trhu nabízeny elektrolytické a filtrační úpravny vody, které vodu zbavují sloučenin železa, zákalu, nerozpuštěných látek a dodatečně ji dezinfikují. Tepelný výměník je systémem chráněn proti usazování sloučenin vápníku.

Solární systémy s menšími průtoky teplotnosné kapaliny mívají problémy s ukládáním **sloučenin železa** a uvolňováním nerozpuštěných látek. Po zrychlení průtoku např. v nočních hodinách pak dojde k rozvíření usazenin a užitková teplotá voda je nekvalitní. Vlivem železnatých sloučenin má voda narezavělou barvu. Systém tento problém řeší filtrací.

Při ohřevu vody v zásobníku se z vody uvolňují **sloučeniny vápníku**, které ohrožují tepelný výměník, rozvody a vodoměry. Úpravna je vhodná pro všechny materiály, z kterých se rozvody vyrábí, jelikož je chrání proti usazování vodního kamene.

V teploté vodě může snadno docházet k rozvoji **mikroorganismů**, čímž se voda stává nekvalitní. Při rozmnožení bakterie *Legionella pneumophylys* může být voda i zdraví nebezpečná, např. při vdechnutí kontaminovaného aerosolu teploté vody při sprchování. U lidí s oslabeným imunitním systémem (dětí, nemocných lidí) dochází po vniknutí do plic k rychlému rozvoji zánětu plic, což může končit i smrtí. Nejčastěji tato bakterie vyhledává místa tzv. mrtvých koutů potrubí, kde se teplota vody pohybuje v rozmezí 25–50 °C. Proti přežívání mikroorganismů v teploté vodě systém desinfikuje vodu chlorem získaným elektrolýzou.[21]

4.6 Výhody využívání solární energie na ohřev TUV

Sluneční záření je jeden z významných alternativních zdrojů energie. Zařízení využívající tepelné energie ze Slunce tak ušetří 50-70 % energie, které by jinak přijímalo energii spalováním fosilních paliv, které značně znečišťují životní prostředí emisemi CO₂, NO_x, SO₂ a prachovými částicemi. Již nainstalované zařízení na ohřev TUV je nenáročné na obsluhu i na provoz a má dlouhou životnost (15-30 let).

4.7 Nevýhody využívání solární energie na ohřev TUV

V našich přírodních podmínkách se nelze spoléhat pouze na Slunce jakožto jediný zdroj energie. V rámci celoročního využívání systému TUV je nezbytné systém doplnit o další, doplňkový zdroj (zemní plyn, elektrická energie), který pokryje zvýšenou potřebu tepla v době menší intenzity záření. Při instalaci systému TUV se objekt musí přizpůsobit úpravou topné soustavy, změnou doplňkového zdroje či zateplením. Návratnost investice do systému je závislá na používaném palivu před instalací a velikosti či typu solární soustavy.

4.8 Podpora využití sluneční energie MŽP

Pro používání systému TUV lze žádat o dotaci Státní fond životního prostředí České republiky. Pro fyzickou osobu může podle pravidel určených v roce 2007 dotace činit až 50 %, přičemž maximální přiznaná částka je 50 000,- Kč. Státní fond životního prostředí přispívá dotacemi na prostředky vynaložené při instalaci systému, na otopnou soustavu se dotace nevztahují. Žadatel se může ucházet o dotaci až zpětně po instalaci, maximálně 12 měsíců po uvedení systému do provozu. Při získání dotace je žadatel povinen doložit odborný posudek, jenž vyřizuje firma, která instalaci provádí. Je také zavázán používat soustavu minimálně 5 let a nesmí ji využívat pro podnikatelské účely.[14]

4.9 Sluneční energie v ČR

V České republice lze sluneční energii poměrně dobře využívat i přesto, že v době největší potřeby tepla je intenzita slunečního záření nejnižší. Za celý rok dopadne průměrně na 1 m² 800-1 250 kWh sluneční energie, z toho jenom 25 % v období od října do dubna. V oblastech s velkým znečištěním ovzduší klesá záření o 5-15 %. Celková doba záření během roku se pohybuje v rozmezí 1 400-1 800 hodin, v nížinách dosahuje až 2 000 hodin a v horských oblastech 600 hodin za rok.[17]

