

Využití obnovitelných zdrojů energie

Solární termální systémy

Jan Bienert

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně :
Fakulta technologická
Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí
akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jan BIENERT
Studijní program: B 2808 Chemie a technologie materiálů
Studijní obor: Chemie a technologie materiálů
Téma práce: Solární termální systémy

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární průzkum současného stavu využití solární termální energie a možnými vývojovými trendy
2. Pokuste se definovat problémy související s touto technologií a také aspekty jako je legislativa, státní podpora, propagace apod.

nascannované zadání s. 2

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marie Dvořáková, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany živ. prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. června 2006

Ve Zlíně dne 1. února 2006



prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.
děkan



doc. Ing. Jaromír Hoffmann, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku solárních termálních systémů. Úvodem se zabývám Sluncem a přírodními podmínkami v ČR. Následuje charakteristika slunečních kolektorů a jejich vlastnosti. Poté se zaměřuji na ploché kolektory, fasádní kolektory, solárně termická zařízení, vzduchové kolektory, velkoplošné kolektory a v neposlední řadě také na legislativu a způsob získání státní podpory při realizaci projektů.

Klíčová slova: slunce, solární systém, kolektor

ABSTRACT

This bachelor work is focused on solar thermal systems. Preliminary I deal with Sun and natural conditions in Czech Republic. Then follow characteristic of solar collectors and their properties. After that I focused on flat collectors, front collectors, solar thermic installation, air collectors, large-area collectors, and last but not least also legislature and process of obtaining support by realization of projects.

Keywords: Sun, solar system, collector

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Marii Dvořáčkové, PhD. Za rady a čas, který mi věnovala. Taktéž bych rád poděkoval panu Doc. Ing. Františku Hruškovi Ph.D. za poskytnutí cenného materiálu.

OBSAH

ÚVOD	8
1 SOLÁRNÍ TERMÁLNÍ SYSTÉMY	9
1.1 SLUNCE	9
1.1.1 Základní charakteristika Slunce	10
1.1.2 Možnosti využití energie slunečního záření.....	10
1.1.2.1 Aktivní systémy	11
1.1.2.2 Pasivní systémy.....	11
1.2 SLUNEČNÍ ARCHITEKTURA	12
2 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY V ČR	14
2.1 VÝBĚR VHODNÝCH LOKALIT A ZÁSADY PRO DIMENZOVÁNÍ	15
2.2 TECHNICKÉ PODMÍNKY V ČR	16
2.3 JAK JE V ČR VYUŽITA SOLÁRNÍ ENERGIE.....	17
3 SLUNEČNÍ KOLEKTORY	18
3.1 ZÁKLADNÍ ENERGETICKÁ BILANCE SOLÁRNÍHO KOLEKTORU	18
3.2 ÚČINNOST SOLÁRNÍHO KOLEKTORU	19
3.3 ZÁKLADNÍ ČÁSTI SOLÁRNÍHO SYSTÉMU	20
3.4 ROZDĚLENÍ KOLEKTORŮ PODLE ZPŮSOBU OBĚHU TEPLONOSNÉ KAPALINY A POČTU OKRUHŮ	21
3.4.1 Solární systémy se samotížným oběhem.....	21
3.4.2 Solární systémy s nuceným oběhem	22
3.4.3 Jednookruhové systémy	22
3.4.4 Dvouokruhové systémy.....	22
3.4.5 Příklad použití – dvouokruhový solární systém s nuceným oběhem.....	23
3.5 ZPŮSOBY AKUMULACE TEPLA U SLUNEČNÍCH SYSTÉMŮ	24
4 PLOCHÉ KAPALINOVÉ SLUNEČNÍ KOLEKTORY	26
4.1 JEDNOTLIVÉ TYPY KOLEKTORŮ DODÁVANÉ FIRMOU THERMO SOLAR S.R.O	28
4.1.1 Vakuový plochý kolektor H400 V	28
4.1.2 Plochý kolektor HELIOSTAR H200/H250 pro sériové zapojení.....	29
4.1.3 Plochý kolektor HELIOSTAR H202/H300 N2L nebo H202/H300 N2P.....	29
4.1.4 Plochý kolektor HELIOSTAR H320/H330 N2L nebo H320/H330 N2P.....	30
4.1.5 Plochý kolektor HELIOSTAR H380	31
4.2 SOLÁRNÍ SESTAVY DODÁVANÉ FIRMOU SANY S.R.O	32
4.2.1 Samotížný komplet 100/1 SS	32
4.2.2 Samotížný komplet 200/2 SS	32
4.2.3 Komplet s nucenou cirkulací 200/2 SN	33
4.2.4 Komplet s nucenou cirkulací 300/3 SN a 400/4 SN	33
5 FASÁDNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉMY	34

5.1	ZPŮSOB INTEGRACE DO OBVODOVÉ KONSTRUKCE.....	34
5.1.1	Provětrávaný kolektor	34
5.1.2	Neprovětrávaný kolektor.....	35
5.2	SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ	36
5.3	TEPELNÝ VÝKON KOLEKTORU	36
5.4	ZHODNOCENÍ SYSTÉMU	36
6	SOLÁRNĚ TERMICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	37
6.1	SOLÁRNĚ TERMICKÁ ZAŘÍZENÍ NA PRINCIPU FARMY.....	38
7	VZDUCHOVÉ SOLÁRNÍ SYSTÉMY.....	40
7.1	APLIKACE VZDUCHOVÝCH SYSTÉMŮ V BYTOVÉ A OBČANSKÉ VÝSTAVBĚ	40
7.2	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ VZDUCHOVÝCH KOLEKTORŮ	41
7.2.1	Materiály absorbérů	42
7.3	VÝHODY A NEVÝHODY VZDUCHOVÝCH KOLEKTORŮ.....	42
7.3.1	Výhody	42
7.3.2	Nevýhody	43
8	VELKOPLOŠNÉ SOLÁRNÍ SYSTÉMY	44
8.1	KONCEPTY SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ	44
8.1.1	High-Flow systémy – systémy s maximálním průtokem	44
8.1.2	Low-Flow systémy – systémy s minimálním průtokem	44
8.1.3	Matched-Flow systém – systém s přizpůsobivým tokem	45
8.1.4	Drain-Back systémy – systém s úplným vyprázdněním	45
9	NÁVRATNOST A CENY JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	46
9.1	NÁVRATNOST	46
9.2	CENY JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	47
10	LEGISLATIVA	48
	ZÁVĚR.....	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	53
	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
	SEZNAM TABULEK.....	55

ÚVOD

Člověk a okolní prostředí jsou v neustálém velmi úzkém kontaktu. Doby, kdy člověk žil v souladu s přírodou jsou již velmi vzdálené. S postupným vývojem si člověk stále více podroboval přírodu a soulad se tak změnil v postupné využívání a mnohdy až drancování. V dnešní době se již ve vyspělých zemích klade velký důraz na životní prostředí a vynakládají se nemalé prostředky na obnovu zničených oblastí, dochází tak k postupnému zlepšování stavu životního prostředí. Bohužel jinak je tomu v rozvojových zemích, kde nejsou prostředky na zlepšení ani na udržení stavu životního prostředí.

Ke svému životu lidstvo vyžaduje ohromné množství energie, k výrobě této energie spotřebovává ve velké míře zásoby planety Země, zejména jsou vyčerpávány zásoby černého a hnědého uhlí, ropy, zemního plynu, uranu. V posledních několika desítkách let si lidstvo začalo postupně uvědomovat, že zásoby těchto zásob nejsou nevyčerpatelné. Přední vědci a odborníci se tak začali zabývat způsoby využití alternativních zdrojů energie.

V dnešní době je již využití obnovitelných zdrojů energie v popředí zájmu lidstva, jedná se o zejména využití vodní, větrné, geotermální a sluneční energie v zařízeních uzpůsobených k využití těchto nevyčerpatelných zdrojů. Do popředí zájmu se dostalo využití sluneční energie ať již ve fotovoltaických nebo fototermických zařízeních. Účinnost těchto zařízení je dnes na vysoké úrovni. Instalace zařízení jsou podporována i státem, stát tak dosahuje, díky úsporám energie určené pro vytápění, snížení produkce množství oxidu uhličitého ve vzduchu.

1 SOLÁRNÍ TERMÁLNÍ SYSTÉMY

1.1 Slunce

Slunce je středem planetární soustavy, do níž patří také naše Země a je zatím jediná hvězda, jejíž povrch můžeme detailněji sledovat. Na jejím povrchu jsme schopni pozorovat útvary o velikosti desítek a stovek kilometrů. Avšak nitro Slunce můžeme popisovat pouze modely, jež se shodují s pozorováním vnějších projevů Slunce [1].

Slunce obsahuje 99 % hmotnosti celé soustavy. Je mohutným zdrojem energie, kterou vyzařuje ve všech oblastech elektromagnetického záření, čímž ovlivňuje všechna tělesa sluneční soustavy. Je to obrovská žhavá plazmová koule. Zdrojem energie Slunce je přeměna vodíku v helium termonukleárními reakcemi probíhajícími ve středových oblastech Slunce [2].

Holá jádra (převážně protony), částice α a především volné elektrony se intenzivně pohybují a naráží do sebe. Některé srážky protonů končí jejich zachycením a přeměnou v těžší jádro. Proton zachycený do jádra má menší klidovou energii než volný proton, a právě tento rozdíl je při zachycení uvolněn. Úbytek hmotnosti při přeměně čtyř atomů vodíku v jeden atom helia je $0,0287u$ (u – atomová jednotka hmotnosti) a tomu odpovídá energie

$4,28 \cdot 10^{-12}$ J. Protože celkový tok energie vysílaný Sluncem do vesmírného prostoru je $3,8 \cdot 10^{26}$ W, musí v jádře Slunce proběhnout asi $0,9 \cdot 10^{38}$ reakcí za sekundu. To znamená, že každou sekundu se přemění $3,6 \cdot 10^{38}$ atomů vodíku na $0,9 \cdot 10^{38}$ atomů helia [1].

Celková zásoba vodíku ve Slunci je přibližně $1,2 \cdot 10^{57}$ atomů, s touto zásobou atomů může Slunce zářit ještě asi 100 miliard let, tak by tomu bylo v případě, pokud by Slunce mohlo využít všechnen svůj vodík. Reakce však probíhají pouze v jádře, takže život Slunce nepotrvá 100 miliard let, ale “pouze“ 15 miliard let.

Z množství vzniklého helia lze vypočítat stáří Slunce a to 4,6 miliardy let. Slunce je tedy poměrně mladá hvězda, neboť má za sebou asi $\frac{1}{4}$ života [2].

1.1.1 Základní charakteristika Slunce

V tabulce 1 jsou uvedeny některé vlastnosti Slunce.

Hmotnost	$1,989 \cdot 10^{30}$ kg
Rovníkový poloměr	695 900 km
Střední hustota	$1\,400 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Hustota povrchu	$2,07 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Hustota v centru	$150\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Teplota Povrchu	5 770 K
Teplota v centru	15 600 000 K
Střední vzdálenost od Země	149 600 000 km
Minimální vzdálenost od Země	147 100 000 km
Maximální vzdálenost od Země	152 100 000 km
Stáří	$4,57 \cdot 10^9$ roků
Rotace na rovníku	25,1 dne
Rotace na pólech	34,4 dne

Tabulka 1 Základní charakteristiky Slunce [2]

Sálavý (zářivý) výkon Slunce je asi $3,87 \cdot 10^{23}$ kW, tj. 387 tisíc triliónů kilowatt, z čehož na zemi dopadá $173 \cdot 10^{12}$ kW, tj. 173 biliónů kilowatt. Poněvadž asi 43% tohoto výkonu pohltí zemská atmosféra, dopadá průměrně na zemský povrch jen asi $0,2 \text{ kW/m}^2$ [3].

1.1.2 Možnosti využití energie slunečního záření

Sluneční energie dopadající na Zemi se z menší části (34%) odrazí zpět do vesmíru, z větší části (66%) je však Zemí absorbována, tato absorbovaná energie prochází na Zemi různými přeměnami. Bez sluneční energie by nebylo života na Zemi. Člověk dokáže stále více využít dopadající záření ve svůj prospěch, zachycuje ji a mění v jiné formy energie, jako je energie tepelná, mechanická, elektrická a chemická.

Poměrně nejsnadněji lze energii slunečního záření přeměnit v energii tepelnou. Záření se při tom zachycuje sběrači (kolektory) buď ve tvaru plochých panelů (ploché kolektory), nebo ve tvaru koncentrátorů s odraznou plochou (koncentrující kolektory). Plochými kolektory lze zachycenou sluneční energii převést v teplo o nízkém potenciálu (do 100°C). jde o tzv. nízkoteplotní systémy, které mohou sloužit především k ohřívání užitkové vody, k vytápění budov, popřípadě k teplovzdušnému sušení různých materiálů.

Optickou koncentrací dopadajícího slunečního záření lze u koncentrujících kolektorů získat teplo o vysokém potenciálu několika set °C až 4 000 °C i více. Vysokoteplotní systémy s koncentrujícími kolektory mohou sloužit k destilaci vody a dále jako sluneční vařiče, sluneční pece k přípravě jídel, k tavení kovů a podobně [1].

