

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

SOLÁRNÍ OHŘEV TUV

SOLAR HEATING TAP WATER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ FLÖHSLER

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. JAN FIEDLER, DR

BRNO 2009

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je navrhnout funkční systém pro ohřev teplé užitkové vody (dále TUV) a ekonomickou stránku projektu. Návrh zahrnuje správné určení velikosti solárních kolektorů, kde nesmíme opomenout zvolení co nejefektivnějšího úhlu a natočení kolektorů. Dále se zaměříme na zhodnocení ekonomiky návratnosti investice, životnost a využití do budoucna. Také musíme zahrnout provoz zařízení a náklady jednotlivých komponentů, které jsou nutné pro správnou funkci tohoto systému. Návrh solárního systému je určen pro rodinný dům, který se nachází v Rusínově, okres Vyškov, jihomoravský kraj. Práce je zpracovávána za pomoci návrhu firem zabývajících se touto problematikou.

Abstrakt

The aim of this BA Thesis is to design a fully operational system for heating hot tap water and devise economical part of the project. The design includes correct specification of solar collector size with reference to the most effective collector turning angle. In addition to that, the Thesis focuses on evaluating the economic return, service life and future usage. It is also necessary to include operation of the device and running costs of components needed for the smooth operation of this system. The solar system design is intended for a single family house in Rousínov, Vyškov District, South Moravian Region. The Thesis was written with the contribution of the companies which are specialists in this field.

Klíčová slova:

solární energie, solární panely, ohřev TUV, zásobník vody, výměník tepla, teplotonosná kapalina,

Keywords:

solar energy, solar panel, heating tap water, water tank, heat-exchanger, heat carrier liquid



Bibliografická citace

FLÖHSLER, T. *Solární ohřev TUV*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 39 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Solární ohřev TUV vypracoval samostatně, za použití uvedené odborné literatury a dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 20. 5. 2009

.....

Podpis



Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Doc. Ing. Janu Fiedlerovi, Dr. za jeho cenné rady, hlavně věnovaný čas k odborným konzultacím, včetně zapůjčení podkladových materiálů pro úspěšné vypracování bakalářské práce.

V Brně dne 20. 5. 2009

.....
Podpis

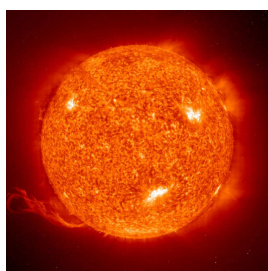
Obsah

1.	Úvod	9
1.1	Energie slunečního záření.....	9
1.2	Globální záření.....	10
1.3	Přeměna slunečního záření na různé formy energie.....	11
1.4	Solární historie ČR.....	12
1.4.1	Historie solární energetiky.....	15
1.5	Ekonomie solární energetiky.....	16
1.6	Parametry vhodnosti zavedení systému.....	17
1.7	Výhody a nevýhody solárních systémů.....	18
2.	Aktivní solární systémy	18
2.1	Rozdělení solárních systémů.....	19
2.2	Jednoduché a kombinované solární systémy.....	21
2.3	Bivalentní systémy pro celoroční ohřev TUV.....	21
3.	Sestava klasického solárního systému pro ohřev TUV	22
3.1	Sluneční kolektory.....	22
3.1.1	Ploché kolektory.....	23
3.1.2	Vakuové kolektory.....	24
3.1.3	Koncentrační kolektory.....	25
3.2	Solární zásobník pro ohřev TUV.....	26
3.3	Výměník tepla.....	27
3.4	Spojovací potrubí.....	27
3.5	Teplonosná kapalina.....	27
3.6	Armatury a zabezpečovací zařízení.....	27
3.7	Regulační zařízení.....	28
4.	Výpočet plochy kolektorů	28
5.	Tepelná bilance solárního zařízení	32
5.1	Tepelná bilance solárního zařízení pro celý rok.....	32
5.2	Tepelná bilance solárního zařízení pro dané období (duben – září)....	33
6.	Technické parametry zvoleného slunečního systému	33
6.1	Schéma solárního systému.....	35
7.	Ekonomické zhodnocení solárního systému	35
7.1	Sazby cen energií.....	36
7.2	Výpočet ceny dohřevu energie.....	36
7.3	Výpočet návratnosti investice.....	37
8.	Závěr	37
9.	Seznam použitelných zdrojů	38
9.1	Literatura.....	38
9.2	Internetové odkazy.....	38
10.	Seznam použitých veličin a symbolů	39

1. Úvod

1.1 Energie slunečního záření

Slunce(Obr.2.1a) je středem naší sluneční soustavy a je nejjasnější objekt naší sluneční soustavy. Také je naší nejbližší hvězdou, vzdálenost Slunce od země činí 149 600 miliónů kilometrů. Tvoří více než 99 % celkové hmotnosti slunečního systému. Její tvar jde popsat jako koule o průměru $139,2 \cdot 10^4$ km. Slunce se v současnosti skládá z 75% vodíku a 25% hélia, všechny ostatní složky tvoří jen 0,1% hmotnosti. Všechny tyto prvky jsou ve hmotě slunce ve skupenství plazmy. Tento stav se pomalu mění podle toho jak slunce převádí atomy vodíku na hélium.

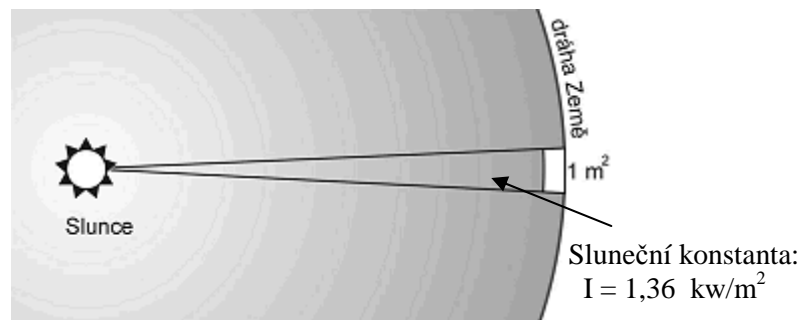


Obr. 2.1a

Slunce je miliony let naším ústředním dodavatelem energie. Část slunečního záření je nám k dispozici na Zemi. Díky tomuto záření je umožněn život na naší planetě. Sluneční záření určuje všechny přírodní pochody, které jsou pro naše bytí nepostradatelné. Například vítr, déšť, mořské proudy, fotosyntéza a jiné. Dokonce i fosilní paliva jako je ropa, uhlí, zemní plyn jsou produkty slunečního záření. Naneštěstí zásoby fosilních paliv se pomalu, ale jistě zmenšují, a proto se musí zaměřit na alternativní zdroje energie jako jsou třeba obnovitelné zdroje energie, mezi které patří vítr, voda, ale i sluneční záření.

Ve středu slunce stále probíhají termonukleární reakce, což je přeměna vodíku na hélium. Každou sekundu se přemění 700 miliónů tun vodíku na 695 miliónů tun hélia a 5 miliónů tun energie ve formě záření gama. Teplota povrchu slunce je okolo 6 000 K a intenzita záření je kolem $63\,000 \text{ kW/m}^2$. Celkový tok energie vyzařován do kosmického prostoru je $3,85 \cdot 10^{26} \text{ W}$.

Sluneční záření uráží vzdálenost 150 mil. kilometrů k naší Zemi, v okamžiku, kdy dosáhne povrchu Země je z ní primárně viditelné světlo. Z obrovského množství energie co Slunce vyprodukuje Země obdrží jen malý, ale velmi významný zlomek. Samotná energie záření dopadající na zemský povrch činí 219 000 000 miliard kWh^{-1} ročně, je 2000-krát víc, než jsou naše světové energetické potřeby. Na vnější okraj zemské atmosféry představuje průměrná intenzita záření $1,36 \text{ kW/m}^2$, tzv. sluneční konstanta (Obr. 2.1b). Ovzduším projde jen přibližně 52 % slunečního záření. Velká část se odráží přímo od atmosféry (31%), dále 17% je atmosférou pohlcováno. Část, která projde atmosférou na zemský povrch můžeme rozdělit na 3 části. První část, která činí 5 % se odráží od zemského povrchu. Dále na pevninu dopadne 14 % a na moře 33%. Z toho vyplývá, že Země absorbuje 47 % slunečního záření, které je důležité pro život na Zemi (fotosyntéze, koloběh vody v přírodě).