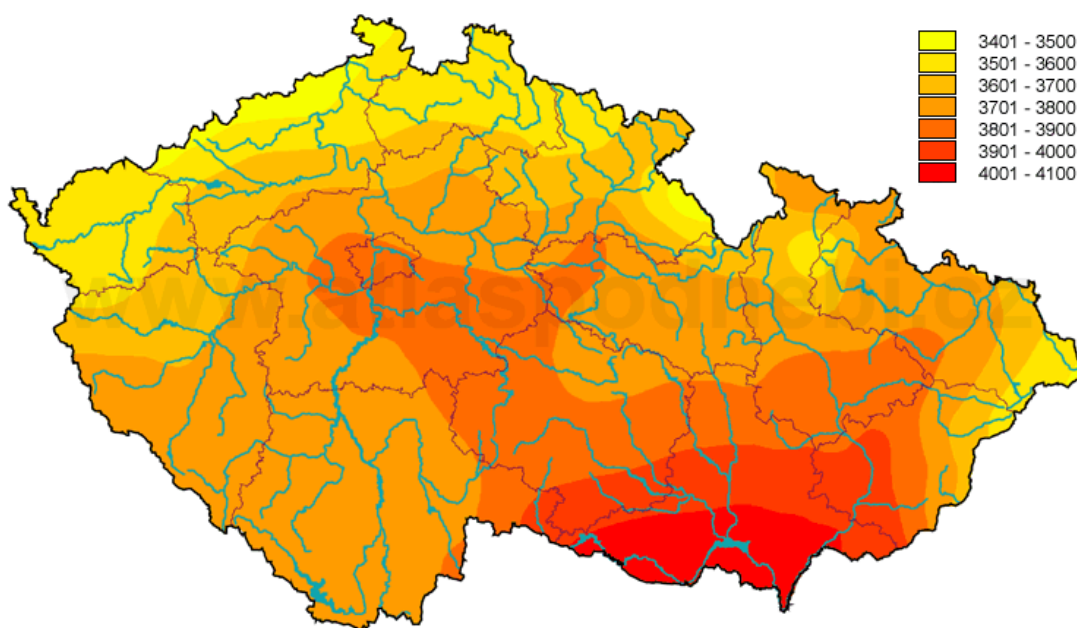
Následující obrázky charakterizují charakter slunečního záření v jednotlivých oblastech ČR.

4.9.1 Využitelnost solární energie v JmK

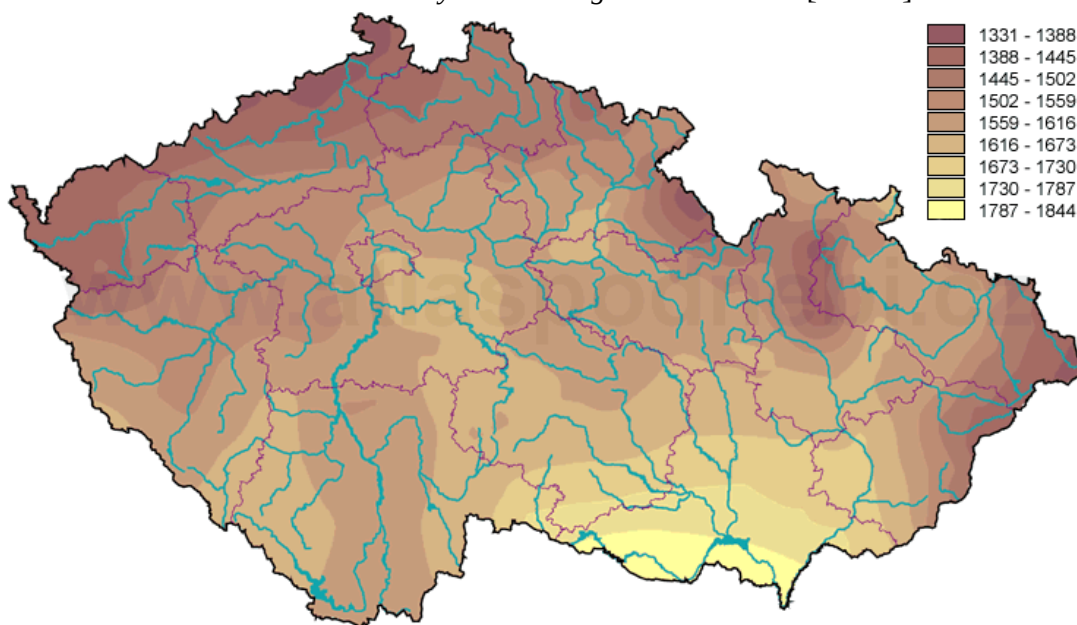
Jižní Morava má v rámci celé ČR nejlepší podmínky pro využívání energie ze Slunce. Délka slunečního svitu v JmK se tu pohybuje v rozmezí 1650–1800 hodin za rok. Okres Hodonín, v němž se nachází vybrané lokality v praktické části, leží v oblasti blízké se hodnotám 1800 hodin slunečního svitu za rok. Využití solární energie v kraji se předpokládá především v aktivních systémech ohřevu TUV, nejlepší výnosy se však dají získat kombinací systému např. s fotovoltaickými panely či vhodným architektonickým řešením budovy. Největším problémem využívané slunečního záření je však fakt, že v obdobích největší potřeby energie jsou zisky ze solárního systému nejmenší. Proto je sluneční energie brána jako doplňkový zdroj energie v domácnostech.