Přeměna světelného záření na teplo (fototermální přeměna) může být pasivní (pomocí pasivních solárních prvků budov - prosklené fasády, zimní zahrady) nebo aktivní (pomocí přídavných technických zařízení - sluneční sběrače - kolektory).

1.1.2.1 Aktivní systémy

Aktivní systémy je téměř vždy možné dodatečně instalovat na stávající budovu. Využívají se zejména k celoroční přípravě teplé užitkové vody (TUV), ohřevu bazénové vody a k přitápění budov pomocí teplovodního či teplovzdušného vytápění.

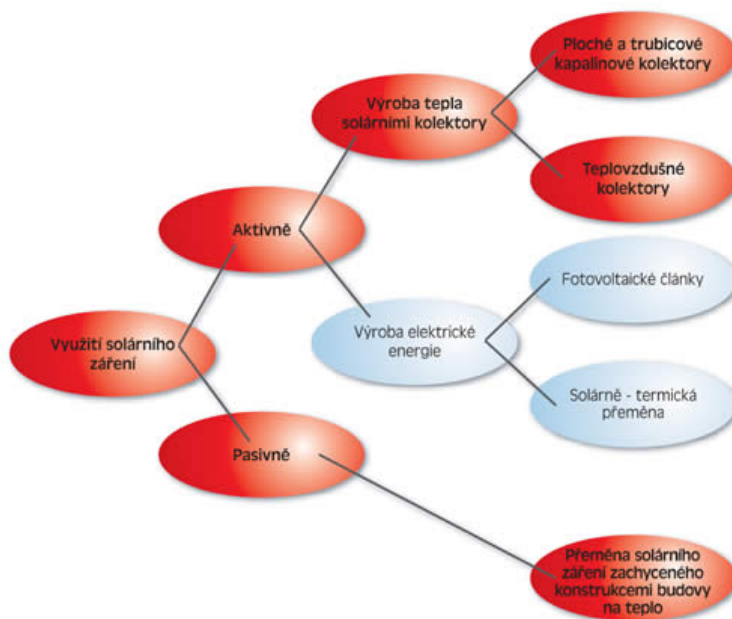
Sluneční energii je možné i dlouhodobě akumulovat v zásobnících (vodních, šterkových aj.). Čím je delší doba akumulace, tím je systém dražší a méně ekonomický. Proto se nejčastěji používá krátkodobá akumulace (několikadenní) spolu s pružnými otopnými systémy, které sníží výkon okamžitě, jsou-li v místnosti solární zisky prosklením.

1.1.2.2 Pasivní systémy

Výhodou pasivních systémů je to, že k provozu nepotřebují žádné další zařízení. Využívá se sluneční záření, které dopadne do interiéru okny nebo jiným prosklením. Systém je třeba navrhnout tak, aby byly zisky co nejlépe využity (např. cirkulací vzduchu z osluněných místností do ostatních částí domu). Výhodnější jsou tzv. těžké budovy, které umožňují krátkodobou akumulaci přebytků. Zásadní je i typ a regulace vytápěcího systému.

Pasivní systém musí s budovou tvořit harmonický celek. Toho je jednodušší dosáhnout u novostaveb. Starší stavby lze vhodně rekonstruovat (vybudovat skleněné přístavky, prosklené verandy apod.).

Velmi důležité je vyřešení rizika tepelné zátěže během léta (řádné odvětrání, akumulace do stavebních konstrukcí,...). V případě orientace prosklených ploch na jih nebo západ se zvyšuje riziko přehřívání interiéru v letních měsících [4].



Obr.1. Podrobné možnosti využití solární energie

1.2 Sluneční architektura

Asi 40% světové spotřeby energie je využíváno pro vytápění budov, skrývá se zde tedy ohromný potenciál pro šetření energií, ten můžeme využít vhodnou architekturou budov. Tuto architekturu označujeme jako sluneční. Sluneční architektura zde byla dlouhou dobu před tzv. ropnou krizí v 60. letech, nicméně nebyla řádně využívána díky velmi nízkým cenám fosilních paliv.

Několik let po ropné krizi se vývoj poněkud omezil a soustředil se zejména na oblasti stavebnictví, především na oblast stavebních materiálů a bylo dosaženo významných úspěchů. Nyní je s jejich pomocí možno ušetřit značnou část energie, významnou roli hrají nové materiály pro okna, která způsobují největší ztráty. Velkých úspěchů bylo dosaženo použitím tzv. termoskel. Jde o konstrukci se třemi skleněnými deskami, které jsou odděle-

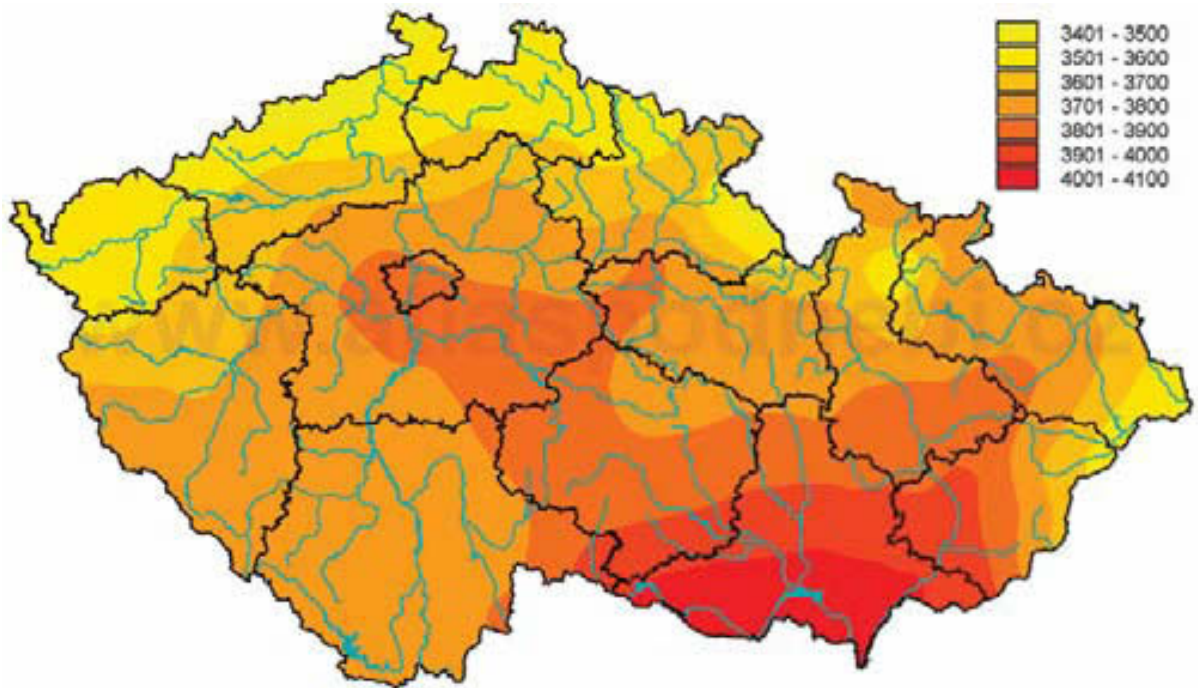
ny prostorem vyplněným vzácným plynem, ten zlepšuje tepelnou izolaci, nevýhodou je jejich cena, která je poněkud vyšší než cena skla běžného.

Šetření energií určenou k vytápění pomůže i volba vhodného stavebního materiálu a tvar stavby. Nejlépe vyhovují budovy tvaru polokulového nebo šestihranného [5].

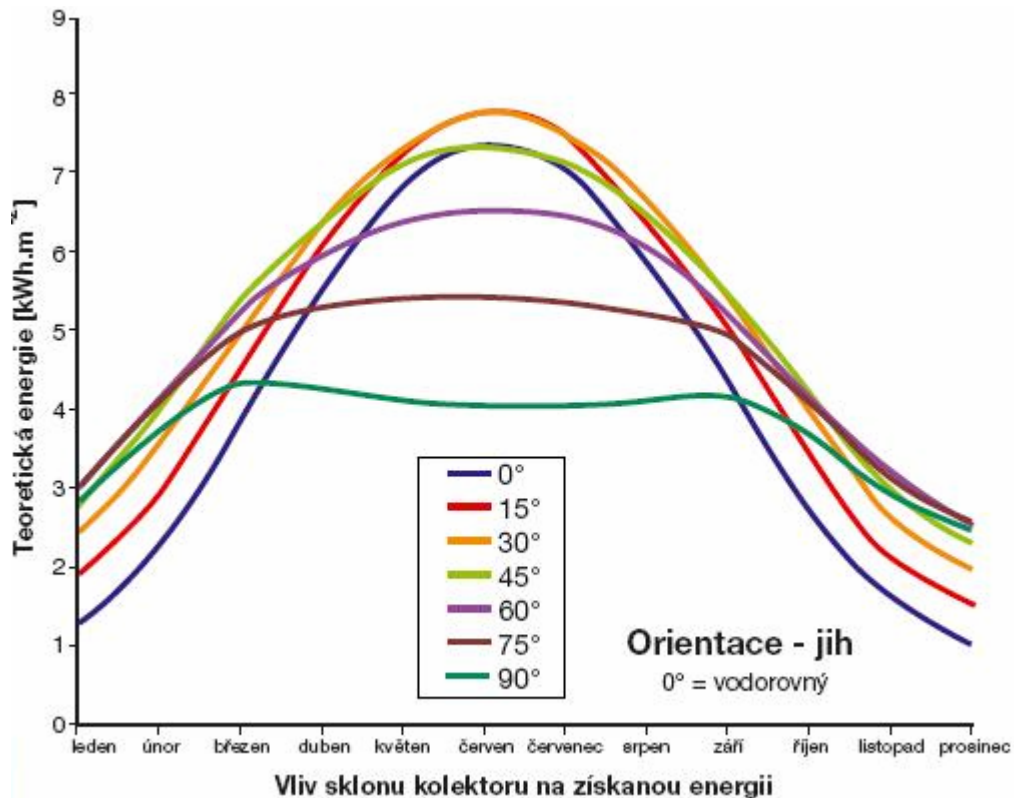
2 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY V ČR

Průměrný počet hodin solárního svitu (bez oblačnosti) se v ČR pohybuje kolem 1 460 h/rok (od 1400 do 1700 hodin za rok). Mapka ukazuje globální sluneční záření dopadající na vodorovnou plochu o velikosti 1 m^2 za rok a dává tak představu o množství využitelné sluneční energie.

V oblastech se silně znečištěnou atmosférou, je nutné počítat s poklesem globálního záření o 5 - 10%, někdy až 15 - 20%. Pro oblasti s nadmořskou výškou od 700 do 2 000 m nad mořem lze počítat naopak s 5% nárůstem globálního záření.



Obr.2. Průměrné roční sumy globálního záření v $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$



Obr.3. Teoretické množství solární energie v průběhu roku [20]

2.1 Výběr vhodných lokalit a zásady pro dimenzování

Sluneční systém pracuje nejlépe, pokud je navržen pro skutečné místní podmínky (dimenzování, umístění kolektorů a způsob využití). Pro dimenzování je důležité znát spotřebu TUV, zda bude ohříván bazén, zda bude požadováno přitápění, způsob napojení na klasický zdroj energie, způsob regulace a další vstupní údaje.

- počet hodin slunečního svitu a intenzita slunečního záření, která se mění podle znečištění atmosféry (město, venkov, hory),
- chod ročních venkovních teplot, větru či jiných nepříznivých meteorologických jevů, zejména námrazy, ty určují tepelné ztráty kolektorů,
- orientace, ideální je na jih (případně s mírným odklonem max. 45°), jihozápadní směr je výhodnější, neboť maximum výkonu nastává obvykle kolem 14. hodiny, kdy jsou v důsledku nejvyšší denní teploty nejnižší tepelné ztráty, automatické natáčení kolektorů za Sluncem je neekonomické,

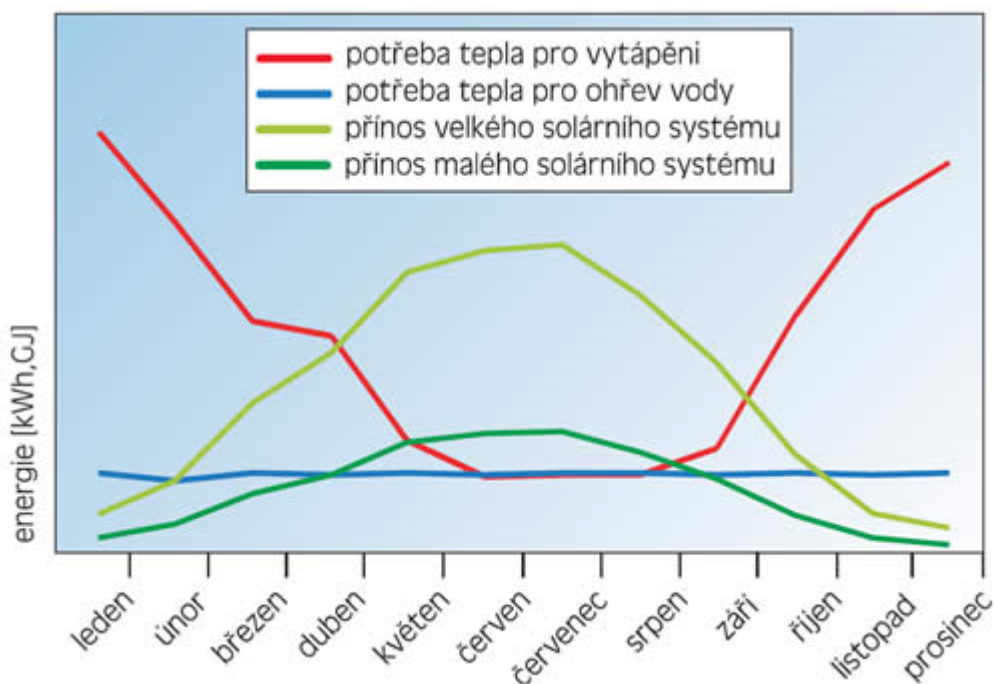
- sklon slunečních kolektorů, pro celoroční provoz může být 30 až 60° vzhledem k vodorovné rovině, při preferenci výhradně letního provozu 30°, u zimního provozu je výhodnější sklon 60 - 90°
- množství stínících překážek, ideální je celodenní osvit Sluncem, krátkodobé zastínění je přípustné spíše v dopoledních hodinách,
- délka potrubních rozvodů, má být co nejkratší s kvalitní izolací (minimalizace tepelné ztráty) a dostatečná izolace akumulční nádrže,
- možnost umístění - únosnost střechy, pokud nedostačuje, nebo není správně orientovaná, lze využít i štítovou stěnu, střechu garáže, přístavku, pergoly.
- rozložení spotřeby tepla, v ideálním případě kopíruje roční průběh slunečního záření, např. pro instalace jsou vhodnější bytové a rodinné domy, naproti tomu školy se jeví jako problematické, protože v době nejvyššího slunečního svitu bývají většinou nevyužívané (malý odběr teplé vody).