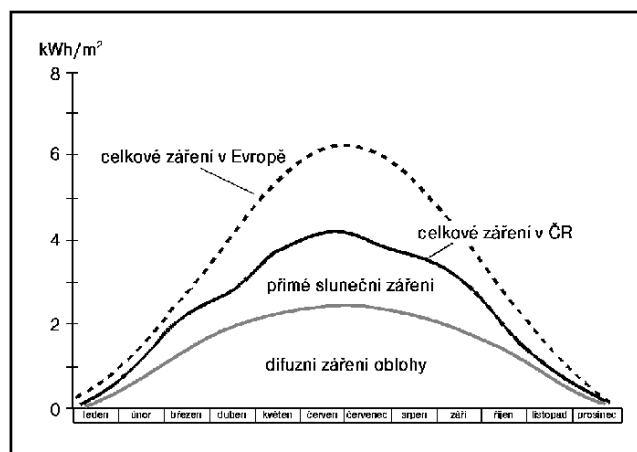


Obr. 2.1b: Znáznornění dopadu slunečních paprsků na zemský povrch

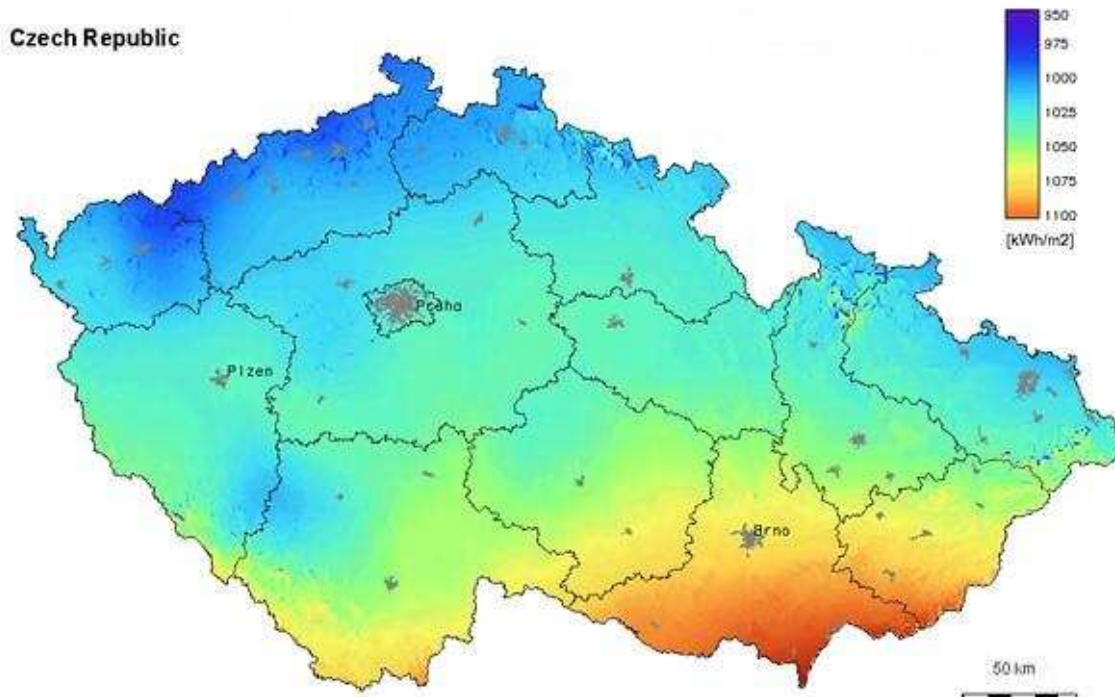
1.2 Globální Záření

Doba slunečního svitu a intenzita záření jsou závislé na zeměpisné poloze, povětrnostních podmínkách a zeměpisné poloze. Roční globální záření v nejslunečnějších oblastech Země dosahují hodnot přes 2200 kWh/m². V České Republice dosahují hodnot kolem 1100 kWh/m².

Globální záření se skládá z přímého a rozptýleného(difúzního) záření. Přímé sluneční záření je to, které rozptýleno nebylo a jeho sílu poznáme například podle hloubky stínu. Rozptýlené záření přichází z celé oblohy i od osvětleného terénu. Toto záření je tím větší, čím menší je cesta záření atmosférou (tedy čím je slunce níže), čím je ovzduší méně prašnější a také čím je na nebi méně oblačnosti. Průměrný podíl nepřímého záření je závislí na klimatických a geografických podmínkách, jakož i na nadmořské výšce.



Obr. 2.2a: Roční globální sluneční záření



Obr. 2.2b : Globální sluneční záření na území ČR (kWh/m^2)

Čím je podíl difúzního záření vyšší, tím nižší je využitelná energie globálního záření. V letním úhrnu představuje podíl rozptýleného záření přibližně 50 % z globálního záření, v zimě je to ještě více.

V měsících s nejvyšší spotřebou tepla, což je od listopadu do února, dopadne na zem pouze šestina ročního souhrnu záření (důvod, proč se neobejdeme bez topení). Na letní polovinu případnou tři čtvrtiny slunečního záření.

1.3 Přeměna slunečního záření na různé formy energie

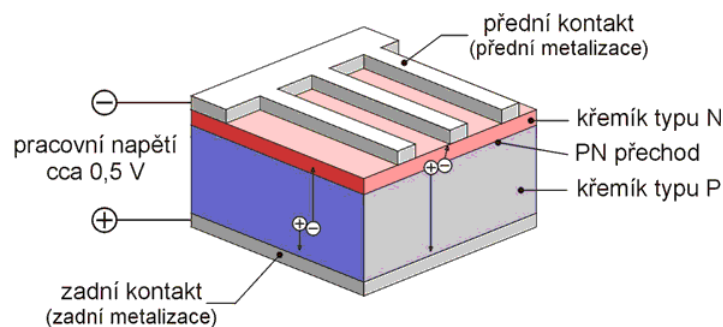
Rok od roku se čím dál víc využívá slunečního záření a to ještě ve formě fotonů pro přeměnu na další formy energie. Již se vzájemného působení slunečního záření a zemského povrchu vzniká celá řada přirozených procesů transformace. Sluneční záření umíme přeměnit na teplo pomocí solárních kolektorů, na elektřinu pomocí solárních článků a také na chemickou a mechanickou energii.

Přeměna v *tepelnou energii* je prakticky nejjednodušší způsob přeměny slunečního záření. Tato přeměna se děje pomocí absorpce tuhých látek a kapalin, kde se energie fotonu transformuje na teplo. Tato přeměna probíhá pomocí různých solárních zařízení jako jsou například skleníky, sluneční kolektory, sluneční pece, sluneční sušičky atd. Solární systémy můžeme dělit na systémy pasivní a aktivní. Při pasivním využívání slunce je pomocí vhodné architektury a konstrukce stavby ohřívání jejího interiéru v chladných obdobích maximalizováno a v období veder naopak vhodně sníženo. Mezi aktivní solární systémy patří

například fototermická a fotovoltaická zařízení. Při aktivním využívání slunce ohřívá určité médium protékající slunečními kolektory.

Přeměna v *elektrickou energii* – přímá přeměna pomocí fotovoltaického jevu. I když byl fotovoltaický jev poprvé pozorován už v roce 1839, trvalo více než 120 let, než došlo k jeho širšímu praktickému využití. Zásadní impuls ke studiu fotovoltaiky přinesl teprve rozvoj polovodičové techniky. Nejpoužívanějším materiálem pro výrobu fotovoltaických (solárních, slunečních) článků je křemík, který dosahuje poměrně vysoké účinnosti přeměny energie záření.