Celková plocha nainstalovaných kolektorů v Jihomoravském kraji se dá pouze odhadovat, jedná se však řádově několik stovek m^2 . Energetická koncepce kraje (ÚEK), která předpokládá využití energie ze Slunce především v zařízení TUV především na bytových zástavbách, provedla výpočet energetického potenciálu Jihomoravského kraje získaného ze sluneční energie. ÚEK počítá se situací, kdy bude na 5% ze všech bytových zástaveb JmK nainstalován solární systém pro ohřev TUV. Plochy kolektorů by se ihned vyhoupla na asi 47 000 m^2 , což je o 40 % více než skutečný stav v letech 1995–2001.

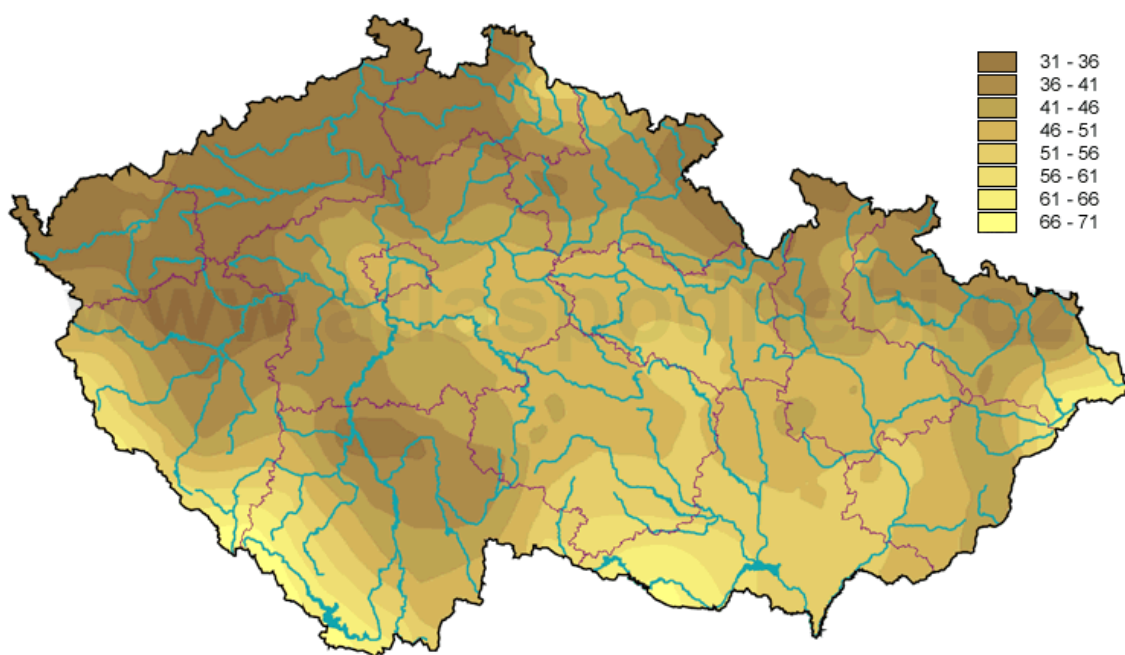
Územně energetická koncepce (ÚEK) je základním dokumentem stanovujícím cíle a principy řešení energetického hospodářství na posuzovaném území, resp. v JmK. Jejím úkolem se vytvářet podmínky pro hospodárné nakládání s energií v souladu s potřebami hospodářského a společenského rozvoje, a to včetně ochrany ŽP a šetrného nakládání s přírodními zdroji. [22]