Z výše uvedených parametrů je možné stanovit: množství vyrobené energie z celého systému za rok. Pro podrobnější výpočty existují již počítačové programy, např. firemní programy výrobců slunečních kolektorů.

2.2 Technické podmínky v ČR

V ČR dopadá na povrch za rok průměrně 1100 kWh/m² energie. Pomocí kapalinových kolektorů můžeme získat 300 - 800 kWh/m² za rok. Zisk se však v jednotlivých měsících značně liší; pro letní přebytky často není využití. Pro reálné odhady hrubé výroby energie v průměrných solárních zařízeních lze v podmínkách ČR uvažovat průměrnou roční výrobu 380 - 420 kWh/m² kolektorové plochy za rok. Tuto hodnotu lze považovat podle dostupných naměřených údajů jako obvyklou

Obecně platí, že v ČR je během zimy solární energie tak málo, že i s vysoce účinnými kolektory potřebujeme poměrně velké plochy pro pokrytí potřeb. Naopak během léta bývá solární energie značný přebytek, takže i málo účinné kolektory získají energii dost. To je třeba zohlednit při hodnocení ekonomické efektivity systému [4].



Obr.4. Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem různé velikosti.

2.3 Jak je v ČR využita solární energie

Momentální podíl slunečních panelů na zásobování TUV představuje asi 17% konečné spotřeby paliv a energie. V souvislosti se stavbami lze již v projektu aplikovat poznatky pasivní solární architektury. S největší účinností lze využít sluneční energii v solárních zařízeních s přirozeným či nuceným oběhem pro přípravu TUV a pro ohřívání vody v bazénech. Solární ohřev se nejnádhěji instaluje v rodinných domech. V ČR dnes žije zhruba 10,2 milionu obyvatel, ti mají k dispozici celkem asi 3 700 000 bytů, z toho je 1 540 000 bytů v rodinných domech, 1 150 000 v panelových domech, a zbylé byty jsou v tradičních cihlových domech a v centrech měst.

Pokud by se např. u 1/3 rodinných domků instalovala zařízení pro ohřev TUV, bylo by potřeba 0,5 těchto zařízení. Celková plocha by byla 2 až 2,5 milionu m². Zařízení by nahradily ročně asi 1 milion MWh energie, která by byla vyrobena zcela bez emisí. Při rozvržení programu na 10 – 15 let by bylo vytvořeno až 3 000 pracovních míst [6].

3 SLUNEČNÍ KOLEKTORY

Slouží k získání tepelné energie ze slunečního záření, je však nutno použít kolektory, které ji co nejdokonaleji absorbují [5].

3.1 Základní energetická bilance solárního kolektoru

Solární kolektor přijímá sluneční záření, které je částečně přeměněno v teplo a částečně odraženo. Část tepla je odvedena teplonosnou látkou, část se odráží zpět do okolí a část tepla se akumuluje v těle kolektoru. Obecnou energetickou bilanci kolektoru lze popsat diferenciální rovnicí:

$$\frac{dQ}{dt} = Q_s - Q_{z,opt} - Q_{z,t} - Q_u \quad (1)$$

Kde : dQ/dt – časová změna tepelného obsahu kolektoru a teplonosné látky uvnitř absorbě

ru

Q_s – ozáření kolektoru

$Q_{z,opt}$ – optické ztráty

$Q_{z,t}$ – tepelné ztráty

Q_u – užitečný tepelný tok odvedený z kolektoru

Akumulační člen je ovlivněn změnou teploty a rychlostí proudění teplonosné látky na vstupu do kolektoru. Tento dynamický model solárního kolektoru je složitý, ale v řadě případů je nutný pro popis chování solárního kolektoru za reálných proměnlivých podmínek k jeho popisu se používá se počítačové modelování.

Pro odhad dlouhodobého chování solárního kolektoru stačí stacionární model, který vycházející z výše uvedené bilance při uvažování $\frac{dQ}{dt} = 0$ tj. ustálený stav.

Rozepsáním jednotlivých členů získáme:

$$Q_u = GA_c \tau \alpha - U_1 A_c (T_{abs} - T_a) - U_2 A_c (T_{abs} - T_a) - U_3 A_b (T_{abs} - T_a) \quad (2)$$

Kde : G – hemisférické ozáření (intenzita dopadajícího slunečního záření, $W \cdot m^{-2}$)

T_{abs} – střední hodnota absorbéru

T_a – teplota okolního vzduchu

τ - propustnost slunečního záření zasklení kolektoru

α - pohltivost slunečního záření absorbéru

U_1 – součinitel prostupu tepla přední stranou kolektoru

U_2 – součinitel prostupu tepla zadní stranou kolektoru

U_3 – součinitel prostupu tepla bočními stranami kolektoru

Optické ztráty jsou reprezentovány propustností zasklení τ a pohltivostí absorbéru α , tepelné ztráty jsou vyjádřeny celkovým součinitelem prostupu tepla kolektoru U . součinitel U je dán součtem součinitelů prostupu tepla jednotlivých stran (přední, zadní, boční) vztaženým na referenční plochu kolektoru, pro tento případ obecně A_c .

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \frac{A_b}{A_c} \quad (3)$$

Kde : U – celkový součinitel prostupu tepla kolektoru

A_b – celková velikost bočních ploch kolektoru

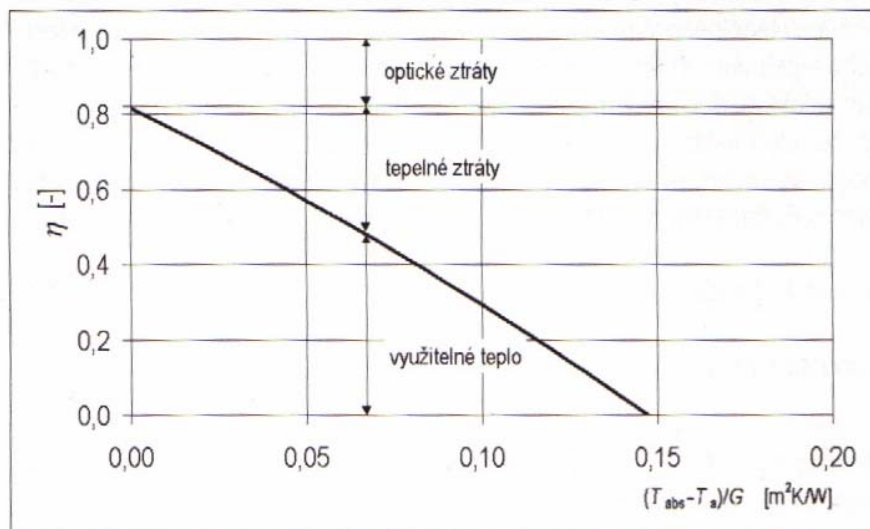
A_c – plocha kolektoru (kvůli zjednodušení je její velikost shodná s plochou absorbéru)

3.2 Účinnost solárního kolektoru

Účinnost solárního kolektoru je obecně definována jako poměr energie přenášené teplosnosnou látkou za určité časové období k součinu definované kolektorové plochy a slunečního záření dopadajícího na kolektor za ustálených podmínek.

$$\eta = \frac{Q_u}{GA_c} = \tau\alpha - U \frac{(T_{abs} - T_a)}{G} \quad (4)$$

Součin $\tau\alpha$ je označován jako optická účinnost solárního kolektoru η_0 (míra optických ztrát). Poměr $\frac{(T_{abs} - T_a)}{G}$ se nazývá redukovaný teplotní rozdíl stanovený pro absorbér kolektoru a je jedním ze základních parametrů pro hodnocení účinnosti solárních kolektorů za různých provozních podmínek. Výsledkem je křivka účinnosti solárního kolektoru. Graficky je znázorněno rozložení podílu optických tepelných ztrát a využitelného podílu dopadající sluneční energie pro daný provozní stav solárního kolektoru [7].



Obr.5.Křivka účinnosti solárního kolektoru

3.3 Základní části solárního systému

Základním stavebním prvkem slunečního kolektoru (solární tepelný jímač) je absorbér, což je např. plochá deska s neodrazivým povrchem a trubicemi pro odvod teplosnosného média. Uložením absorbéru pod skleněnou desku vznikne sluneční kolektor, který využívá "skleníkového efektu". Z hlediska teplosnosného média dělíme kolektory na kapalinové a vzduchové resp. kombinované.

Sluneční absorbéry přeměňují zachycené sluneční záření na tepelnou energii (dlouhovlnné záření). Ta je pomocí teplosnosného média (kapalina, vzduch) odváděna do místa okamžité spotřeby akumulována z zásobníku.

Kolektory dělíme podle tvaru na ploché a trubicové (mají absorbér zataven ve vakuové trubici). Vakuum snižuje tepelné ztráty a zvyšuje účinnost při dosažení vyšších výstupních teplot, používá se také u plochých kolektorů (Heliostar H 400V).

Kvalitní kolektory mají absorbér opatřený spektrálně selektivní vrstvou (speciální černá barva nebo galvanické pokovení), mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difúzní záření. Rovněž zasklení je ze speciálního skla, které má nízkou pohltivost slunečního záření a má zvýšenou mechanickou pevnost.

U koncentračních kolektorů čelní (lineární Fresnelovy čočky) nebo odrazová plocha (duté zrcadlo) koncentruje záření na menší absorpční plochu. Dosáhne se tak vyšších

teplot a vyšší účinnosti. Obvykle je nutné polohovací zařízení, které natáčí kolektor nebo jeho absorbér za Sluncem.

Solární zásobník slouží pro přípravu TUV, doplňkově se ohřívá tepelnou energií z ústředního vytápění a elektřinou (při nedostatku sluneční energie). Objem zásobníku musí odpovídat ploše kolektorů, aby i v létě akumuloval zachycenou energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou týdně ohřát obsah zásobníku na 72 °C, neboť při provozu za nízkých teplot a malém odběru vody se mohou rozmnožit nežádoucí mikroorganismy.

Solární výměník tepla v zásobníku je umístěn co nejnižší, nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejdříve je elektrické topné těleso. Plochy výměníků musí být navrženy s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku.

Potrubí by mělo být co nejkratší s kvalitní tepelnou izolací, navržené na odpovídající požadovaný průtok, teplotu a tlak teplonosné kapaliny v solárním okruhu. Nejčastěji se používá měď, nedoporučují se plasty. Oběhové čerpadlo zajišťuje cirkulaci teplonosné kapaliny. Armatury zabezpečují správnou funkci z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti včetně kontroly a regulace (manometr, teploměr, zpětný ventil). Vyrovnání tlaku vlivem značného kolísání teploty zajišťuje expanzní nádoba, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplonosné kapaliny. Jako ochrana proti extrémnímu zvýšení tlaku při výpadku elektřiny se instaluje pojistný ventil. Automatická regulace zabezpečuje řízení a optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči [4].

3.4 Rozdělení kolektorů podle způsobu oběhu teplonosné kapaliny a počtu okruhů

3.4.1 Solární systémy se samotížným oběhem

Využívají k oběhu teplonosné kapaliny gravitace mezi kolektorem a zásobníkem. Kapalina v systému proudí díky rozdílu hustoty mezi ochlazenou a ohřátou teplonosnou kapalinou. Solární zásobník je nutné umístit výše než kolektory. Nevýhodou je horší regulace průtoku teplonosné kapaliny kolektorem (nižší účinnost zařízení). Většina moderních kolektorů je navržena na nucený oběh a pro svůj velký hydraulický odpor není k tomuto

zapojení vhodná. Výhodou jsou nižší pořizovací náklady, maximální jednoduchost, nezávislost na vnějším zdroji energie, vyšší spolehlivost, nehrozí výpadek čerpadla. Systém samotížného oběhu se využívá u velmi jednoduchých malých solárních systémů určených pro převážně sezónní ohřev.