K přeměně slunečního záření v elektřinu jsou používány sluneční panely, které se skládají ze slunečních článků. Sluneční článek je velkoplošný polovodičový přechod *p-n* vyrobený z křemíku či jiného materiálu (arsenid galia, telurid kadmia atd.). V těchto polovodičích dochází k pohlcení (absorpci) slunečního záření (fotonů) a následkem toho k vytváření nosičů elektrického proudu (elektronů a děr). Tyto nosiče proudu je pak nutno v polovodičové struktuře rozdělit pomocí tzv. vnitřního elektrického pole na přechodu *p-n* a poté dopravit ke kontaktům. Výsledkem tohoto fyzikálního procesu je elektrické napětí na svorkách slunečního článku.



Obr. 2.3 : schéma slunečního článku

1.4 Solární historie v ČR

Když hodnotíme podmínky všech propagátorů sluneční energie a srovnáme je s dnešními, jsou zcela odlišné. Zkoumání využití sluneční energie v minulosti se pro mnohé stalo koníčkem, posedlostí, našli v něm nový smysl života. První pokusy se leckdy odehrávaly i na vlastní zahrádce. Pro mnohé to mohlo být únikem od politické normalizace, která nenahrávala procesům, které by nebyly pod kontrolou vedení. Když nám však Sovětský svaz zdražil dodávky ropy, což by se v plánovaném rozvíjejícím se hospodářství stát nemělo, začalo se na sluneční energii pohlížet vstřícněji. Začaly být vydávány každoroční Státní cílové programy na úsporu paliv a energie, vše bylo najednou jednodušší. Nikoho jaksí tolik netrápilo, jaké energetické ztráty jsou všude kolem nás. Patřilo to v té době k našemu dosaženému stupni technického rozvoje. Na západ se jezdilo zcela mimořádně, místo odborníků spíš ředitelů. Proto se docela dobře mohly do těchto programů zařadit i solární systémy na přípravu TUV, protože šetřily převážně uhlí a snižovaly exhalace. Vykazované úspory se však násobily, protože si je psali do ročních hlášení jak projektové ústavy, tak výrobci, provozovatelé. "Centrum" dostávalo informace, jak nám sluneční energie pomáhá a možná proto se uvolňovaly další prostředky pro různé rezorty např. zemědělství, průmysl, stavebnictví atd. Postavilo se relativně dost velkých solárních systémů, přestože matematicky

spočítaná návratnost byla desítky let. Aby to nevyvolávalo špatnou reakci mezi lidmi a tolik neodrazovalo další investory, byla pro porovnání nákladů vymyšlena tzv. společenská cena jinak výrazně dotované elektrické energie. Dnes bychom řekli jakási výrobní cena, ale ještě bez externalit. Na ni už byly výpočty příznivější. Motivace státu pro majitele rodinných domů byla nulová.



Obr. 2.4a : Jedna z nejstarších československých solárních soustav z roku 1976, závod VŽKG v Kojetíně na Přerovsku

Před sedmdesáti lety se začalo s vývojem toho, co tu doposud nebylo, tj. klasického (zaskleného) slunečního kolektoru a samostatného nezaskleného absorbéru (venkovní bazény u rodinných domů byly věcí téměř neznámou). U absorbérů se cesty ubíraly vývojem textilních absorbérů, umělohmotných hadic, gumových hadiček až po současné využívání umělohmotných tuhých průtočných desek.

U kolektorů se začínalo zasklíváním deskových radiátorů, druhá cesta, která trvá prakticky dodnes a nikdy neskončí, je vývoj nových typů kolektorů. Od obyčejných deskových a lineárních Fresnelových čoček se vývoj rozšířil na koncentrační, deskové vakuové, trubicové vakuové průtočné, trubicové vakuové s tepelnou trubicí atd.

V prvních začátcích se dokonce zkoušely místo skla polyetylenové fólie, které se však teplem absorbéru pronášely a ničily. Proto se vymyslela varianta, kdy se "králičí" šestihranné pletivo zatavilo z obou stran do fólie a zajišťovalo rovinu fólie za každé situace. Dokonce je ještě v paměti název této fólie: Flexipane.

Rámy kolektorů byly nejčastěji kovové, dřevěné, i z desek tvrdého PVC. Zachoval se i kolektor, který tvoří dvě po obvodu spojená silná skla, kdy je povrch vnitřního spodního skla natřen černou barvou. Voda protékala plným profilem mezi skly.

Velmi brzy se zjistilo, že propagované heslo, kdo umí vyrobit sluneční kolektor, umí využívat sluneční energii, není pravdivé. K viditelnému kolektoru na střeše patří celá řada "neviditelných" prvků v objektu, v naprosté většině realizací v té době "ukončených" solárním

ohřívacem TUV. Jiné využití sluneční energie se zatím nesledovalo. Zde se hledaly první vztahy, získávaly zkušenosti. Technicky dokonalý kolektor nemohl překonat chyby špatně navržené solární soustavy a špatnému kolektoru nepomohla ani sebelépe navržená soustava s automatickou regulací. Kolektor s vlastní soustavou tvoří neodlučitelný tandem, jejich vstupy nebo výstupy musí být vyvážené, jeden bez druhého nemohou existovat. Aby byl začátek ještě komplikovanější, neexistovala a nebyla vyvinuta nemrznoucí kapalina a soustavy pracovaly s vodou pouze v letním provozu od jara do podzimu. Kdo napustil v květnu vodu do kolektorů brzo nebo ji v říjnu zapomněl vypustit, toho nenadálý noční mráz připravil o veškeré iluze a leckdo od "sluníčka" natrvalo odešel. Jednou z vedlejších cest ve své době byl i vývoj soustav, které by se před mrazem samy vypustily a při slunečním svitu samy napustily.



Obr. 2.4b : Jeden z prvních československých koncentračních kolektorů v chropýňském závodě Státního statku Kroměříž v den exkurze, realizace před rokem 1984. Ohříval 2500 l TUV denně, návratnost investice spočítána na 8 let

Dalším velkým zklamáním byl poznatek, že sluneční energie nám ohřeje vodu o pár desítek a nikoliv stovek stupňů. V té době byly totiž publikovány výsledky francouzského výzkumného solárního centra v Odeilo, kde velký koncentrační kolektor zajišťoval teploty několik tisíc stupňů Celsia. Bezbřehý optimismus s využíváním sluneční energie vzal za své, řada příznivců opět odešla.

Samostatnou etapou bylo období "energetického zkoumání" slunečního záření, velikost dopadajícího slunečního záření v čase a prostoru, optimalizace orientace a sklonu kolektorů, studium znečištění atmosféry, podílu oblačnosti, nadmořské výšky atd. Vznikly první sluneční počítačové programy např. na velký sálový počítač EC 1010, kde se hodnoty zadávaly pomocí děrných štítků.

Mezi první významné velké solární akce pro přípravu TUV lze zařadit dodnes pracující solární systém s kroměřížskými kolektory v Kojetíně z roku 1976 (140 ks, 120 m², ohřev 2 x 4000 l) a koupaliště Rusava u Holešova, dnes již rekonstruované s novými

kolektory. Slovenské žiarské kolektory byly zkušebně realizovány poprvé kolem roku 1980 v podnikovém rekreačním středisku Borovice ve stejném okrese a v roce 1984 byl zprovozněn první systém v Pliešovciach okres Zvolen (48 ks, 96 m², ohřev 2 x 2500 l). Bylo by velmi žádoucí sestavit seznam všech velkých solárních akcí, zhodnotit jejich koncepci, historii, technický i energetický přínos.



Obr. 2.4c : První velká československá solární soustava z celohliníkových kolektorů SALK 200 z roku 1984

1.4.1 Historie solární energetiky

Fotovoltaika je zcela výjimečným oborem. Získává totiž elektrickou energii přímo ze slunečního záření a je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem elektrické výroby.