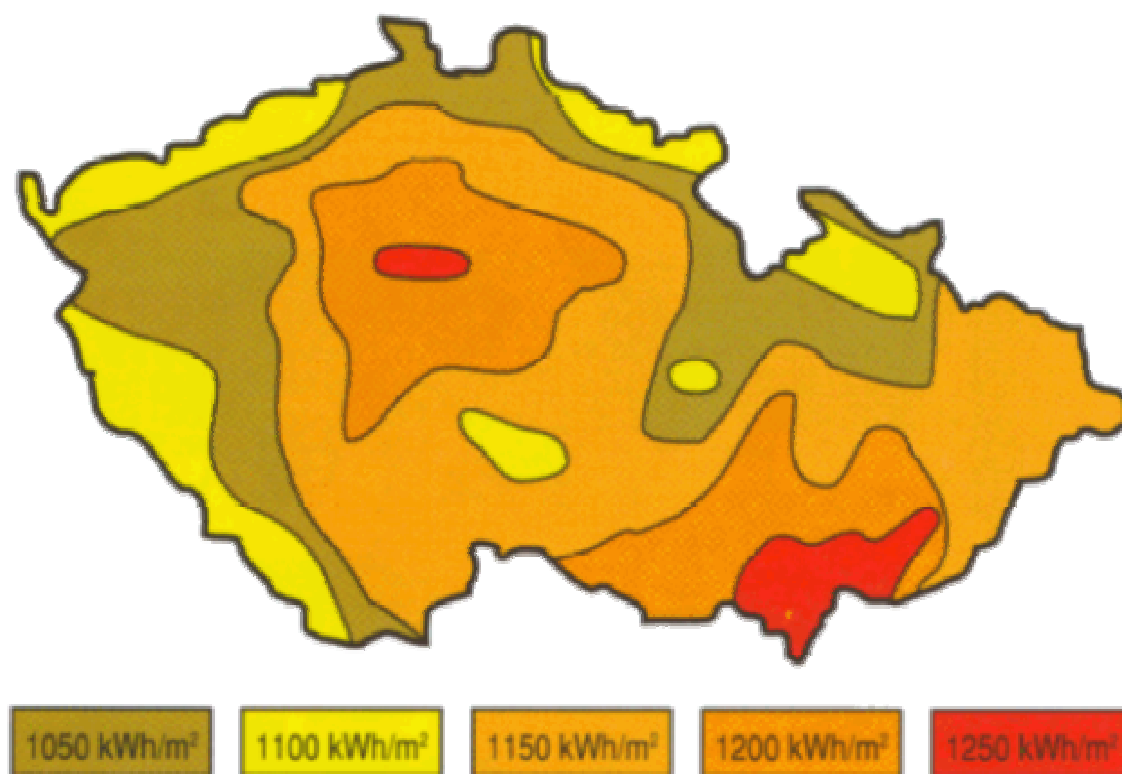
Obr. 12: Průměrný roční úhrn globálního záření [MJ/m^2]



Obr. 13: Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu [hod]



Obr. 14: Průměrný počet jasných dnů



Obr. č. 15: Množství slunečního výkonu dopadajícího na plochu ČR za rok

Obrázek č. 15 znázorňuje množství dopadajícího výkonu záření na jednotku plochy. Z toho plyne, že by se mapka ČR měla shodovat s obr. č. 12, kde je zobrazeno množství energie dopadajícího na jednotku plochy. Jedná se pouze o přepočet na jinou jednotku. Dané obrázky však nejsou totožné, jelikož byly odebrány každý z jiného zdroje. Z hlediska důvěryhodnosti zdroje je názornější obrázek č.12.

5 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

5.1 Metoda výzkumu

Výzkum v obcích se soustředil na obytné objekty, resp. rodinné domy, u kterých se všeobecně předpokládalo, že disponují místem pro pohonnou jednotku a solárním pohonným ohřívačem. Z toho důvodu byl výzkum proveden pouze mapováním domů zvenčí a obhlédnutím jejich přilehlé vegetace či jiných objektů. Je také zřejmé, že plocha střechy rodinných domů postačí na umístění kolektorů pro ohřev TUV. U bytových jednotek se dá počítat s potížemi při umístování kolektorů, jelikož plocha sedlové střechy by nemusela stačit. [25]

5.2 Základní informace o vybraných obcích (Vacenovice , Vracov)

Obec Vacenovice leží v okrese Hodonín, jenž je součástí Jihomoravského kraje. Od okresního města se nachází severovýchodně ve vzdálenosti asi 10 km. Vinařská obec se rozkládá na rovinatém až mírně zvlněném území, ohraničeném na jihovýchodě údolní nivou řeky Moravy. Její geologický podklad tvoří váté písky. Jižní a západní část obce je obklopena převážně borovými lesy, sever a severozápad tvoří soukromé pozemky využívané k pěstování zemědělských plodin.[34] Počet obyvatel v roce 2001 dosáhl 2083 obyvatel, kteří celkem žijí v 620 domech. v obci se nachází 50 neobydlených domů.[23]



Obr. č. 16: Obec Vacenovice

Město Vracov spadá také do okresu Hodonín v JmK. Leží asi 3 km severně od Vacenovic mezi Kyjovem a Veselím nad Moravou. Povrch území je rovinný, na severu krajina mírně stoupá, jih je obklopen lesem Doubravou. Ve Vracově bylo v roce 2001 sečteno 4531 obyvatel žijících v 1510 domech. Ve 196 domech v obci nikdo nežije.[24]



Obr. č. 17: Město Vracov

5.2.1 Vybrané lokality v obci Vacenovice

Lokalita č.1 byla v obci vybrána především vzhledem k velmi dobré jižní orientaci střech a žádnému stínění. Jedná se o dvě vodorovné řady 49 rodinných domů, z toho 8 řadových domů disponuje rovnou střechou. V komplexu se nachází jak dvojdomy, tak řadové i volně stojící rodinné domy. Tato lokalita je nejjižnějším místem Vacenovic a leží na zcela rovném povrchu. Na jednom z řadových domů se šikmou střechou jsou instalovány 3 ploché kolektory.