3.4.2 Solární systémy s nuceným oběhem

Využívají k oběhu teplonosné kapaliny oběhové čerpadlo. Výhodou je přesná regulace průtoku teplonosné kapaliny kolektorem, která umožňuje vyšší účinnost přenosu tepla.

Zmenšení průtoku vlivem hydraulických ztrát se nechá částečně kompenzovat změnou otáček čerpadla, snížení průtoku lze docílit škrcením. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady, větší složitost, nižší spolehlivost (výpadek čerpadla) a závislost na vnějším zdroji energie. Chod čerpadla je řízen automatikou podle teplotní diference mezi výstupní teplotou z kolektoru a teplotou ohřivané kapaliny v zásobníku [4],[17].

3.4.3 Jednookruhové systémy

Jednookruhové systémy přímo ohřívají vodu bez výměníku tepla. Výhodou je vysoká účinnost přenosu tepla, nižší pořizovací náklady, jednoduchost. Nevýhodou je možnost použití pouze pro sezónní provoz (bazény), nebezpečí tvorby bakterií a řas, při nízkých teplotách hrozí zamrznutí vody.

Propojení okruhu spotřeby a výroby tepla komplikuje návrh zejména složitějších systémů. Vlivem používání neupravené vodovodní vody dochází k zanášení a korozi (oxidaci) kolektoru i systému. Používají se výhradně v nejjednodušších zařízeních pro sezónní ohřev vody.

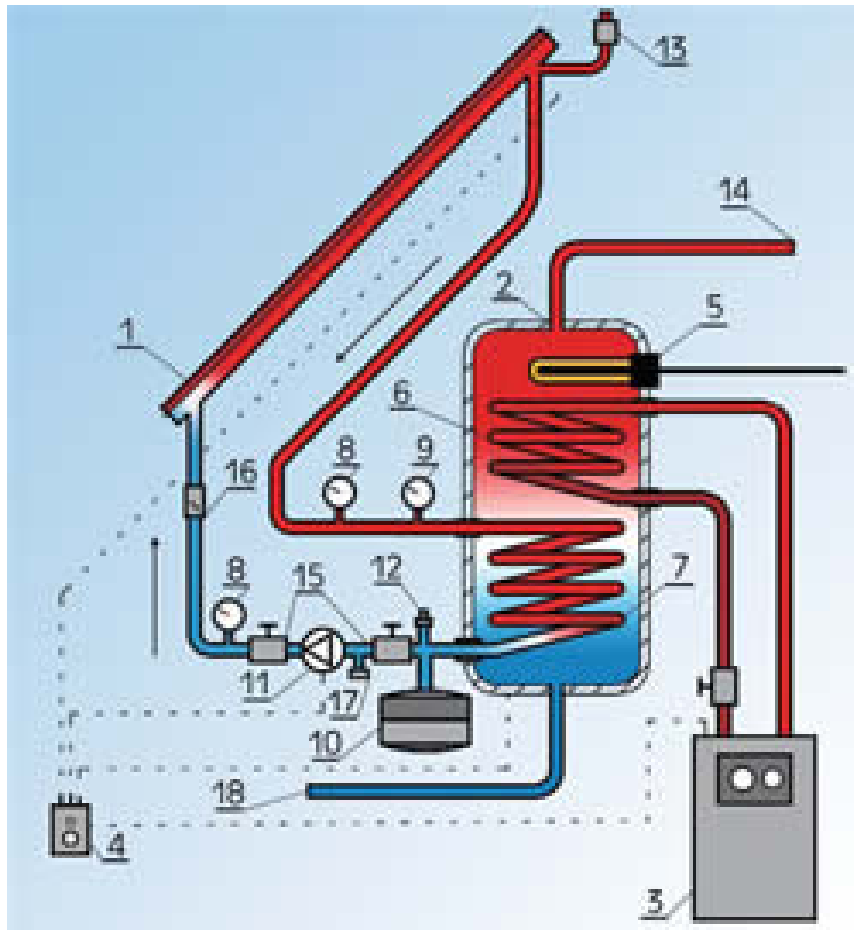
3.4.4 Dvouokruhové systémy

Dvouokruhové systémy pracují s výměníkem tepla a dvěma nezávislými okruhy. První okruh rozvádí ohřátou teplonosnou kapalinu od kolektorů do výměníku tepla. Druhý přebírá teplo z výměníku a vede jej do místa spotřeby (solární zásobník). Primární okruh bývá napuštěn nemrznoucí směsí.

Výhodou je celoroční provoz. Tlakové oddělení okruhů umožňuje velkou variabilitu zapojení s různými průtoky médií. Nevýhodou je horší účinnost v důsledku ztrát ve výměníku tepla, vyšší pořizovací náklady a složitost.

3.4.5 Příklad použití – dvouokruhový solární systém s nuceným oběhem

Určený pro celoroční provoz. Systém obsahuje kolektory, výměník a nemrznoucí teplotnosnou kapalinou.



Obr.6. Dvouokruhový solární systém s nuceným oběhem

Popis jeho součástí:

1-solární kolektor, 2-solární zásobník (trivalentní), 3-kotel ústředního vytápění, 4-elektronická regulace solárního 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-pojišťovací ventil, 13-odvzdušňovací ventil, 14-výstup teplé vody, 15 uzavírací ventily, 16-zpětná klapka, 17-plnicí kohout, 18-vstup studené vody z vodovodního řádu. Pozice č. 8, 9, 10, 11, 12, 16 spolu s průtokoměrem jsou na solární instalační jednotce [4].

3.5 Způsoby akumulace tepla u slunečních systémů

U nízkoteplotních slunečních systémů s maximální teplotou do 100°C se teplo akumuluje buď jako citelné teplo v kapalině (nejčastěji vodě), nebo v tuhé látce (v zemi, nebo ve šterku), anebo jako latentní teplo v látce, která při nabíjení a vybíjení mění skupenství.

V prvním případě závisí množství pohlceného tepla na měrné tepelné kapacitě akumulární látky a na rozdílu teplot při akumulaci.

Ve druhém případě mění akumulární látka svoje skupenství (při nabíjení přechází z tuhého skupenství do kapalného a při vybíjení naopak z kapalného skupenství do tuhého). Nabíjení a vybíjení probíhá při stálé teplotě (při teplotě bodu tání) a množství pohlceného tepla závisí na měrném skupenském teple akumulární látky.

Největší měrnou tepelnou kapacitu má voda ($c = 4\,187 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$), vodní zásobník má tedy za stejných okolností menší obsah než zásobník s jinou akumulární látkou. Vodních zásobníků se tedy používá u systémů, kde jde o akumulaci při teplotách do 100°C. Další výhodou je snadná dostupnost vody (nízká cena) a příznivé podmínky pro přestup tepla u výměníků.

Pro akumulaci většího množství tepla by musel mít vodní zásobník značně velký obsah, proto se v tomto případě uvažuje o akumulaci tepla v zemi. Může to být buď akumulace v suché zemi, kamenné drti, nebo akumulace ve vlhké zemi nebo písku. Větší akumulární schopnost má vlhká zemina nebo písek (písek může obsahovat až 40 % vody). Celý akumulární prostor však musí být ohraničen nepropustnou vrstvou jílu, aby se zabránilo prosakování vody do okolí. Jako výměníku tepla se v tomto případě používá trubek (trubkových meandrů) zapuštěných do země. V suché zemi nebo kamenné drti lze teplo akumulovat při teplotě až 100°C (v dokonale izolovaných systémech by bylo možno akumulovat teplo i při teplotě nad 100°C). Při akumulaci ve vlhké zemi nebo písku však vzhledem k nepříznivým biologickým jevům, jako je tvorba plísní, připustit maximální teplotu jen kolem 30 až 40°C. Tím se akumulární schopnost těchto zásobníků podstatně zmenšuje.

Zemní zásobníky tepla jsou poměrně nákladné a vyplatí se tedy budovat je jen pro větší společná zařízení. Pro malá zařízení (rodinné domky) by byly vhodné jen ve zcela ojedinělých případech, kdy by byly obzvláště příznivé podmínky pro jejich budování.

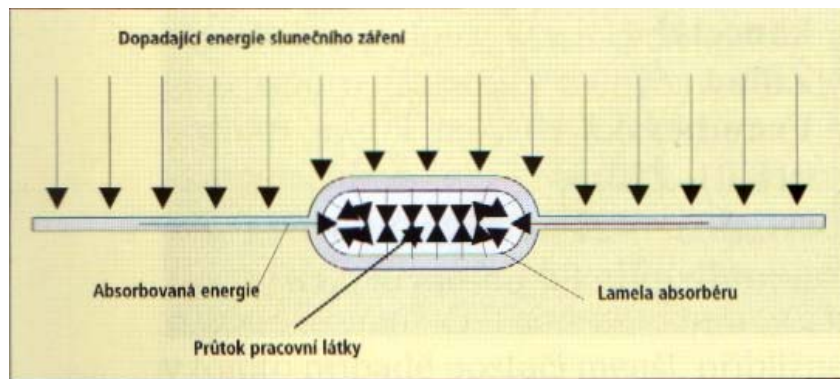
S akumulací tepla při změně skupenství aktivní látky se provádějí laboratorní pokusy. Hromadné využití v praxi má však tyto nevýhody :

- vysoká cena za akumulační látku.
- velká agresivita akumulační látky vůči materiálům, z nichž jsou zhotoveny zásobníky a výměníky tepla.
- Četné dosud nezvládnuté problémy s konstrukcí a výrobou zásobníků a výměníků tepla.
- Obtížné využití tepla akumulovaného při nízkých teplotách pod bodem tání akumulační látky

Pro budoucnost však lze očekávat, že uvedené problémy se postupně podaří vyřešit a že akumulace latentního tepla při změně skupenství látek se uplatní v praxi i u slunečních vytápěcích systémů [1].

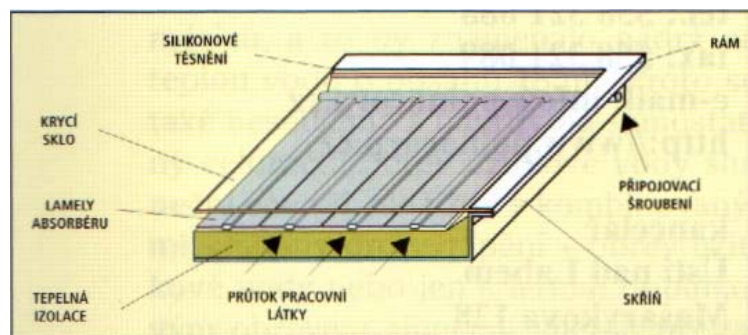
4 PLOCHÉ KAPALINOVÉ SLUNEČNÍ KOLEKTORY

Ploché kapalinový sluneční kolektor je zařízení přeměňující dopadající sluneční záření na tepelnou energii.



Obr.7. Přenos absorbované energie kondukcí do pracovní látky

Základním článkem každého slunečního kolektoru je absorbér, všechny výkonné sluneční kolektory s vysokou účinností mají absorbér opatřený spektrálně selektivní vrstvou. Tato vrstva vybírá z elektromagnetického spektra slunečního záření pouze optimální vlnové délky pro transformaci na teplo. Ostatní, zejména dlouhovlnné záření odráží, ale také v tomto oboru spektra vyzařuje. Získaná tepelná energie je v absorbérů předávána cirkulující pracovní kapalině a odváděna do místa spotřeby. Pro minimalizaci tepelných ztrát je absorbér uložen na tepelné izolaci. Celek je umístěn ve skříni kolektoru a uzavřen speciálním krycím sklem. Jako pracovní kapalina se u solárních systémů s celoročním provozem používá výhradně nemrznoucí kapalina.



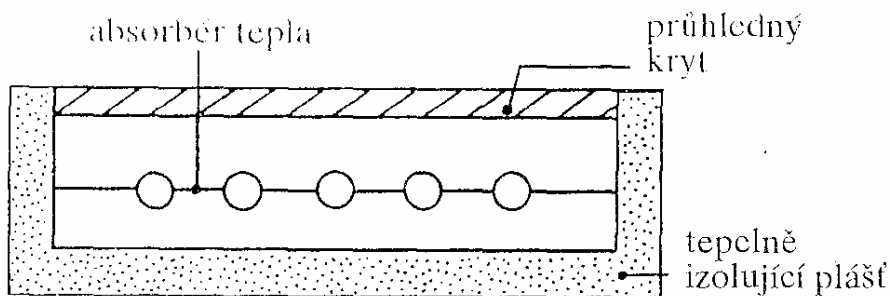
Obr.8. Konstrukční uspořádání panelu teplovodního slunečního kolektoru

V ČR se převážně používá vodný roztok solarenu, ten navíc obsahuje inhibitory koroze na ochranu solárního systému. Neředěný roztok Solarenu má počátek krystalizace při -30°C [17].

V teplo je přeměněno 85 – 95% dopadajícího slunečního záření, toto teplo se pak odvádí k přímému využití nebo se ukládá v zásobníku tepla pro pozdější využití. Účinnost nižší než 100% je dána tepelnou ztrátou z absorberu do okolí a to tepelným zářením, konvekcí a tepelnou vodivostí [5].