Historie fotovoltaického (FV) článku se začala datovat už roku 1839, kdy francouzský experimentální fyzik Alexandre Edmund Becquerel (při pokusech se dvěma kovovými elektrodami umístěnými v elektroodivém roztoku) zjistil, že při osvětlení zařízení vzrostlo na elektrodách napětí. Fotovoltaický efekt tak byl díky němu na světě. V roce 1877 byl objeven fotovoltaický efekt na selenu (W. G. Adams a R. E. Day) a byl vyroben první fotovoltaický článek.

Důležitým krokem v historii fotovoltaiky byl objev způsobu růstu monokrystalu křemíku polským vědcem Czochralským v roce 1918. Přestože byl fotovoltaický efekt postupně objeven i u jiných prvků (sirník kadmia nebo oxid mědi), křemík se postupem času ukázal jako nejvýhodnější. Za vynálezce křemíkového solárního článku bývá označován Američan Russel Ohl (1941). Patent na „převaděč solární energie“ však nakonec dostali D. M. Chapin, C. S. Fuller a G. L. Pearson (1954), kteří o měsíc později předvedli křemíkové solární články s 4,5% a později 6% účinností.

Výraznější rozvoj fotovoltaiky přichází v šedesátých letech jak jinak než s nástupem kosmického výzkumu. Sluneční články v té době začaly sloužit jako výhodný zdroj energie pro vesmírné družice. Celosvětová ropná krize pak nastartovala (1973) rozsáhlý výzkum fotovoltaické přeměny sluneční energie v energii elektrickou jako potenciálního zdroje nejčistší energie pro celou Zemi.

V současné době jsou již technická řešení pro využití sluneční energie k výrobě elektrické energie k dispozici v uspokojivé podobě. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu se v současnosti pohybuje v rozmezí mezi 10 a 15 %. elektrické energie za rok.

Vyspělé země světa dnes poměrně intenzivně podporují rozvoj fotovoltaiky a dalších obnovitelných zdrojů energie. Jedná se totiž o strategický prostředek pro zajištění kontinuity energetických zdrojů (uvažuje se v časovém horizontu do roku 2050).

Existuje množství důvodů, proč vyvíjet úsilí na další rozvoj fotovoltaiky. Tento obor nabízí časově neomezenou možnost výroby elektrické energie. Technologie využívající sluneční záření má teoreticky neomezený růstový potenciál. Zároveň je fotovoltaika dlouhodobě udržitelným energetickým zdrojem bez výrazných vedlejších negativních dopadů na životní prostředí spojených s jejím provozem. Fotovoltaika by se proto měla stát významným prvkem trvale udržitelného energetického systému po celém světě.



Obr. 2.4.1: Solární článek vyrobený z monokrystalického křemíkového plátku

1.5 Ekonomie solární energetiky

O využití solární energie začíná být u nás díky usilovné propagaci a veřejné podpoře stále větší zájem. Důkazem je postupně rostoucí počet instalací solárních systémů s fotovoltaickými panely či termickými kolektory pro výrobu elektřiny resp. tepla na budovách z veřejné, ale i komerční sféry.

Na zvyšující se poptávku rovněž nepřímou ukazuje i široká nabídka těchto systémů na trhu. K dispozici jsou modulová řešení, která jsou schopna splnit široké požadavky investorů od nejmenších zařízení o velikosti jednotek metrů čtvereční absorpční plochy systému až po instalace v rádech desítek či dokonce stovek m².

Podobně jako u jiných obnovitelných zdrojů je i v případě tzv. solární energetiky hlavním limitujícím faktorem jejího většího rozvoje vyšší cena vyráběné energie, na níž se největší měrou podílejí vysoké investiční náklady instalací solárních systémů obecně. Pro představu, u solárních termických systémů, tj. systémů pro výrobu tepla, dosahují měrné investice běžně 20 a více tis. Kč/m² kolektorové plochy, což je vzhledem k obvyklé účinnosti celého systému 40-50 % minimálně 2krát více při přepočtu na jednotku tepelného výkonu jeden kilowatt (dosažitelného při normalizované intenzitě slunečního záření 1000 W). U fotovoltaických systémů pro výrobu elektřiny začínají měrné investice v současných cenách od hranice 130-140 tis. Kč/kWp (kilowatt špičkového el. výkonu, který je panel schopen dávat opět při normalizovaném oslunění 1 kW). A tak i při minimálních provozních nákladech a obvyklé životnosti celého systému alespoň 15-20 let vychází cena vyráběné energie, ať už ve formě elektřiny či tepla, významně nad téměř všemi jinými energetickými zdroji. Ekonomickou efektivnost systémů využívajících solární energii může nicméně v pozitivním i negativním smyslu ovlivnit řada dílčích faktorů. A pokud jim investor věnuje

pozornost, mohou investované prostředky do solárního systému učinit významně lepší investicí.

Instalace systému pro ohřev TUV je v dnešní době čím dál víc výhodnější při splnění některých základních podmínek. Investice do solárního systému je finančně nákladná, ale při správnosti návrhu systému se do několika let náklady vrátí. Tato investice je zejména výhodná pro majitele rodinných domků a to z dlouhodobého pohledu. Investice na stavbu solárního zařízení má návratnost několika let, po uplynutí návratnosti se investice začíná zhodnocovat a od té doby nám solární zařízení začne vydělávat. Tím, že energie je stále zdražována budou zisky ze solárního systému stále vyšší. Tohle by ale nebylo možné, kdyby došlo k zničení nebo poškození části solárního systému. Zejména se musí dbát na bezpečnost solárních konektorů a to například instalací zařízení, které kolektor ochrání proti přírodním živlům, jako jsou třeba kroupy, vítr aj.

Environmentální srovnání

Ve srovnání s fosilními palivy dochází při použití solárních systémů k významné redukci emisí CO₂ (viz. Obr. 2.5)

Systém ohřevu	Emise CO ₂ v g/kWh
Elektrina, energetický mix ČR	610 až 950
Tepelné čerpadlo	120 až 200
Zemní plyn	356
Černé uhlí	600
Hnědé uhlí	650
Dřevo	30
Solární systém	30

Obr. 2.5

1.6 Parametry vhodnosti zavedení systému

Každé řešení solárního systému vyžaduje vypracování důsledné energetické bilance. Musí se zjistit potřebné množství energie a množství energie solárním kolektorem vyprodukované. Nejdůležitější bude bilance v letních obdobích, kdy je sluneční záře nejintenzivnější. Je lepší řešit nedostatek sluneční energie a nahradit ji jiným zdrojem, než když je sluneční energie přebytek. Mezi hlavní a nejdůležitější zásady pro nejlepší a nejefektivnější návrh solárního systému patří:

- Umístění kolektorů, aby osvit kolektorů byl téměř celodenní, nejdůležitější je osvitit kolektory hlavně odpoledne, protože kolem 13 – 15 hodiny je slunce nejintenzivnější. Naopak v ranních hodinách můžeme připustit zastínění.
- Orientace kolektorů na jih s menší odchylkou na západ, tak se dá využívat efekt zapadajícího slunce. Jsou i dražší kolektory s automatickým natáčením.
- Intenzita a počet hodin slunečního záření, které se mohou měnit podle nadmořské výšky, znečištění, jestli se nacházíme ve městě nebo na venkově.
- Umístění kolektorů ve správném sklonu, čili 25° až 50°, optimální sklon pro celoroční provoz je 45° vzhledem k vodorovné rovině. Pro preferenci letního provozu je optimální úhel 30°. Pro zimní provoz, kdy je slunce nejnižší se kolektor může umístit i na svislou stěnu domu, což je kolem 90°, ale v létě se značně sníží účinnost.

- Kvalitní tepelná izolace a co nejkratší potrubí mezi kolektorem a zásobníkem, sníží se tím tepelné ztráty.
- Ochrana před větrem, aby se kolektory nadměrně neochlazovali.
- Chod ročních venkovních teplot, nepříznivé meteorologické jevy (námrazy), které můžou také způsobit tepelné ztráty.
- Dále by měli kolektory být dobře zpřístupněny pro údržbu, čištění a pravidelnou kontrolu.