Obr. č. 18: Pohled na řadové domy v první části lokality 1



Obr. č. 19: Detailní pohled na kolektory nalezené v lokalitě 1



Obr. č. 20: Pohled na lokalitu 1



Obr. č. 21: Pohled na lokalitu 1 z opačné strany

Lokalita č.2 v obci byla vybrána na základě výhody rovné střechy. Nejedná se domy stojící v řadě, ale o komplex domů stojících uprostřed obce. Z toho důvodu nelze zobrazit domy na fotografiích pohromadě. Do lokality spadá také MŠ Vacenovice. V lokalitě se nachází 21 domů, na jednom z domů jsou umístěny 3 ploché kolektory.



Obr. č. 22: Pohled na řadové domy s rovnou střechou v první části lokality 2



Obr. č. 23: Pohled na řadové domy s rovnou střechou v druhé části lokality 2



Obr. č. 24: Pohled na domy s rovnou střechou v třetí části lokality 2



Obr. č.25:Detailní pohled na kolektory umístěné v lokalitě 2



Obr. č. 26: MŠ Vacenovice

Lokalita č.3 ve Vacenovicích se nachází v nejvýše položené oblasti obce. Jedná se o asi 0,5 km dlouhou řadu 38 rodinných domů, 1 objektu fungujícího jako hospoda a 1 objektu fungujícího jako pekárna. Všechny střechy jsou orientovány přímo na jih a mají dostatečnou plochu pro umístění kolektorů, žádné však nalezeny nebyly.



Obr. č. 27: První část řady domů v lokalitě 3



Obr. č. 28: Druhá část rodinných domů v lokalitě 3

Lokalita č.4 se nachází také zcela na kraji Vacenovic, v dostatečné vzdálenosti od lesního porostu, který by mohl stínit. V komplexu se nachází také 3 budovy, které zaujmají 18 bytů. U střechy bytových domů by se v případě umístění kolektorů musel řešit problém s velikostí střechy, neboť by asi nebyla postačující. Ostatní rodinné domy disponují zcela bezproblémovou velikostí střechy domů, celkem se zde vyskytuje 15 rodinných domů a 3 bytové domy.



Obr. č. 29: Čtvrtá vybraná lokalita



Obr. č. 30: Kolektory na střeše místní firmy v oblasti mimo vybrané lokality

5.2.2 Vybrané lokality ve městě Vracov

Lokalita č.1 ve městě Vracov byla vybrána podél hlavní silnice vedoucí do Veselí nad Moravou. Tvoří ji 2 řady 75 rodinných domů, asi 1,5 km dlouhé. Všechny domy mají střechu orientovanou na jih. V lokalitě byl nalezen 1 dům s instalovanými plochými kolektory.