Instalace plochých kolektorů bývá horizontální, vertikální, nebo šikmá. Zvolená orientace závisí pro dané zařízení na jeho váze, velikosti, poloze místa (zeměpisné šířce) a na architektonických podmínkách. Nejsnadnější je realizace horizontálních kolektorů. Více energie poskytují kolektory skloněné proti rovníku, na severní polokouli jsou namířeny na jih a mají sklon, který závisí na zeměpisné šířce daného stanoviště.

V případě možnosti měnit sklon kolektoru je doporučen v zimních měsících sklon odpovídající zeměpisné šířce $+15^{\circ}$. Pro letní měsíce pak sklon odpovídající zeměpisné šířce -15° . Platí, že, čím je větší sklon kolektoru, tím menší jsou problémy spojené se znečišťováním a působením atmosférických vlivů [5].



Obr.9. Princip tepelného kolektoru

Platí, že čím větší je propustnost a čím menší je odrazivost průhledného krytu, tím lépe proniká záření do nitra systému a tím větší je účinnost zařízení. Důležitou roli hraje absorpční koeficient použitého absorberu. Opět platí, že čím je tento koeficient vyšší, tím efektivnější je působení slunečního záření. Pro tepelnou izolaci pláště se používá skleněná vata [5].

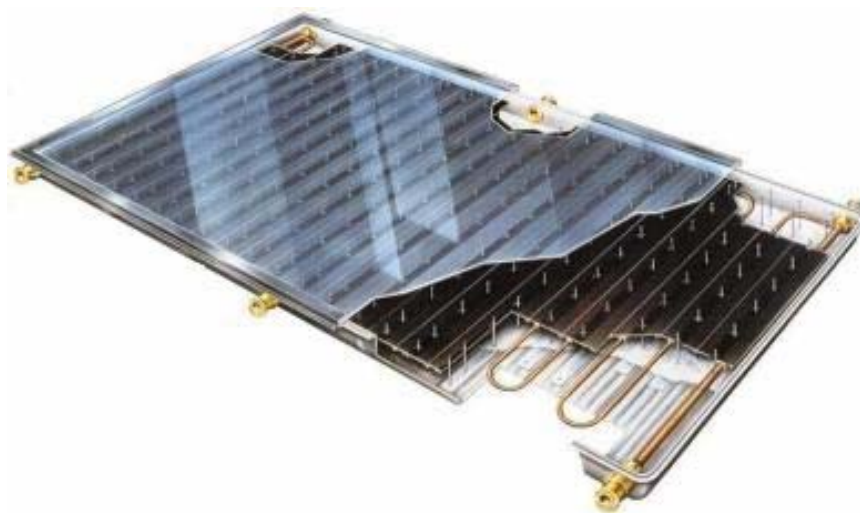
4.1 Jednotlivé typy kolektorů dodávané firmou Thermo | solar s.r.o

4.1.1 Vakuový plochý kolektor H400 V

Jedná se o vysocevýkonný plochý sluneční kolektor s vakuovou izolací HELIOSTAR[®] H400 V. Skříň kolektoru je vylisována z korozi odolné hliníko-hořčíkové slitiny. Spojování pomocí rychlospojek vylučuje použití svařovacích postupů a jiných pracných standardních technologií montáže. Integrace sběrných trubek v kolektorech využívá vynikajících izolačních vlastností vakua a zjednodušuje montáž.

Společnost Thermo | solar jako první a zatím jediný výrobce plochých kolektorů na světě využívá výhody vakuové izolace. Použití této technologie zaručuje jejich mimořádně dlouhou životnost, která je proti životnosti kolektorů s nevakuovou izolací dvojnásobná. Průměrný roční energetický zisk HELIOSTAR[®] H400 V je přibližně o 20 až 30% vyšší jako u srovnatelného nevakuového kolektoru.

Absorbční plocha kolektoru je 1,76 m², rozměr 1040x2040 mm, celková hmotnost 48 kg, konverzní vrstva je vysokoselektivní na bázi oxidu hlinitého pigmentovaného koloidním niklem, celkový obsah kapaliny je 1,3 l, doporučená pracovní teplota je pod 100°C, doporučený průtok teplotonosné kapaliny je 30 – 100 l/h, roční energetický zisk dosahuje 800 – 1200 kWh/rok [8].



Obr.10. Sluneční kolektor H400 V

4.1.2 Plochý kolektor HELIOSTAR H200/H250 pro sériové zapojení

Kolektor je s meandrem bez sběrných trubek, je určená pro vertikální montáž v menších solárních systémech s oběhovým čerpadlem. Skládá se z kompaktně lisované skříně, ve které je pomocí zasklívacího rámu z nekorodujícího hliníkového profilu upevněné bezpečnostní solární sklo. Lamely absorbéru jsou z tvarovaného hliníko-hořčíkového plechu s vysoce selektivní konverzní vrstvou obklopující meandr z měděné trubky. Měděné trubkové vývody se připojují k hydraulickému okruhu spojovacími nebo svorkovacími spojkami. Kolektory se spojují do série, maximálně však 4 kusy.



Obr.11. Plochý kolektor HELIOSTAR H200/H250

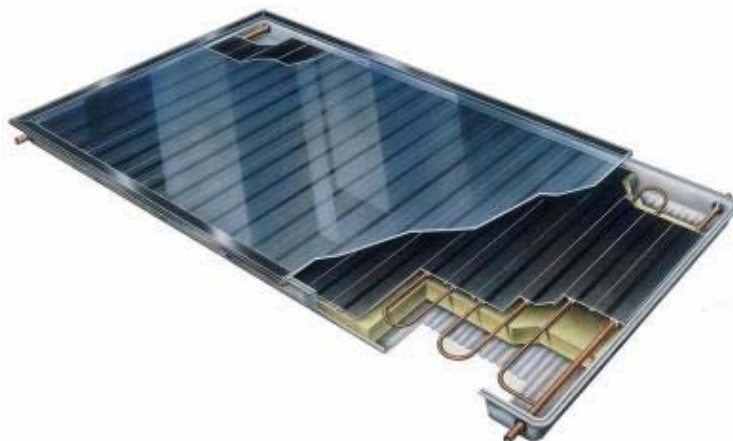
Absorbční plocha kolektoru je $1,76 \text{ m}^2$, rozměr $1040 \times 2040 \text{ mm}$, celková hmotnost 43 kg , doporučená pracovní teplota pod 100°C , celkový obsah kapaliny je $1,2 \text{ l}$, doporučený průtok teplonosné kapaliny $15 - 25 \text{ l/h}$ pro jeden kolektor, energetický zisk $700 - 930 \text{ kWh/rok}$ [8].

4.1.3 Plochý kolektor HELIOSTAR H202/H300 N2L nebo H202/H300 N2P

Jedná se o kolektor s trubkovými (H202/H300 N2L) nebo s přírubovými (H202/H300 N2P) vývody určený pro vertikální montáž v solárních systémech s oběhovým čerpadlem. Skládá se z kompaktní skříně, v které je pomocí zasklívacího rámu z nekorodujících hliníkových profilů upevněno bezpečnostní solární sklo. Lamely absorbéru jsou tvarovány z hliníko-hořečnaté slitiny plechu s vysoce selektivní konverzní vrstvou obepínající meandr z měděné trubky.

H202/H300 N2L se připojuje k hydraulickému okruhu sváření

H202/H300 N2L se připojuje k hydraulickému okruhu rychlospojками.

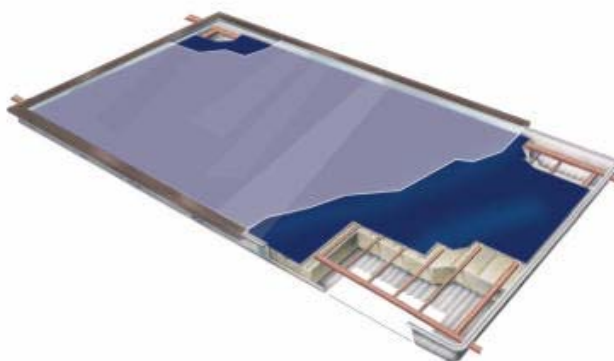


Obr.12. Plochý kolektor HELIOSTAR H202/H300

Absorbční plocha kolektoru je $1,76 \text{ m}^2$, celková hmotnost je v případě typu N2L 43 kg, v případě typu N2P 36,5 kg, doporučená pracovní teplota je pod 100°C , celkový objem kapaliny je 1,3 l, doporučený průtok kapaliny je 30 – 100 l/h, energetický zisk je 700 – 930 kWh/rok [8].

4.1.4 Plochý kolektor HELIOSTAR H320/H330 N2L nebo H320/H330 N2P

Jedná se o kolektor s trubkovými (H320/H330 N2L) nebo s přírubovými (H320/H330 N2P) vývody určený pro horizontální montáž v solárních systémech s oběhovým čerpadlem. Skládá se z kompaktní lisované skříně, v které je pomocí zasklívacího rámu z nekorodujících hliníkových profilů upevněno bezpečnostní sklo. Absorbér sestavený z lisovaných profilů (H320) z hliníkové slitiny, nebo s vysokotažného hliníkového plechu (H330) s vysoce selektivní konverzní vrstvou má zaválcovaný meandr z měděné trubky.



Obr.13. Plochý kolektor HELIOSTAR H320/H330

H320/H330 N2L – měděné trubkové vývody o průměru 18 mm se připojují k hydraulickému okruhu sváření

H202/H300 N2L – přírubové vývody se připojují k hydraulickému okruhu rychlospojky o průměru 26 mm.

Absorbční plocha je $1,77 \text{ m}^2$, celková hmotnost v případě H320 je 45 kg, v případě H330 39 kg, doporučená pracovní teplota je pod 100°C , doporučený průtok teplotnosné kapaliny je 30 – 100 l/h pro jeden kolektor, energetický zisk je 700 – 930 kWh/rok [8].

4.1.5 Plochý kolektor HELIOSTAR H380

Jedná se o typ kolektoru s lýrovým absorbérem a trubkovými vývody určený pro vertikální montáž v samoběžných solárních systémech. Skládá se z kompaktní lisované skříně, ve které je pomocí zasklívacího rámu z nekorodujícího hliníkového profilu upevněno bezpečnostní solární sklo. Absorbér sestavený z lisovaných profilů z hliníkové slitiny s vysoce selektivní konverzní vrstvou má zaválcované měděné trubky v lýrovém uspořádání. Měděné trubkové vývody o průměru 18 mm se připojují k hydraulickému okruhu spojováním.



Obr.14. Plochý kolektor HELIOSTAR H380

Absorbční plocha je $1,77 \text{ m}^2$, celková hmotnost je 46 kg, celkový objem kapaliny 1,5 l, doporučené pracovní teplota je 100°C , doporučený průtok teplotnosné kapaliny není známý, celkový energetický zisk je 700 – 930 kWh/rok [8].

4.2 SOLÁRNÍ SESTAVY DODÁVANÉ FIRMOU SANY s.r.o

Firma SANY s.r.o je výhradním obchodním zástupcem firmy THERMO-SOLAR (solární systémy sluneční kolektory HELIOSTAR) pro českou republiku [9].

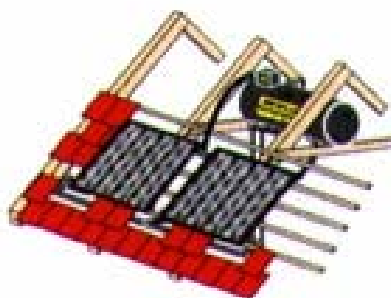
4.2.1 Samotížný komplet 100/1 SS

Je zařízení pracující na principu samotížné cirkulace primárního okruhu. Během jednoho slunného dne v období květen až září je schopen ohřát 100 litrů vody na teplotu 65°C. Systém je možno dodat i bez el. dohřevu. Solární zásobník je pak možno zapojit v sérii se stávajícím elektrickým boilerem. Konstrukční uspořádání umožňuje splnit všechny požadavky na různé druhy vestaveb (umístění zásobníku do sedlové střechy, na půdu apod.). Celý systém lze umístit i na rovnou střechu. Rozvody primárního okruhu jsou z měděných trubek s tepelnou izolací a jsou naplněny ekologickou nemrznoucí kapalinou.

Sestava obsahuje kolektor Heliostar 380, hliníkovou konstrukci na šikmou střechu, solární zásobník smalt OKC 125 litrů, expanzomat 8 litrů + 25 litrů kolektor. Absorbční plocha je 1,76 m² [10].

4.2.2 Samotížný komplet 200/2 SS

Podmínkou správné instalace je umístění zásobníku v poloze nad kolektory. Takto sestavený systém nevyžaduje ani regulační, ani pohonnou jednotku na primárním okruhu. Umísťuje se na sedlovou střechu, případně na rovnou střechu, či terén. Zásobník je vybaven topnou vložkou pro ohřev vody pomocí kolektorů. Systém je možno instalovat i bez dohřívacího zdroje. Zařízení je vhodné pro 3 až 4 člennou rodinu. Úspora energie k přípravě TUV během jednoho dne je 65 až 75%. Systém ohřeje během jednoho slunného dne 200 litrů vody na teplotu 65°C.