1.7 Výhody a nevýhody solárních systémů

Výhody:

- Nevyčerpatelný zdroj ekologicky šetrné energie – slunce
- Nízké provozní náklady na získávání energie
- Nízké provozní náklady na přitápění objektu, ohřev užitkové vody, ohřev bazénové vody. Vyrobena energie ze slunečního záření může nahradit 20 - 50% potřeby tepla k vytápění objektu, 50 - 70% potřeby tepla k ohřevu užitkové vody, 70 – 95% potřeby tepla pro ohřev vody v bazénu
- Vysoká životnost systému, udává se 15 - 20 let
- Nenáročná a téměř bezúdržbová obsluha

Nevýhody:

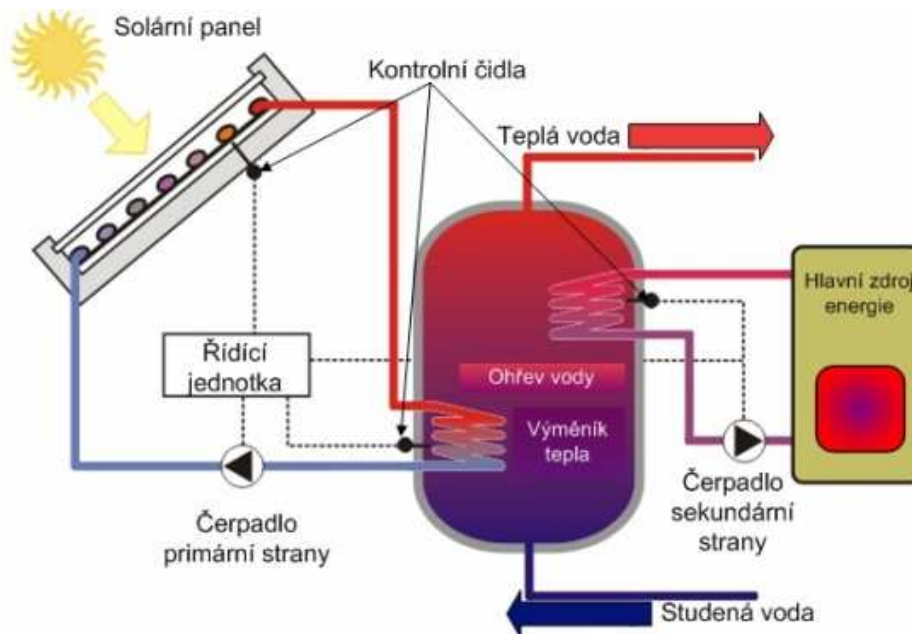
- Sluneční energii nelze využít jako samostatný zdroj tepla. Pro celoroční využití je nutný doplňkový zdroj energie - zemní plyn, elektrická energie, tuhá paliva, atd., který pokrývá zvýšenou potřebu v době, kdy je slunečního záření nedostatek
- Doba návratnosti investic do solárního systému je přímo závislá na vývoji cenové politiky používaného média před instalací solárního systému, na velikosti a typu soustavy a způsobu jejího využití (ohřev vody, přitápění, ohřev bazénů, technologie, atd.)
- Dodatečné investice, které je nutno realizovat v případě instalace solární soustavy do stávajícího objektu. Velikost investice je závislá na rozsahu úprav, které je nutné provést před instalací systému (např. zateplení objektu, přizpůsobení topné soustavy atp.)

2. Aktivní solární systémy

Narozdíl od pasivních solárních systémů, kdy je využití slunečního záření pomocí vhodného stavebního řešení projektu, u aktivních solárních systémů bývá energie dopadajícího slunečního záření zachycena absorpční plochou slunečních kolektorů. Dále se tato energie ve formě tepla přenáší pomocí teplonosné látky (voda, vzduch) k případným spotřebičům nebo do zásobníku. Pro případy, že slunce svítí někdy minimálně se doporučuje zapojovat na solární systém paralelně jiný zdroj, např. elektrický nebo plynový kotel. Tento systém se nejčastěji používá pro ohřev užitkové vody v domácnostech, popřípadě v rekreačních objektech.

Solární soustava, jako doplňkový/hlavní zdroj energie, jsou potrubím a armaturami vzájemně propojené solární kolektory, akumulční zásobníky tepla, expanzní nádoby,

čerpadel, zabezpečovací a regulační zařízení a ostatní prvky systému. Pokud je systém využíván jako doplňkový zdroj energie, je tento propojen a regulován s primárním zdrojem energie (tepelné čerpadlo, plynový kotel, elektrokotel, kotel na tuhá paliva). Úkolem kolektorů je zachycovat sluneční záření, přeměňovat jej na tepelnou energii a tu pak prostřednictvím čerpadel a dalších komponent systému dopravovat na místo spotřeby.



Obr. 3 : Schéma aktivního solárního systému

2.1 Rozdělení solárních systémů

Základem aktivních solárních systémů je přeměna sluneční energie na energii tepelnou, která se koncentruje v teplotně nosné látce. Teplotně nosná látka je buď kapalina, kterou tvoří voda s nemrznoucí směsí nebo ji může tvořit vzduch.

Aktivní solární systémy dělíme na kapalinové a vzduchové:

Kapalinové:

Kapalinové solární kolektory přeměňují sluneční záření zachycené absorberem kolektoru na tepelnou energii. Ta je odváděna teplotně nosnou kapalinou do místa spotřeby, například solárního zásobníku. Aby bylo možno provozovat systém po celý rok, musí být teplotně nosná kapalina nemrznoucí. Ploché kolektory mají čelní plochu stejně velkou jako absorpční. Používají se většinou pro nízkoteplotní systémy (do 100°C). Jsou nejrozšířenější především díky svým dobrým parametrům, nízké ceně a snadnosti použití. Účinnost mají obvykle kolem 70%. Jsou-li opatřeny selektivní absorpční vrstvou, mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difuzní záření (při zatažené obloze).

Vzduchové:

Vzduchové systémy jsou charakteristické velkými průřezy rozváděcích kanálů. Teplotně nosný kolektor je solární zařízení, které slouží v jarních, podzimních a zimních měsících k přitápění nebo vytápění obytných místností. Tento kolektor pracuje i ve dnech,

kdy je venkovní teplota pod bodem mrazu, ale je dostatečný sluneční svit. Jelikož je v uvedených měsících doba slunečního svitu většinou nedostačující, je nutné kombinovat funkci kolektoru MISTRAL s jiným zdrojem tepla, nejvhodnější je s elektrickým přímotopem, který je řízený pokojovým termostatem a zapíná se jen tehdy, je-li výkon teplovzdušného kolektoru nedostatečný. Další možnost využití teplovzdušného kolektoru je pro technologii sušení - např. zemědělských produktů, bylin, hub, ovoce, potravinářských výrobků a jiných vhodných výrobků.

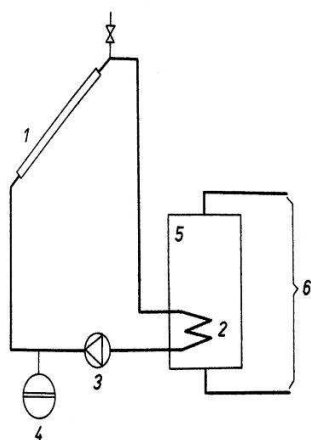
Otevřený kolektorový okruh je charakteristický tím, že se voda proudící kolektory mísí přímo s vodou v zásobníku. Mezi jeho hlavní části patří: 1.kolektor, 2.zásobník teplé vody s výměníkem v okruhu spotřebičů, 3.okruh spotřebičů (viz. Obr.3.1b). Tento okruh je již bez výměníku tepla. U otevřeného systému je předpokládána expanzní nádoba v nejvyšším místě solárního okruhu, která vyrovnává objemové změny kapaliny v důsledku měnících se teplot, minimalizuje únik vody.