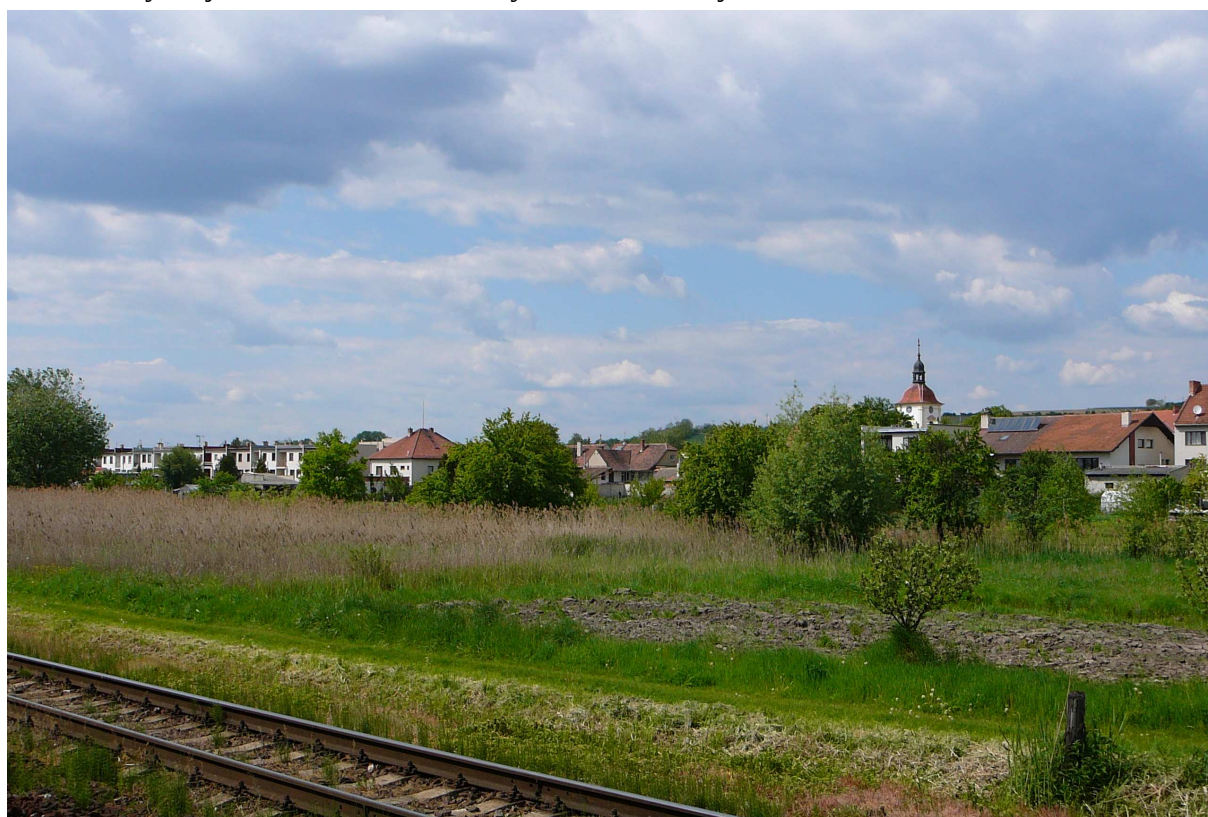


Obr. č. 31: První vybraná lokalita



Obr. č. 32: Nalezené kolektory v lokalitě 1

Lokalita č.2 se nachází podél vlakové trati, tvoří ji řada 32 rodinných domů, část z nich je řadových a má rovnou střechu. Instalace kolektorů je vhodná, neboť jsou všechny střechy orientovány na jižní stranu, v lokalitě bylo nalezeno na jednom rodinném domě 6 kolektorů.



Obr. č. 33: Lokalita 2



Obr. č. 34: Nalezené kolektory v lokalitě 2

Lokalita č.3 byla vybrána v nově vybudované části Vracova v blízkosti lesa. V ulici je 15 rodinných domů, z části novostaveb. Kolektory zde byly nalezeny na 3 rodinných domech.



Obr. č. 35: Nalezené kolektory v lokalitě 3



Obr. č. 36: Nalezené kolektory v lokalitě 3

Lokalitu č.4 tvoří řada 43 rodinných domů s vhodně orientovanou střechou. O vhodné lokalitě svědčí fakt, že zde byly nalezeny trubicové vakuové kolektory.



Obr. č. 37: Lokalita 4



Obr. č. 38 Nalezené kolektory v lokalitě 4

Ve městě Vracov bylo nalezeno několik prvků pasivního využití slunečního záření



Obr. č. 39: Prvek pasivního využití slunečního záření



Obr. č. 40: Prvek pasivního využití slunečního záření

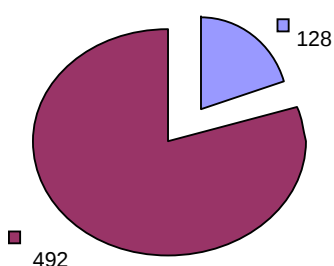
6 VÝSLEDKY A DISKUSE

V obci Vacenovice i ve městě Vracov byly vybrány 4 nejvhodnější lokality pro umístění jakéhokoli typu kolektoru. Musím konstatovat, že v obou případech se nejedná o všechny vhodné lokality. Jak ve Vracově, tak ve Vacenovicích se nachází většina obydlých domů v lokalitách, kde by se solární systém dal nainstalovat. Ve středu obce většinou není žádná rozsáhlá vegetace, která by bránila dopadu paprsků na střechy a také rodinné domy jsou vystavěny v dostatečné vzdálenosti od sebe tak, aby si vzájemně nestínily. V rámci realizace výzkumu však domy ležící mimo lokalitu byly brány jako nevhodné pro instalaci solárního systému.

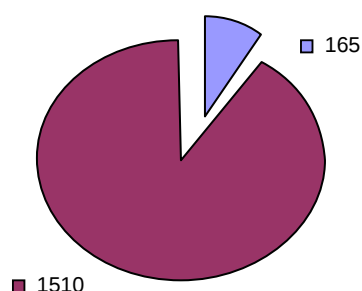
V obci Vacenovice se ve čtyřech vybraných lokalitách nacházelo celkem 128 rodinných domů z celkového počtu 620, z toho u tří objektů byly nainstalovány sluneční kolektory. V rámci celé obce je tedy pouze 20,6 % objektů vhodných pro instalaci systému, přičemž je využito jenom 2,34 % střech rodinných domů v lokalitách a 0,48 % domů v rámci celé obce. Mimo vybrané lokality byly nalezeny kolektory na střeše místní strojírenské firmy.