Obr.15. Umístění zásobníku

Sestava obsahuje 2x kolektor Heliostar 380, hliníkovou konstrukci na šikmou střechu, solární zásobník smalt OKC 200 litrů, expanzomat 12 litrů + 25 litrů kolekton. Absorbční plocha sestavy je 3,52 m² [11].

4.2.3 Komplet s nucenou cirkulací 200/2 SN

Je zařízení pracující s nuceným oběhem (oběhové čerpadlo), které umožňuje libovolné umístění kolektorů (střecha, terén) a zásobníku (kotelna, prádelna, koupelna). Čerpadlo je součástí solární jednotky a jeho chod je řízen elektronickou dvojčidlovou regulací. Případný dohřev vody zejména v zimních měsících je možný řešit el. tělesem nebo stávajícím elektrickým, plynovým či jiným boilerem. Sestava obsahuje 2x kolektor Heliostar 380, hliníkovou konstrukci na šikmou střechu, solární zásobník VTS 200 litrů + elektrodohřev 2kW, solární hnací jednotku SANY 1, elektronickou regulaci, expanzomat 12 litrů + 25 litrů kolektor, absorbční plocha je 3,52 m² [12].

4.2.4 Komplet s nucenou cirkulací 300/3 SN a 400/4 SN

Tyto dvě sestavy se konstrukčně neliší od soustavy předchozí, jediný rozdíl je ve velikosti plochy kolektorů, dále v množství ohřáté vody a v neposlední řadě v ceně.

Sestava 300/3 SN ohřeje 300 litrů vody, sestava 400/4 SN ohřeje 400 litrů vody [13],[14].

5 FASÁDNÍ SOLÁRNÍ SYSTÉMY

Fasádní solární kolektor je standardní kapalinový kolektor integrovaný do obvodové konstrukce budovy. Kolektor se skládá z bezpečnostního zasklení, meziprostoru, absorpčního, izolace a nosné konstrukce. Zadní tepelná izolace o tloušťce 60 – 70 mm není součástí kolektoru, je výplní nosné konstrukce a zvyšuje celkovou tloušťku na 120 až 140 mm.

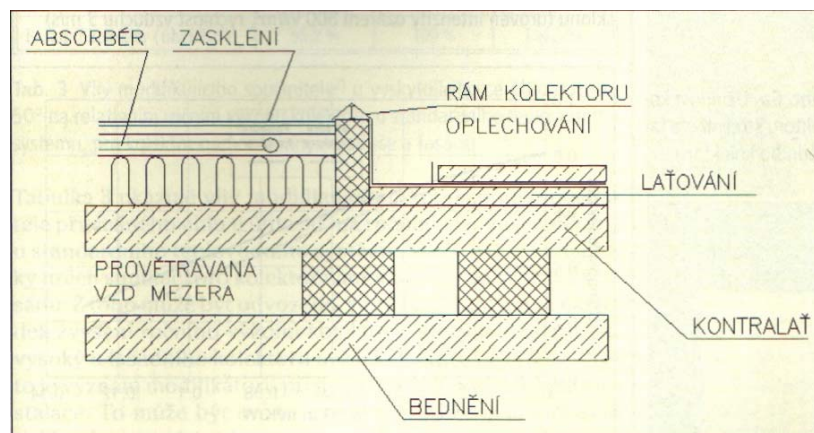
Fasádní kolektory se zpravidla dodávají jako velkoplošné instalační panely pro kontaktní montáž k obvodové konstrukci domu, kolektor může být s budovou tepelně svázán, nebo může být oddělen vzduchovou mezerou. Hlavní funkcí fasádního kolektoru je získání solární energie, navíc zlepšuje tepelnou izolaci budovy a transparentní kryt slouží jako povětrnostní ochrana fasády. Do fasády integrovaný kolektor působí jako zajímavý architektonický prvek. Omezení je pouze v dostupnosti volné a nestíněné plochy fasády.

5.1 Způsob integrace do obvodové konstrukce

Provedení fasádních kolektorů z hlediska zabudování do obvodové konstrukce může být dvojitý – s provětranou mezerou a kontaktní způsob bez mezery

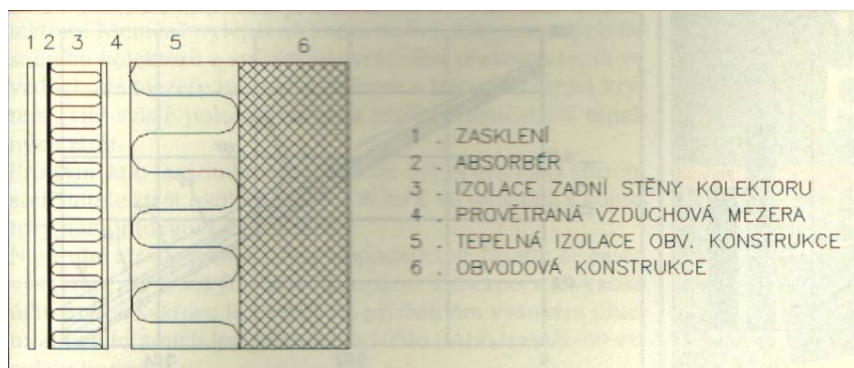
5.1.1 Provětrávaný kolektor

Je typickým řešením pro integraci do šikmé střechy, kolektor nahrazuje střešní krytinu. vrstvy kolektoru a obvodové konstrukce nejsou v kontaktu a není možné výhodné termické spolupůsobení kolektoru a obvodové konstrukce.



Obr.16. Schéma střešního šikmého provětrávaného kolektoru

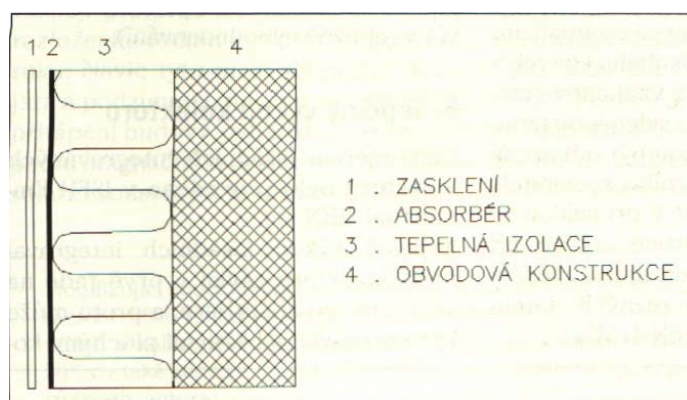
Provětrávaný kolektor je nutným řešením v případech, kdy se na vnitřní straně obvodové konstrukce nachází prostředí s vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Odvětrávaná mezera dává určitou jistotu, že nedojde k rosnému bodu uvnitř konstrukce zateplení.



Obr.17. Schéma provětrávaného fasádního kolektoru

5.1.2 Neprovětrávaný kolektor

Používá se pro integraci do obvodové stěny. Vrstvy kolektoru a obvodové stěny jsou v kontaktu. V porovnání s provětrávaným kolektorem má tento typ integrace některé výhody, které jsou důsledkem výhodného spolupůsobení kolektoru a obvodové konstrukce. Zlepšení tepelné izolace zadní stěny kolektoru se projeví ve snížení celkového součinitele prostupu tepla kolektoru a tím ve zlepšení jeho účinnosti. Teplá vrstva absorbéru zároveň vede ke zlepšení součinitele prostupu tepla celé stěny. Další výhodou může být snížená cena kolektoru v porovnání s provětrávaným kolektorem. Určitou nevýhodou jsou menší praktické zkušenosti se zabudováním tohoto typu. Také vlhkostní chování obvodové konstrukce není zatím důkladně prozkoumáno.



Obr.18. Schéma neprovětrávaného kolektoru - kontaktní

5.2 Sluneční záření

Hlavní a největší nevýhoda těchto zařízení je ve snížení roční sumy záření dopadajícího na fasádu asi o 30% (platí pro naše zeměpisné šířky) ve srovnání s optimálně nakloněným povrchem. V zimě mají tyto typy zařízení výhodu v tom, že přijímají více záření díky zvýšené odrazivosti země.

5.3 Tepelný výkon kolektorů

Závisí na vlastnostech absorbéru, a proto ho můžeme srovnávat s běžnými plochými kolektory. Vylepšená zadní izolace integrovaných fasádních kolektorů a snížení konvekčního přestupu tepla ve vzduchové mezeře mezi absorbérem a transparentním krytem vedou k nižšímu součiniteli tepelných ztrát. Pro typickou fasádní integraci může být očekáváno snížení součinitele ztrát okolo $0,6 - 0,7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ve srovnání s kolektory namontovanými na střechu.

5.4 Zhodnocení systému

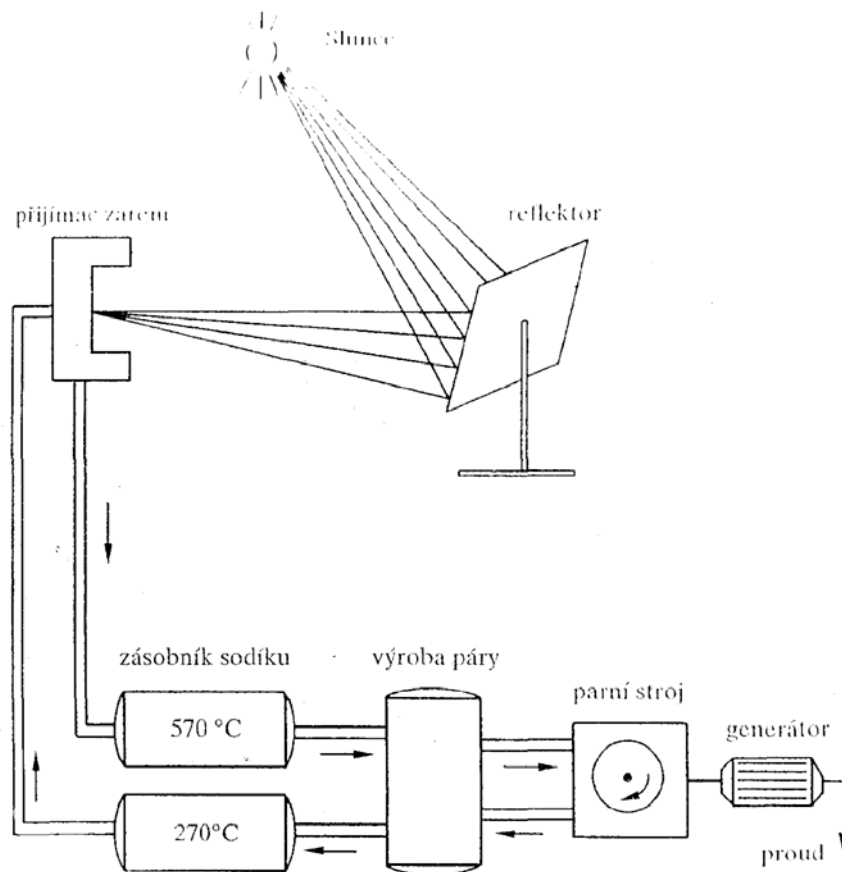
Fasádní solární systém je novým prvkem jak při snižování energetické náročnosti budov, tak i pro architektonické řešení vzhledu budov. Na základě světových údajů o zvyšujícím prodeji těchto systémů se dá očekávat jeho rozšíření i u nás. Přednostně by měl být využíván kontaktní způsob montáže kolektorů bez zadní odvětrávané mezery. Nižší množství dopadající sluneční energie je z části vyrovnáno vyšší celkovou účinností, způsobenou nižší přirozenou konvekcí ve vzduchové mezeře mezi absorbérem a skleněným krytem.

Fasádní solární systém je složený systém získání čisté energie a tepelné izolace, který je vhodným ekonomickým řešením pro novostavby i pro dodatečnou montáž [16].

6 SOLÁRNĚ TERMICKÁ ZAŘÍZENÍ

K získání tepla pro technologické procesy se používají kolektory koncentrující světlo, ty mají za úkol přivést sluneční záření na určené místo [5].

Obr. : Princip funkce solárně termické elektrárny na věžovém principu



Obr.19. Princip funkce solárně termické elektrárny na věžovém principu

Řada heliostatů odráží sluneční záření na přijímač, kde vzniká v důsledku koncentrace záření vysoká teplota. Tepelná energie se pak převádí pomocí transportního media, v tomto případě je to kapalný sodík, do zásobníku a využívá se k výrobě páry ve výparníku. Pára pak pohání parní stroj, ten otáčí generátorem a vyrábí elektrický proud.

Mezitím je ochlazený sodík veden do dalšího zásobníku odtud opět do přijímače, kde se opět ohřívá. Takto získaná tepelná energie může být využita i pro jiné procesy, např. pro chemické [5].



Obr.20. Solárně termická elektrárna v Almerii - Španělsko

Při věžové koncepci je centrální přijímač záření v ohnisku pole složeného z 93 heliostatů. Je pevně umístěn na věži, sloupu, takže každý heliostat musí být naváděn na Slunce individuálně. Koncepce tohoto zařízení pochází německé firmy Interatom, heliostaty byly vyvinuty americkou firmou Martin-Marietta. Zvláštností tohoto systému je použití kapalného sodíku zahřátého na 530°C jako media pro transport a ukládání tepla. Tento materiál byl použit kvůli jeho vynikajícím termodynamickým vlastnostem **Chyba! Nena-lezen zdroj odkazů.**].