Uzavřený kolektorový okruh je charakteristický tím, že teponosná kapalina předává teplo vodě v zásobníku zpravidla prostřednictvím povrchového výměníku tepla.Mezi jeho hlavní části patří:1.kolektor, 2.výměník tepla, 3.oběhové čerpadlo, 4.expanzní nádoba s membránou, 5.zásobník teplé vody, 6.okruh spotřebičů (viz. Obr.3.1a). Teponosná kapalina se nemísí s vodou v zásobníku. U uzavřeného systému je kolektorový okruh hermeticky uzavřený a pod tlakem. Membránová expanzní nádoba vyrovnává změny objemu kapaliny, přetlakový ventil omezuje systémový tlak na bezpečnou hranici.

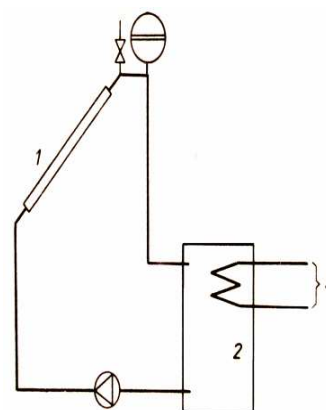
Oběh vody v teplovodních soustavách je buď přirozený, nebo nucený. Přirozený oběh vzniká na základ rozdílných hustot vratné (studené) a přívodní (teplé) otopné vody. Nucený oběh je vyvolán dopravním tlakem oběhového teplovodního čerpadla.

K výhodám přirozeného oběhu patří nezávislost na dodávce elektrické energie a k výhodám nuceného oběhu zase zajištění lepších hydraulických a teplotních parametrů, dobrá regulace a měření spotřeby tepla, jakož i urychlení zátopy.

K nevýhodám přirozeného oběhu patří omezené možnosti napojení nepříznivě umístěných těles, velká tepelná setrvačnost, velké průměry potrubí, nemožné použití vhodných regulačních prvků. Nevýhodou nuceného oběhu je závislost provozu na dodávce elektrické energie.



Obr. 3.1a



Obr. 3.1b

2.2 Jednoduché a kombinované solární systémy

Solární systémy se dělí na jednoduché neboli monovalentní a kombinované (bivalentní a trivalentní).

Monovalentní systémy jsou nejjednoduššími solárními systémy, ve kterých jako jediný zdroj tepla je sluneční kolektor. Nevýhoda tohoto systému je, že může být používán jen v letních slunných dnech. Jednoduchý solární systém lze využívat zejména od dubna do září, respektive na letní sezónu. Využívá se zejména na ohřev teplé užitkové vody nebo jako ohřívání bazénu. Pro celoroční provoz solárního systému je nezbytné používat bivalentní nebo trivalentní systémy. Kombinované systémy už nemají jen jeden zdroj tepla ve formě solárních kolektorů, ale jsou doplňovány jedním nebo dvěma zdroji. Díky nim můžeme solární kolektory nahradit v chladných měsících z nedostatkem slunečního záření. Tenhle systém se používá pro celoroční ohřev TUV nebo pro vytápění domů.

U bivalentních systémů se ke kolektorovému okruhu přidává zdroj tepla, jako třeba plynový, elektrický kotel, kotle na biomasu nebo kapalné palivo.

U trivalentních systémů se ke kolektorovému okruhu přidává zdroj tepla, které je tepelné čerpadlo a kryje spotřebu tepla při vytápění při mírných venkovních teplotách a dále kotel, který kryje spotřebu tepla při nejnižších teplotách.

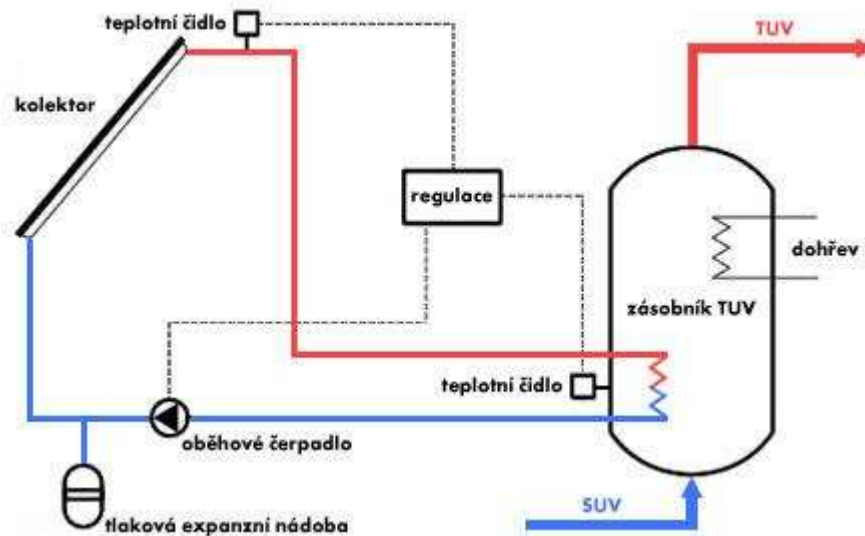
2.3 Bivalentní systémy pro celoroční ohřev TUV

Aby se teplota vody udržovala kolem 50°C po celý rok, i v období, kdy sluneční záření je velice slabé, jsou solární soustavy vybaveny nějakým dodatečným ohřevem. Soustava by měla být řešena tak, aby se dohřev zapíнал samostatně jen při odběru a kdy je to nezbytně nutné, aby soustava co nejvíce využívala solární energie.

Bivalentní systém s akumulátorem tepla se používá v případech, kdy chceme oddělit okruh kolektorů od okruhu užitkové vody. Princip tohoto zapojení je takový, že voda ohřátá pomocí slunečních kolektorů se shromažďuje v zásobníku, jehož objem je větší než denní spotřeba TUV.

Bivalentní systém s elektrickým topným tělesem se používá jen pro menší zařízení. Je to okruh slunečních kolektorů doplněním elektrickým ohřívákem. Tento systém je s uzavřeným kolektorovým okruhem a s elektrickým ohřívákem umístěným přímo v zásobníku teplé vody. Elektrická topná vložka v horní části zásobníku je připojena na noční proud a její příkon odpovídá plnému příkonu pro ohřev užitkové vody v zimě, kdy je nutno počítat s delší dobou bez slunečního svitu

Bivalentní systém s kotlem je nejčastější řešení solární soustavy. Protože by u větších zařízení bylo elektrické ohřívání finančně náročné, tak se kolektorový okruh doplňuje kotlem na kapalné palivo, plyn aj. Zapojení je nejčastěji takové, že kotel je sériově připojen k zásobníku TUV.



Obr. 3.3 : Schéma bivalentního systému s kotlem

3. Sestava klasického solárního systému pro ohřev TUV

Hlavní části solárního systému:

- Sluneční kolektory
- Solární zásobník pro ohřev TUV
- Výměník tepla
- Spojovací potrubí
- Teplonosná kapalina
- Armatury
- Zabezpečovací zařízení
- Regulační zařízení

3.1 Sluneční kolektory

Ohřev vody sluncem je jedním z nejstarších způsobů využití slunečního záření a zařízení, které nám tento ohřev umožňuje jsou sluneční kolektory. Kolektory pohlcují sluneční záření a přeměňují jej na teplo, které pak akumuluje ve vodě, popřípadě ve vzduchu. Sluneční kolektor pracuje na principu skleníkového efektu. Teplo se zachytává pod skleněným (nebo jiným průsvitným) krytem v absorbéru, který se ohřívá a odevzdává teplo, teplonosnému médiu, které může být voda, vzduch, olej, apod. Tmavá barva absorbéru odráží asi 10% dopadajícího slunečního záření. Některé kolektory bývají pokryty tzv. selektivním nátěrem, který zvyšuje absorpci tepla v kolektoru (snižuje úniky) a také je trvanlivější než běžná černá barva. Má také malou emisivitu v oblasti infračerveného záření. Absorbéry jsou obvykle vyráběny z mědi anebo hliníku. Měď je sice dražší než hliník, ale lépe vede teplo a méně koroduje. Jako izolace se většinou používá skleněná vata nebo různé formy PU, ale i vakuum. Rám absorbéru nebo celá vana je z hliníku, plastu, železa, ale může být i ze dřeva.