Ve městě Vracov se ve vhodných lokalitách nacházelo 165 rodinných domů, které tvoří 10,9 % ze všech 1510 obydlých domů. Ačkoli se jedná o nižší podíl než u obce Vacenovice, ve skutečnosti situace ve Vracově je srovnatelná, ne-li lepší. Tento fakt byl způsoben více než 2krát vyšším počtem rodinných domů než ve Vacenovicích a výběrem stejného počtu lokalit. Důkazem mnohem vyššího potenciálu Vracova, než udává výzkum, bylo nalezení několika dalších kolektorů i mimo vybrané lokality. Ve vhodných lokalitách Vracova bylo nalezeno 6 domů s nainstalovaným solárním systémem, které v těchto oblastech tvoří 3,64 %. Mimo lokality byly nalezeny další 4 domy s kolektory, celkem tedy v rámci celého města bylo sečteno 10 domů s nainstalovaným solárním systémem, které tvoří 0,66 % z celkového počtu rodinných domů.

Počet domů ve vhodných a nevhodných lokalitách- Vacenovice



Počet domů ve vhodných a nevhodných lokalitách- Vracov



7 ZÁVĚR

Výsledkem provedeného výzkumu a studia využitelnosti sluneční energie na jihu Moravy je naprosté nevyužití potenciálu kraje, kterým disponuje. Jihomoravský kraj leží v ohledu na využitelnosti sluneční energie v nejvýhodnější lokalitě ČR. Jen v obci Vacenovice a městě Vracov bylo výzkumem zjištěno, že solární kolektory lze instalovat na mnohonásobně větší počet obydlených objektů, než je tomu ve skutečnosti. Hlavním problémem je bezesporu špatná informovanost obyvatel o možnosti využití sluneční energie na ohřev TUV i o dotacích, které se na instalaci vztahují, ekonomická náročnost instalace a dlouhá návratnost investic. S ohledem na ekonomické možnosti obyvatel dostává přednost před instalací solárního systému zateplení domů, výměna oken s kvalitnějším těsněním a přívod tepla ze spalování dřeva ve vlastních kotlích. V ideálních případech by se mělo uvažovat o možnosti instalace solárního systému již při projektování domu a přizpůsobit tedy jeho konstrukci či orientaci střechy, popř. zvolit způsob podlahového vytápění, jehož kombinace se solárním systémem je výhodná.

Pro obecnější analýzu je nutné provést výzkum na větším území a vybrat větší počet lokalit s různým geografickým zastoupením. Je třeba vyhodnotit vliv mikroklimatických podmínek, ekonomických podmínek (zejména vliv intervence státu) a regionálních podmínek.

Pokud by se solární systémy aplikovaly alespoň na desetinu všech vhodných rodinných domů, lze předpokládat, že by se územní energetická koncepce Jihomoravského kraje i koncepce České republiky naplnila.

Doporučuji pokračovat ve výzkumu se zaměřením na zjištění vlivu geografických a mikroklimatických podmínek.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Druhy OZE : Czech RE Agency* [online]. 2003 , 22.3.2008 [cit. 2008-03-24]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze>>
- [2] *Slunce* [online]. AGA & Štefánikova hvězdárna v Praze , 2003 , 25.4.2008 [cit. 2008-04-27]. Týdeník. Česky. Dostupný z WWW: <<http://aldebaran.cz/astrofyzika/sunsystem/slunce.html>> ISSN 1214-1674
- [3] *Seriál o solární energii a zařízeních : Solární záření* [online]. Jihlava : 2004 , 28.12.2007 [cit. 2008-03-28]. Česky. Dostupný z WWW: <http://www.solarnet.cz/Solarni_serial.htm>
- [4] *Úspory energie. : Sluneční (solární) energie* [online]. Olomouc : Energ, spol. s r.o., 1999 , 2007 [cit. 2008-03-22]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://www.energ.cz/index.phtml?polozka=23>>
- [5] *Aktivní solární zisky* [online]. 2006 , 28.3.2008 [cit. 2008-03-28]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://uspory.ekowatt.cz/?id=44>>
- [6] *Sluneční energie–Elektrotechnický portál o silnoproudé elektronice* [online]. 1998 , 09.04.2008 [cit. 2008-04-11]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/pse020207>>
- [7] Strahler, A., Strahler, A. (1999): *Introducing Physical Geography*. Wiley, New York. Kap. 2: The Earth's Global Energy Balance, s. 31-47
- [8] ING.TOMAN, Pavel. *Vytápění zdarma: Slunce - elektrárna zítřka* [online]. Stavebnictví a interiér : 2001 , Copyright © 2007 [cit. 2008-04-16]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://si.vega.cz/clanky/vytapeni-zdarma-slunce--elektrarna-zitrka/>>
- [9] *Dimenzování solárních zařízení pro ohřev vody* [online]. Brno : 1999 , Datum poslední aktualizace: 7. 4. 2008 [cit. 2008-04-10]. Česky. Dostupný z WWW: <http://www.veronica.cz/energie/solar/armin/svepomoc_kolekt_AEE3.html>
- [10] *Solární systémy–koncepty solárních systémů* [online]. Brno : 2002 , 26.03.2008 [cit. 2008-04-10]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://www.apexeuro.cz/osolsyst.php>>
- [11] *Nosné konstrukce: Umístění a orientace kolektoru* [online]. Jihlava : 2004 , 28.12.2007 [cit. 2008-03-28]. Česky. Dostupný z WWW: <http://www.solarnet.cz/Nosne_konstrukce.htm>
- [12] *Ohřev TUV solárními panely* [online]. 2001 , 2001-2007 [cit. 2008-03-28]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://solarobchod.cz/solarni-panely-pro-ohrev-tuv.php>>
- [13] *Solární zásobník* [online]. 2005 , 2005 [cit. 2008-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.solar-net.info/123.0.html?&L=1>>