6.1 Solárně termická zařízení na principu farmy

Tento typ zařízení užívá decentralizované sbírání slunečního záření parabolickými zrcadlovými kolektory zapojenými za sebou. Používá se zde větší počet parabolických k ohřátí transportního media, jako medium slouží olej, ten se ohřeje z počáteční teploty 225°C na 295°C tím, že prochází černě natřenými skleněnými trubkami umístěnými v oblasti ohnisek jednotlivých parabolických reflektorů. Ve druhém okruhu je ohřátý olej veden do výparníku, kde odevzdá své teplo a vrací se na dolní stranu zásobníku. Ve třetím okruhu cirkuluje voda, která se díky přivedenému teplu vypařuje a odvádí do parního stroje, ten pohání generátor vyrábějící elektrický proud.

Zatím největší zařízení je SEGS-8 (Solar Electric Generating System), toto zařízení pracuje od konce roku 1989 v poušti Mohave v Kalifornii. Produkuje 80 MWe a zásobuje

asi 40 000 obydlí. Transportním médiem je olej zahříváný až na 400°C. Zařízení je provozováno firmou LUZ [5].



Obr.21. Solárně termická elektrárna SEGS-8,
poušť Mohave, Kalifornie

7 VZDUCHOVÉ SOLÁRNÍ SYSTÉMY

Energie slunečního záření se zachycuje ve slunečních kolektorech, ty se konstrukcí podobají kapalinovým. Vzduchem protékaný absorbér leží v dobře izolované skříni s krycím zasklením na přední straně. Existují však i další konstrukční řešení a rozeznávají se tak tyto konstrukční varianty.:

Panelové ploché kolektory :

- bez vzduchové mezery
- se vzduchovou mezerou
- jednokomorové, vícekomorové
- otevřené, uzavřené

Absorbční střechy a fasády

- integrované do střešního nebo obvodového pláště
- zasklené, perforované

Energetické fasády

- předsazený prosklený plášť, $d=0,1$ až $0,2\text{m}$ (neprůchozí), $d>0,6\text{m}$ (průlezná)
- akumulace do hmoty fasády
- clonící prvky
- výška na podlaží, na více pater nebo průběžná

Vzduchové systémy nachází stále častější uplatnění v posledních dvou jmenovaných variantách. V nich tvoří nedílnou část stavební konstrukce a jejich vzhled a zakomponování se přímo odráží na architektonickém ztvárnění objektu. Jedná se o jednoduché a funkční řešení, kterým jsou přeurčeny pro řadu aplikací, kde má jejich užití úspěch ve srovnání s tradičními kapalinovými systémy [15].

7.1 Aplikace vzduchových systémů v bytové a občanské výstavbě

V Evropě jsou tyto kolektory méně rozšířeny než např. v USA. Hlavní příčina má fyzikální charakter. Nevýhodou vzduchu jako teplotonosné látky je jeho malá měrná tepelná kapacita a malá objemová tepelná kapacita. Vzduchové systémy se používají pro teplo-

vzdušné vytápění a větrání budov, předeřev vzduchu. Dále se používají pro podporu ohřevu teplé vody a nízkoteplotního vytápění.



Obr.22. a) malý solární vzduchový panel na rekreační chatě

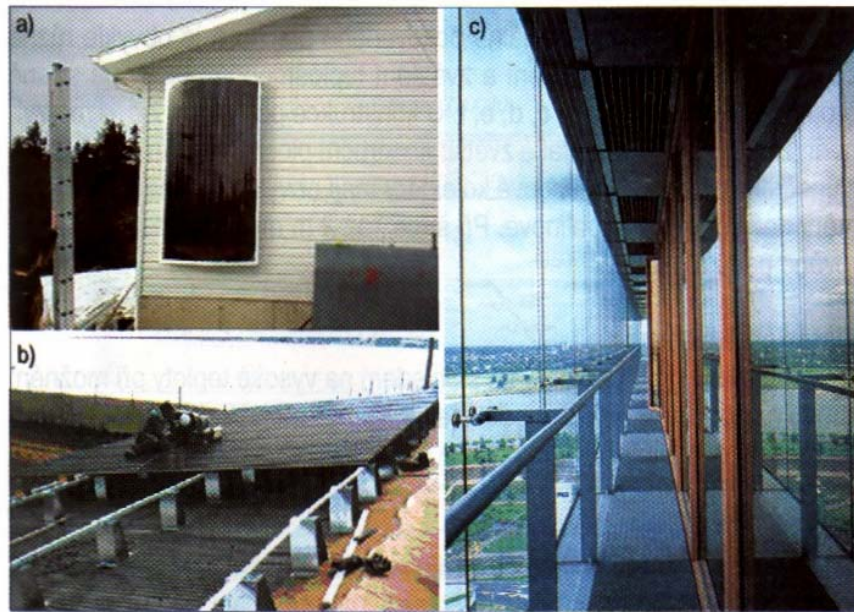
b) energetická střecha jako vzduchový kolektor 150m²
na bytovém domu v Kodani

c) dva hybridní solární kolektory vzduch/kapalina

7.2 Konstrukční řešení vzduchových kolektorů

Převážná většina vzduchových kolektorů spadá do kategorie plochých kolektorů. existuje ale i řada aplikací, kde jsou kolektory přímo integrovány do pláště budov a tvoří tak v podstatě součást stavební konstrukce.

Vzduchové kolektory jsou sestaveny ze stejných základních částí jako kolektory kapalinové. Z funkčního hlediska dle provozu mohou být bez nebo se vzduchovou mezerou. U kolektorů bez vzduchové mezery proudí ohříváný vzduch kanálem přímo za transparentní vrstvou. Přestup tepla na straně proudícího vzduchu se zvětšuje tím, že se absorpční plocha uspořádá jako soustava vložek různého tvaru. Kolektory bez vzduchové mezery však mají poněkud menší účinnost než kolektory se vzduchovou mezerou. U kolektorů se vzduchovou mezerou proudí ohříváný vzduch kanálem za absorpční plochou. Mezi transparentní vrstvou a absorbérem je izolující mezera vyplněná klidným vzduchem.



Obr.23. a) průmyslově vyráběný panelový plochý kolektor
b) montáž integrované absorbční střechy skladové haly
c) energetická fasáda administrativní budovy
(předehřev větracího vzduchu, odvod letních
tepelných zisků)

7.2.1 Materiály absorbérů

Jako materiály pro absorbéry se z ohledem na vysoké teploty při možném chodu na prázdno z hlediska odolnosti a tvarové stálosti volí téměř výhradně měď, ocel a hliník.

7.3 Výhody a nevýhody vzduchových kolektorů

7.3.1 Výhody

- jednodušší a levnější materiálové a konstrukční provedení z důvodů menšího tepelného a tlakového namáhání
- systém nepotřebuje aktivní zabezpečovací zařízení jako pojistný ventil, nebo expanzní nádobu
- soustavu není třeba odvzdušňovat

- zanedbatelné problémy s korozí, jako trvale provětrávaná dutina chrání střešní plášť před fyzikálními poškozeními a při vestavbě do konstrukce snižuje tepelné ztráty obvodového či střešního pláště
- nižší hmotnost kolektoru s možností plné integrace do roviny střešního pláště, bez nutnosti doplňkové kotvící konstrukce a prostupů krytinou pláště.
- Minimální navýšení stálého zatížení střešní konstrukce
- Výrazně nižší cena celkové investice

7.3.2 Nevýhody

- pro přenesení stejného množství tepla musí mít vzduch 4x větší hmotnost a 3 300x větší objem než u kapalinových systémů
- kanály pro vzduchové systémy mají větší průřezy – vyšší nároky na více místa k instalaci
- možnost kondenzace vodní páry v dutině absorbéru
- vyšší provozní náklady a snížená účinnost
- nízká tepelná vodivost vzduchu vůči vodě, méně vhodné pro dvouokruhové uzavřené soustavy [15]

8 VELKOPLOŠNÉ SOLÁRNÍ SYSTÉMY

Kromě malých solárních systémů se stále častěji realizují projekty o ploše několika set až tisíc m². tyto systémy se odlišují nejen velikostí ale i způsobem provedení a uložení solární tepelné energie. Výhodné jsou díky nižší měrné investiční náročnosti. Ve srovnání s malými systémy (5 – 20 m²) jsou náklady na pořízení přibližně třetinové, toho je dosaženo vyrobením velkých kolektorů o ploše až 13m² a nové konstrukci akumulátorů tepla

8.1 Koncepty solárních systémů

Mezi nejdůležitější hlediska patří charakter oběhu teplotnosného média. Existují koncepce od minimálních průtoků až po maximální nebo s úplným vyprázdněním [18].

8.1.1 High-Flow systémy – systémy s maximálním průtokem

Tento pojem byl zaveden teprve před několika lety. Výzkumy optimálního oběhu teplotnosného média, prováděné v 70 letech, poskytly optimální solární zisky při průtocích 30 – 70 l za hodinu na m² plochy kolektoru. Tím došlo ke zvýšení teploty o méně než 15°C, zpravidla 8 – 12°C při maximálním slunečním záření. Malá zvýšení teploty mají tu výhodu, že je kolektor provozován z počátku nabíjení s dobrou účinností. Aby teplotnosné médium dosáhlo vyšší teploty musí oběhnout systém vícekrát z čehož plyne, že zásobník je vyhříván jen pomalu, takže dosažení požadované teploty trvá déle. Při přerušovaném slunečním svitu nemusí však dosáhnout požadované teploty. Touto technikou jsou provozována menší soukromá zařízení, kde plně vyhovuje. Celková plocha všech kolektorů je od 2 do 100 m².

8.1.2 Low-Flow systémy – systémy s minimálním průtokem

Takto jsou označovány systémy, které pracují se sníženým průtokem media v solárním okruhu. Na jeho konstrukci se mění pouze způsob zapojení kolektorů. při sníženém průtoku se zvýší rozdíl teplot a to až o 50°C. Podaří-li se tuto teplotu převést přímo do horní části zásobníku, pak má spotřebitel k dispozici velmi rychle teplou vodu. To vede ke zkrácení doby případného doplňkového ohřevu. U tohoto systému mohou být použity trubky s menším průměrem, to vede jednak k menším tepelným ztrátám a k materiálovým a cenovým úsporám. Na rozdíl od High-Flow systému jsou kolektory řazeny sériově. Nižším průtokem teplotnosné kapaliny, zvláště u velkých polí vzniká menší tlaková ztráta a je zapo-

třebí menší výkon čerpadla. Tento systém pracuje při vyšších teplotách s nižší účinností než High-Flow systém, aby k tomu nedocházelo, jsou k dispozici určitá opatření, která udržují teplotu na vstupu do kolektoru tak nízkou jak jen to je možné. Velké požadavky jsou kladeny na velikost tepelného toku výměníku v solárním okruhu, proto se používají hlavně deskové výměníky. Při optimálně vyladěných komponentech a zejména dobrém vrstvení tepla v zásobníku, jsou oproti High-Flow systému možné o 5 – 20% vyšší výnosy. Celková plocha všech kolektorů je od 50 – 1000 m².

8.1.3 Matched-Flow systém – systém s přizpůsobivým tokem

Vychází z myšlenky spojit výhody obou koncepcí, Low-Flow technikou docílit dostatečně vysoké teploty a s High-Flow optimalizované výnosy. Použití tohoto systému je velmi komplikované protože oba systémy vyžadují rozdílné komponenty. Zařízení vyžaduje relativně náročný systém regulační techniky.

8.1.4 Drain-Back systémy – systém s úplným vyprázdněním

V klidovém stavu čerpadla, když není dostatečné množství slunečního záření nebo při výpadku energie nebo při uvedení soustavy do klidu zůstanou kolektory prázdné. Teplonosná látka samospádem vyteče do úměrně velké záchytné nádrže, odtud je kapalina při příštím naběhnutí čerpadla znovu čerpána do kolektorů. Jako teplonosná kapalina může být použita čistá voda, to znamená, že nemusí být použit žádný prostředek proti zamrznání. Systém je velmi bezpečný, varu kapaliny lze zamezit vypnutím čerpadla, platí i pro poruchu čerpadla. Nevýhodou je možnost koroze spojené z přítomností vzduchu. Protože se ale jedná o uzavřený systém, je toto nebezpečí zvládnutelné, mimoto jsou používány ušlechtilé materiály [18].

9 NÁVRATNOST A CENY JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ

9.1 Návratnost

Čím dříve se rozhodneme investovat do tohoto způsobu šetření energií, tím dříve se vynaložená investice navrátí. Způsob výpočtu ušetřených finančních prostředků bych zmínil v následujícím příkladu.

Výdaje za otop RD plynem jsou řádově okolo 30 000 Kč. Při zdražení plynu o 18% ročně však tyto náklady stoupnou na celkem 35 400 Kč. Výdaje za elektřinu pro ohřev vody v boileru přijdou na 2 500 Kč. Výdaje za koupi pevných paliv jsou kolem 16 000 Kč.

Takže při průměru topení jednu sezónu stačí odečíst polovinu celkových nákladů na ohřev vody a na topení : $30\,000 - 15\,000 = 15\,000$. Polovina za topení plynem = 15 000 Kč

Na ohřev TUV jsou potřeba 1 až 2 kolektory. Pro přitápění pak další 3 celkem tedy 5. Cena těchto 5 kolektorů odpovídá asi 100 000 Kč – což představuje vynaložený náklad. Při ušetření 15 000 Kč. ročně je pak délka návratnosti 6,6 roku. Po této době už tedy bude cena plynu ročně 15 000 Kč.