Typy slunečních kolektorů:

- Ploché kolektory
- Vakuové kolektory
- Koncentrační kolektory

3.1.1 Ploché kolektory

Pro ohřev pitné vody a v rostoucí míře i pro účely vytápění bývají využívány převážně ploché kolektory. Plochý kolektor se v podstatě skládá z pláště kolektoru, absorpéru, tepelné izolace a průhledného krytu. Dopadající sluneční záření proniká průhledným krytem (sklem) a dopadá na absorpér. Ten záření pohlcuje (absorbuje) a tím se zahřívá. Pokud bychom z něj teplo neodebírali, zahřál by se na velmi vysokou teplotu.

Kapalinové ploché kolektory

Přeměňují sluneční záření zachycené absorpérem kolektoru na tepelnou energii. Ta je odváděna teplonosnou kapalinou do místa spotřeby, například solárního zásobníku. Aby bylo možno provozovat systém po celý rok, musí být teplonosná kapalina nemrznoucí. Ploché kolektory mají čelní plochu stejně velkou jako absorpční. Používají se většinou pro nízkoteplotní systémy (do 100°C). Jsou nejrozšířenější především díky svým dobrým parametrům, nízké ceně a snadnosti použití. Účinnost mají obvykle kolem 70%. Jsou-li opatřeny selektivní absorpční vrstvou, mají vyšší účinnost a dokáží zpracovat i difuzní záření (při zatažené obloze).

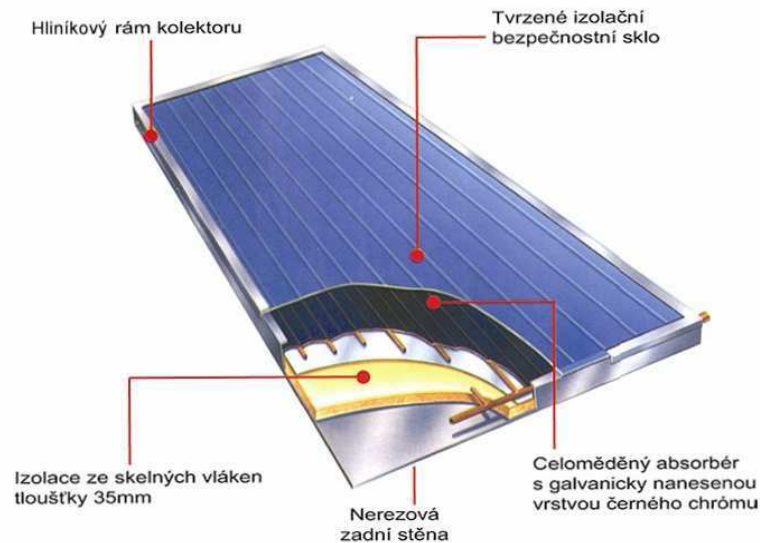
Vzduchové ploché kolektory

Teplonosným médiem je vzduch, mají výhodu v tom, že v zimě nezamrzají a v horkých letních dnech nemůže dojít k varu vody jako třeba u nesprávně navržených kapalinových kolektorech. Na konstrukci se využívají lacinější materiály jako například plasty, protože jejich pracovní teplota je nižší než u kapalinových kolektorů.

Absorbátorem bývá kovový materiál, přes který proudí vzduch vháněný ventilátorem. I když vzduch vede teplo méně jako voda, výsledkem je, že přestup tepla mezi absorpérem a vzduchem je nižší, což znamená menší tepelný zisk. V některých vzduchových kolektorech se používá i ventilátory, které jsou umístěny na absorátoru, aby se zvýšila turbulence vzduchu a zlepšil přenos tepla. Současný použití vzduchových kolektorů se dnes omezuje na přípravu horkého vzduchu na vysušování hospodářských produktů hlavně v rozvojových krajinách.

Hlavním omezením využití těchto kolektorů jsou:

- Vysoké náklady
- Velká plocha kolektorů, která je potřeba vzhledem na nízkou hustotu energie a nízkou specifickou tepelnou kapacitu vzduchu
- Velký počet trubek rozvádějící horký vzduch
- Vysoké nároky na ventilační systém
- Náročné skladování vyrobené energie



Obr. 4.1.1 : Řez plochého slunečního kolektoru

3.1.2 Vakuové kolektory

Vakuové kolektory bývají většinou z výrobně-technických důvodů provedeny ve formě řady trubic. Při tom je úzký, selektivně povrstvený pás absorberu zavěšen do skleněné trubice, která sluneční záření téměř nepohlcuje a je tepelně odolná. Pomocí vysátí prostoru mezi skleněnou trubicí a absorbérem (nebo mezi stěnami duté skleněné U-trubice) jsou ztráty podstatně redukovány. Nemůže zde docházet ani ke konvekci (nemá co proudit) ani ke ztrátám z důvodu tepelné vodivosti vzduchu. Trubicové vakuové kolektory jsou ale velmi "děravé" a proto s nimi na jednotku plochy, kterou zabírají na střeše či na fasádě, nelze získat v zařízeních na ohřev pitné vody vyšších ročních výnosů tepla než s hi-tech kolektorem plochým. Výhodu začínají mít až při použití technologickém, při pracovních teplotách nad 60 stupňů. Ekonomické ale nejsou ani tehdy, leda v případech teplot ještě mnohem vyšších. Především vinou své vysoké ceny se dosud příliš neprosadily. Jejich podíl na trhu představuje nyní v Rakousku přibližně 1 %. Jako varianta technického provedení jsou nabízeny také evakuované ploché kolektory. Jejich parametry však nejsou lepší než u kvalitních běžných plochých kolektorů, hlavně proto, že vakuum v nich je velmi nedokonalé, i když se po letech vždy znovu vyčerpávají.



Obr. 4.1.2a : Vakuový kolektor

Vakuový trubicový kolektor

Kolektory založené na systému vakuových trubic si můžeme představit jako skleněnou termosku - menší trubice je vložena do větší a mezi nimi je vytvořeno vakuum, které má ideální izolační schopnosti. Vakuum v trubicích zabraňuje ztrátám tepla do okolí. Válcový tvar trubic umožňuje absorpci slunečního záření i při neoptimální orientaci kolektoru nebo při východu a západu slunce. Uvnitř skleněných trubic je uložena tzv. "tepelná trubice" nebo "heat-pipe", tedy absorbér vyrobený z mědi s malým obsahem teplotnosné kapaliny na bázi alkoholu, která se teplem odpařuje a tím z absorbéru odebírá teplo. Páry stoupají do horní části trubice a tam kondenzují, čímž předávají teplo do okolo proudící nemrznoucí směsi solárního okruhu. Kondenzát pak stéká zpět na dno trubice a koloběh se opakuje. Teplo z nemrznoucí směsi solárního okruhu je pak přes výměník v bojleru nebo v solárním zásobníku akumulováno do topné nebo do teplé užitkové vody.

Vakuové trubice jsou oddělené od solárního okruhu měděným sběračem, při poškození jedné nebo více trubic tak kolektor funguje dál. Při výměně trubic také není nutné vypouštět nemrznoucí směs ze solárního okruhu, výměna trubic je pak relativně jednoduchá. Některé typy vakuových trubicových kolektorů umožňují i přímý průtok nemrznoucí kapaliny ze solárního okruhu, výměna poškozených trubic je pak náročnější a neobejde se bez vypuštění solárního okruhu.