- [14] *Sluneční kolektory* [online]. Třeboň : 2001 , čtvrtek, 17. ledna 2008 [cit. 2008-03-28]. Dostupný z WWW: <http://www.envi.cz/show.php?ids=12&par=slunecni_kolektory>
- [15] MATUŠKA, Tomáš . Prvky solárních soustav: Teplonosné látky pro kapalinové solární soustavy. *ČVUT, Fakulta strojní : Ústav techniky prostředí* [online]. 2006 [cit. 2008-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3418>>
- [16] MATUŠKA, Tomáš . Prvky solárních soustav: Potrubí a izolace solární soustavy. *ČVUT, Fakulta strojní : Ústav techniky prostředí* [online]. 2006 [cit. 2008-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3517>>
- [17] *Solární energie : Výběr vhodných lokalit a zásady pro dimenzování* [online]. 1998 , 20.8.2007 [cit. 2008-04-11]. Česky. Dostupný z WWW: <<http://www.top-instal.cz/index.asp?menu=653>>
- [18] *Čerpadlové jednotky* [online]. 2004 , 9.2.2007 [cit. 2008-04-11]. Dostupný z WWW: <<http://opc15.com/cerpadla.html>>
- [19] *Možné způsoby využití solární energie* [online]. 2005 , 2005 [cit. 2008-04-11]. Dostupný z WWW: <http://www.solarnet.cz/Typy_solarnich_systemuTUV.htm#uvod>
- [20] *Solární systémy* [online]. Brno : 2006 , 14.04.2008 [cit. 2008-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.separaeko.cz/o-nas/>>
- [21] *Ochrana výměníků a rozvodů teplé užitkové vody* [online]. 1997 , 1997 - 2007 [cit. 2008-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.euroclean.cz/upravny-tuv#ochrana>>
- [22] Jihomoravský kraj. *Územně energetická koncepce Jihomoravského kraje* [online]. (c) 2008,[citováno 2008-05-11]. Dostupné z:
- [23] *Sčítání lidu, domů a bytů 2001 : Vacenovice* [online]. 2005. Český statistický úřad, 1990 , Aktualizováno dne: 9.5. 2008 [cit. 2008-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.czso.cz/sldb/sldb2001.nsf/obce/586706?OpenDocument>>
- [24] *Sčítání lidu, domů a bytů 2001 : Vracov* [online]. 2005. Český statistický úřad, 1990 , Aktualizováno dne: 9.5. 2008 [cit. 2008-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.czso.cz/sldb/sldb2001.nsf/obce/586765?OpenDocument>>
- [25] PETERKA, J.: Využitelná bilance sluneční energie pro přípravu TUV v rodinných domech v České republice. *Alternativní energie* [online], 2/2003, [cit. 2007-05-10]. ISSN 1801-4399. Dostupný z: <http://vytahy.tzb-info.cz/t.py?t=7&i=173&h=2>

zdroje použitých obrázků:

- Obr.1,2: www.casopisstavebnictvi.cz
Obr.3: <http://aldebaran.cz/astrofyzika/sunsystem/slunce.html> ISSN 1214-1674
Obr.4: http://www.solarnet.cz/Solarni_serial.htm
Obr.5: http://www.solarnet.cz/Nosne_konstrukce.htm
Obr.6: <http://www.solarobchod.cz/eks3000.php>
Obr.7: www.helion.cz/images/vitosol300.jpg
Obr.8: www.itest.cz/solar/img/vermos/vermos-zasobnik.jpg
Obr.9: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/img/img076.jpg>
Obr.10: www.solarobchod.cz/obrazky/zasob_nerez.gif
Obr.11: www.kvtopenarska.cz/images/solarni-systemy1.jpg
Obr.12,13,14: www.mapapodnebi.cz
Obr.15: www.vermos.cz/html/02_sl_energie/t_mapa_kW.gif
Obr. 16-40 vlastní pořízené fotografie

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

- TUV – teplá užitková voda
OZE – obnovitelné zdroje energie
LFČ – lineární Fresnelova čočka
ÚEK – územně energetická koncepce
ŽP – životní prostředí