1 rok topení plynem = 30 000 Kč x 7 let = 210 000 Kč

7 let topení plynem vydělíme dvěma, protože už nebudeme topit jenom plynem, ale budeme již využívat solárního ohřevu (přítápění):

$210\,000,- : 2 = 105\,000,-$ a $100\,000,-$ byl náklad na pořízení kolektorů. Kolektory se samy splatí a investice se vrátí. Po sedmi letech každý další rok vyděláte na své investici minimálně 15 000 Kč.

Po zdražení plynu pak 1 rok = při zdražení plynu o 18 % = $35\,400 \times 7 \text{ let} = 247\,800$ Kč.

7 let topení plynem vydělíme dvěma, protože už nebudeme topit jenom plynem, ale budeme již využívat solárního ohřevu (přítápění):

$247\,800 \text{ Kč} : 2 = 123\,900 \text{ Kč}$ a $100\,000 \text{ Kč}$ byl náklad na pořízení kolektorů, investice se vrátí [24].

9.2 Ceny jednotlivých systémů

Ceny systémů se odvíjí od několika hledisek, a to od velikosti systému a od způsobu instalace daného systému. V podstatě existují 4 způsoby instalace a to na šikmou střechu, na fasádu, integrace do střechy a instalace na rovnou střechu. Nejlevnější je varianta instalace na šikmou střechu, kdy u zmiňované firmy SANY s.r.o je cena pro komplet 100/ISS 26 720 Kč včetně DPH. Jedná se o samotížný komplet skládající se z jednoho kolektoru a příslušenství. Dražší variantou je integrace do střechy, cena této varianty je vyčíslena na 32 855 Kč včetně DPH.

Nejdražším systémem dodávaným na trh firmou SANY s.r.o je komplet s označením 400/4 SN. Jedná se o systém s nuceným oběhem, jeho cena při instalaci na šikmou střechu dosahuje hodnot 93 373 Kč včetně DPH. Při integraci systému do střechy pak cena dosahuje 102 503 Kč včetně DPH [23].

10 LEGISLATIVA

Solární termální systémy jsou státem podporovány ze strany Ministerstva životního prostředí pomocí směrnice o poskytnutí finanční podpory ze Státního fondu životního prostředí na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie. Tato směrnice je platná pro tento rok, tj. pro rok 2006. V této směrnici jsou upřesněny podmínky za kterých je možno dosáhnout finanční podpory ze strany státu. Většina firem poskytujících tyto systémy pro ohřev TUV, bazénů či k přitápění, vyřizuje i tento finanční příspěvek. Žádosti o podporu se podávají na Státní fond životního prostředí. SFŽP otevřel 15. března příjem žádostí do národních programů, příjem žádostí bude ukončen dne 30. září 2006. Od roku 2003 platí novela v přijímání žádostí pro program 1A (Investiční podpora environmentálně šetrných způsobů vytápění a ohřevu vody pro byty a rodinné domy pro fyzické osoby) tento program obsahuje finanční podporu jednak pro solární systémy jednak pro kotle na biomasu. Žádosti se předkládají výhradně na příslušná krajská pracoviště. Žádosti týkající se jiných typů programů jsou zpracovávány na centrále v Praze a jsou projednávány Radou Fondu.

Žádosti se podávají až po ukončení stavby a uvedení zařízení do trvalého provozu, nejpozději však do 12 měsíců. Součástí žádosti musí být odborný posudek, který ovšem není hrazen SFŽP. Podpora se nevztahuje na akce, které proběhly před 1. lednem 2004 a akce na akce, které byly podpořeny již dříve.

Celková dotace poskytnutá státem je pak ve výši 50%, maximálně však 50 000 Kč. Částky se budou vyplácet až do vyčerpání fondů přidělených pro tento rok. Žádosti, které nebyly v důsledku vyčerpání fondu uspokojeny budou odloženy, maximálně však o 12 měsíců [21],[22].

ZÁVĚR

Tato práce se soustřeďuje na jeden z obnovitelných zdrojů energie a to na sluneční energii, konkrétně pak solární termální systémy. Zabývám se v ní přírodními podmínkami charakteristickými pro Českou republiku, z této charakteristiky vyplývá, že nejvhodnější podmínky jsou na jižní Moravě, kde je celkově nejdelší doba svitu Slunce a také tepelné zisky jsou v této oblasti republiky nejvyšší.

Každý sluneční systém je navržen speciálně pro danou oblast, pro správnou funkci je třeba dbát na sklon instalovaných kolektorů. Kolektory se používají pro ohřev TUV, či pro jiná využití např. ohřev vody v bazénu. Pokud chceme získávat TUV i v době zimy je v našich podmínkách nezbytné mít plochu kolektorů co nejvyšší.

Základní součástí každého kolektoru je absorbér opatřený spektrálně selektivní vrstvou, zasklení kolektoru je ze speciálního skla s nízkou pohltivostí slunečního záření. Pokud není teplá voda momentálně potřebná ukládá se do zásobníků ze kterých je pak odčerpávána v případě potřeby.

V současné době jsou v naší republice nejrozšířenější ploché kapalinové sluneční kolektory Heliostar, účinnost kolektorů je mezi 85 – 95 %, tyto kolektory jsou dodávány Slovenskou firmou Thermosolar. Hlavním dodavatelem pro českou republiku je firma SANY s.r.o. Tyto typy kolektorů patří mezi nejlepší na světě. A důkazem je obrovský zájem o tyto typy kolektorů.

Dalším typem kolektorů jsou fasádní kolektory, u nás a zatím také v celé Evropě nejsou ovšem tak oblíbené jako kolektory umístěvané na střechy domů. Jejich výhoda spočívá ve zlepšení izolace stěny domu.

Solárně termická zařízení neslouží však jen na RD, či jiných budovách, existují tzv. solárně termická zařízení v podobě velkých komplexů kolektorů, tato zařízení slouží především k výrobě elektřiny, v tomto případě je teplotnosná kapalina ohřívána až na 295°C nebo i 530°C. Kapalina následně předá své teplo výparníku, v něm se ohřívá voda, převádí se v páru a pohání parní stroj, ten vyrábí elektřinu.

V Evropě zatím ne moc oblíbené, na rozdíl od USA jsou vzduchové solární kolektory. Používají se pro teplotovzdušné vytápění, větrání budov, podporu ohřevu TUV a pro nízkoteplotní vytápění.

Jednou z dalších možností získání solární termální energie jsou velkoplošné solární systémy, ty se začali projektovat a realizovat v několika posledních letech. Jejich plocha dosahuje několik se až tisíc m².

Důležitým hlediskem pro člověka, který se rozhodl pořídit si sluneční kolektor je cena a v neposlední řadě i návratnost. V příkladu uvedeném v kapitole 9.1 je návratnost pro systém o ceně asi 100 000 vyčíslena na zhruba 7 let. Ceny systémů se pohybují v rozmezí 30 000 – 100 000 Kč.

Velkou výhodou je podpora ze strany státu, ta může být až 50% nákladů na instalaci systému, maximálně však do výše 50 000 Kč na jednu akci. Díky této finanční podpoře je instalace solárních systémů vhodná pro každého, kdo má zájem tuto o technologii.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CIHELKA, J. Sluneční vytápěcí systémy: *všeobecně o sluneční energii*. 1. vydání, Praha: SNTL 1984.strana 11. L12-B2-IV-31/22748
- [2] Slunce : [online] Dostupný z WWW :
<<http://planety.astro.cz/slunce/index.html>>
- [3] *Eco Shop: Využití sluneční energie - energie Slunce*. [online] Dostupný z WWW : <<http://www.ekodum.cz/energy/sun/info.php>>
- [4] *i EKIS: Energie Slunce – sluneční teplo, ohřev vody, a vzduchu*. [online] Dostupný z WWW : <<http://www.i-ekis.cz/?page=slunce-teplo>>
- [5] KARAMANOLIS, Stratis : Sluneční energie Východisko z ekologicko-energetické krize. Praha 4 : MAC s.r.o. 1996 ISBN 80-86015-02-5
- [6] BROŽ, Karel : Topenářství, Instalace : Jak v ČR využíváme sluneční energii. Rok. 2005/duben, str. 46-47
- [7] MATUŠKA, Tomáš : Aktivní solární tepelné systémy – část 1. teoretické vztahy. Vytápění, Větrání, Instalace, rok 2003/2, str. 64-65
- [8] *Thermosolar* : [online] Dostupný z WWW : <<http://thermosolar.sk/>>
- [9] *Sany* : *Sany s.r.o.* [online] Dostupný z WWW : <<http://www.sany.cz/>>
- [10] *Sany* : *Samotížný komplet 100/1 SS*. [online] Dostupný z WWW :
<http://www.sany.cz/sestavy/samot_sest/komplet_100.htm>
- [11] *Sany* : *Samotížný komplet 200/2 SS*. [online] Dostupný z WWW :
<http://www.sany.cz/sestavy/samot_sest/komplet_200.htm>
- [12] *Sany* : *Komplet s nucenou cirkulací 200/2 SN*. [online] Dostupný z WWW :
<http://www.sany.cz/sestavy/nuc_cirkul/komplet_200_sn.htm>
- [13] *Sany* : *Komplet s nucenou cirkulací 300/3 SN*. [online] Dostupný z WWW :
<http://www.sany.cz/sestavy/nuc_cirkul/komplet_300_sn.htm>

- [14] *Sany : Komplet s nucenou cirkulací 400/4 SN.* [online] Dostupný z WWW :
<http://www.sany.cz/sestavy/nuc_cirkul/komplet_400_sn.htm>
- [15] HARCUBA, Jiří : Vytápění, Větrání, Instalace : Vzduchové solární systémy, rok 2006/2, str. 94-96
- [16] KRAMOLIŠ, Petr Topenářství, Instalace : Fasádní solární systémy, rok 2005/listopad, str. 90 – 94
- [17] BUŘIČ, Jaroslav Topenářství, Instalace : Plochý, kapalinový sluneční kolektor nahrazuje ve vytápěcím systému teplovodní kotel, rok 2002/ říjen, str. 68
- [18] KRAMOLIŠ, Petr Topenářství, Instalace : Použití velkoplošných solárních systémů – moderní přístup a postup projektanta, rok 2003/ říjen, str. 46-48
- [19] *Solar Power : Státní dotace na solární systémy – rok 2006.* [online] Dostupný z WWW : <<http://www.solarpower.cz/cz/index.htm>>
- [20] *Reflex CZ : Solární systémy* [online] Dostupný z WWW :
<<http://www.reflexcz.cz/?page=products4>>
- [21] *Státní fond životního prostředí české republiky : Programy vyhlášené pro rok 2006* [online] Dostupný z WWW :
<<http://www.sfzp.cz/cs/narodni-programy/vyhlasene-programy/>>
- [22] *Solar Power : Státní dotace* [online] Dostupný z WWW :
<<http://www.solarpower.cz/cz/index.htm>>
- [23] *SANY s.r.o. Ceník výrobků a produktů* [online] Dostupný z WWW :
<<http://www.sany.cz/cenik.htm#SLUNE%C8N%CD%20SESTAVY>>
- [24] *Apricus : Co je dobré vědět* [online] Dostupný z WWW :
<<http://www.profisolar.com/index.php?p=cojedobrevedet>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TUV	Teplá užitková voda
SFŽP	Státní fond životního prostředí
SEGS	Solar Electric Generating System
RD	Rodinný dům

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1. Podrobné možnosti využití solární energie	12
Obr.2. Průměrné roční sumy globálního záření v MJ*m ⁻²	14
Obr.3. Teoretické množství solární energie v průběhu roku [20].....	15
Obr.4. Možnosti krytí potřeby tepla solárním systémem různé.....	17
Obr.5. Křivka účinnosti solárního kolektoru	20
Obr.6. Dvouokruhový solární systém s	23
Obr.7. Přenos absorbované energie kondukcí do pracovní látky	26
Obr.8. Konstrukční uspořádání panelu teplovodního	26
Obr.9. Princip tepelného kolektoru.....	27
Obr.10. Sluneční kolektor H400 V	28
Obr.11. Plochý kolektor HELIOSTAR H200/H250.....	29
Obr.12. Plochý kolektor HELIOSTAR H202/H300.....	30
Obr.13. Plochý kolektor HELIOSTAR H320/H330.....	30
Obr.14. Plochý kolektor HELIOSTAR H380.....	31
Obr.15. Umístění zásobníku	33
Obr.16. Schéma střešního šikmého provětrávaného.....	34
Obr.17. Schéma provětrávaného fasádního kolektoru.....	35
Obr.18. Schéma neprovětrávaného kolektoru - kontaktní	35
Obr.19. Princip funkce solárně termické elektrárny na věžovém.....	37
Obr.20. Solárně termická elektrárna v Almerii - Španělsko.....	38
Obr.21. Solárně termická elektrárna SEGS-8,.....	39
Obr.22. a) malý solární vzduchový panel na rekreační chatě.....	41
Obr.23. a) průmyslově vyráběný panelový plochý kolektor	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Základní charakteristiky Slunce [2].....	10
--	----