Obr. 4.1.2b : Trubicový vakuový kolektor

3.1.3 Koncentrační kolektory

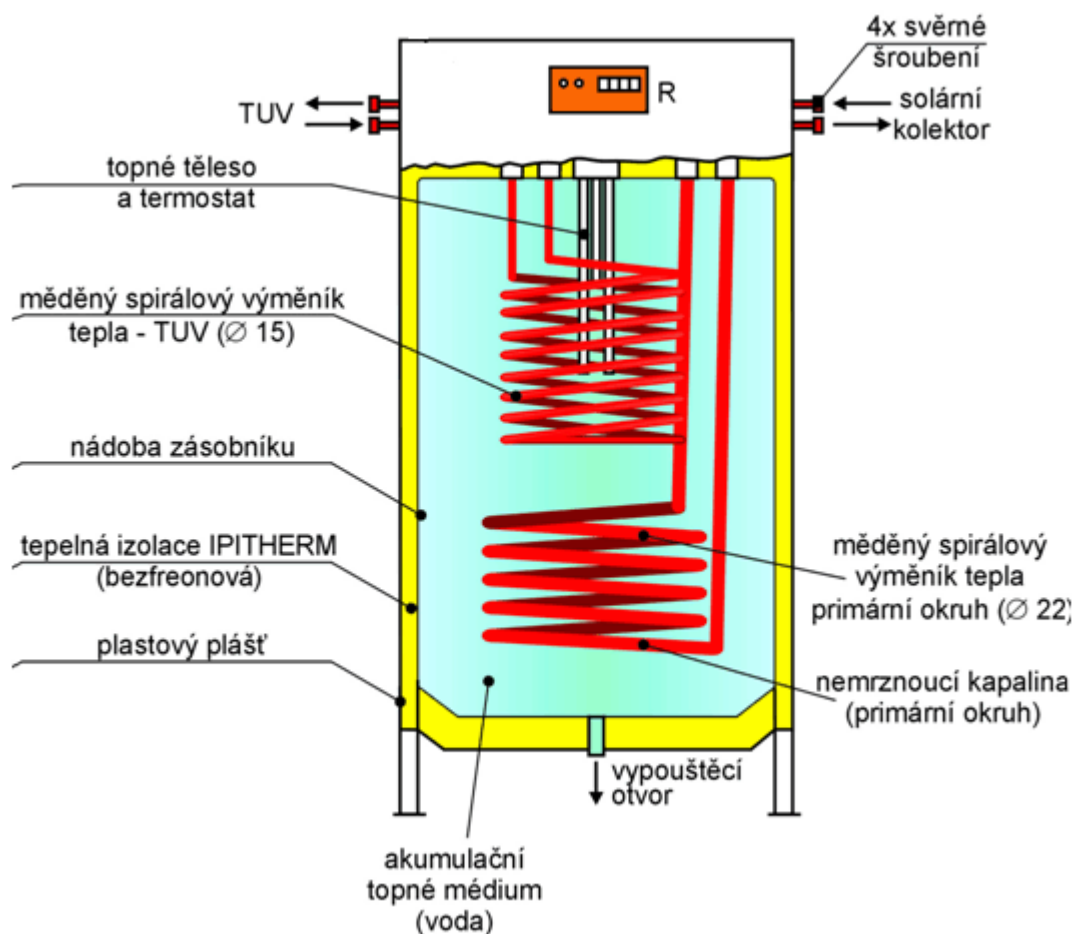
V koncentračních kolektorech je přímé sluneční světlo válcovými, většinou parabolickými zrcadly koncentrováno na potrubí nebo kulovými zrcadly (přesněji může jít o paraboloid) do jednoho ohniska, v něm lze dosáhnout velmi vysokých teplot. Tyto kolektory se používají především v solárních elektrárnách k ohřevu pracovní látky na vysokou teplotu (250-800oC).

Koncentrační kolektory ale mají tu nevýhodu, že hustotu toku rozptýleného záření zvýšit neumí vůbec nebo jen málo a že mimo slunečné počasí jsou jejich zisky zanedbatelné. K tomu se přidává nákladné nakládání zrcadel za sluncem, aby záření bylo stále soustředováno na absorbér.

3.2 Solární zásobník pro ohřev TUV

V solárním zásobníku ohříváme teplou vodu solární energií, doplňkově elektřinou nebo tepelnou energií z ústředního vytápění. Pak musí být vybaven dvěma výměníky tepla - jeden je napojen na okruh ústředního vytápění, druhý na solární okruh. Pro klasický ohřev elektřinou má běžné elektrické topné těleso. Plocha solárního výměníku musí být dostatečně velká pro co nejlepší přestup tepla z teplotnosné kapaliny do vody v zásobníku. Ten má mít takový objem, aby i v parném létě stačil akumulovat zachycenou energii a nedošlo k poškození systému. Z hygienických důvodů je žádoucí alespoň jednou denně ohřát obsah zásobníku na 60 °C. Výměník tepla se u solárního okruhu umísťuje v zásobníku co nejnižše. Nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nevyšše se umísťí elektrické topné těleso. Plochy výměníků je třeba navrhnout s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku.

V solárních systémech pro ohřev TUV se používají zásobníky většího objemu než je obvyklé u jiných zdrojů. Důvodem je nutnost akumulace energie a ohřev dostatečného množství vody v době, kdy je sluneční svit. Dalším specifíkem je nutnost záložního zdroje, který dohřeje TUV v období, kdy sluníčko nesvítí nebo má slabou intenzitu.



Obr. 4.2 : Solární zásobník ohřevu TUV

3.3 Výměník tepla

Tepelný výměník slouží k přenosu tepla při současném oddělení okruhů a to z jednoho média na druhé. Pro správný přenos tepla je důležité, aby byl rozdíl teplot mezi topným a oteplujícím se médiem. Tepelný výměník zprostředkovává předávání tepla mezi kolektory, zásobníkem a spotřebiči.

Výměník tepla je buď jako samostatný prvek, nebo bývá často částí zásobníku, s kterým pak tvoří celek. Výměník tepla se u solárního okruhu umísťuje v zásobníku co nejnižší. Nad ním je výměník okruhu ústředního vytápění a nejvýše se umístí elektrické topné těleso. Plochy výměníků je třeba navrhnout s ohledem na materiál, z něhož jsou vyrobeny, na teplotu kapaliny v solárním okruhu a dále na průtok a objem zásobníku. Elektrické topné těleso slouží pro ohřev užitkové vody, když nesvítí Slunce a netopíme. Jeho výkon musí odpovídat objemu vody v zásobníku.

3.4 Spojovací potrubí

Spojovacím potrubím spojuje kolektory se zásobníky. Potrubí je nutno navrhnout tak, aby odpovídalo požadovaným průtokům a teplotám teplotnosné kapaliny v solárním okruhu. Teplota teplotnosné kapaliny může dosahovat až 250°C, takže v žádném případě by se neměl jako materiál na potrubí volit plast. Průřezy potrubí se musí volit s ohledem na požadované průtoky a hydraulické ztráty. Kvalitní izolace je samozřejmostí. Proudění teplotnosné kapaliny potrubím zajišťuje oběhové čerpadlo.

Oběhové čerpadlo zajišťuje správnou cirkulaci teplotnosné kapaliny, je navrhováno podle množství obíhající teplotnosné kapaliny a je obvykle řízeno regulační jednotkou. K zapínání čerpadla dochází až kolektor přesahuje svoji teplotou teplotu zásobníku.

3.5 Teplotnosná kapalina

Pro sezónní ohřev užitkové vody se jako teplotnosná kapalina používá voda, má velkou měrnou kapacitu, dobrou tepelnou vodivost a malou viskozitu, tím pádem je nejlepší pro přenos tepla v solárních zařízeních. Pro celoroční provoz musíme použít nemrznoucí směs, která má mít podobné fyzikální vlastnosti jako voda (kromě bodu tuhnutí). Tomu vyhovují kapaliny na bázi glykolů, například Solaren, CPM Produkt Frix. Směs vody s Fridexem je jedovatá, podle hygienických předpisů se nesmí používat.

3.6 Armatury a zabezpečovací zařízení

Armatury slouží k plnění systému teplotnosnou kapalinou a zabezpečují správnou funkci včetně kontroly a regulace (manometr, teploměr, zpětný ventil). Dále potřebujeme zabezpečující zařízení pro vyrovnání tlaku, který může mít výkyvy kvůli kolísání teplot. K vyrovnání tlaku vlivem značného kolísání teploty je nutné do okruhu připojit expanzní nádobu, jejíž konstrukce a umístění musí odpovídat předpokládané maximální teplotě, objemu a tepelné roztažnosti teplotnosné kapaliny. Pro případy extrémního zvýšení tlaku a následného poškození systému musíme instalovat pojistný ventil.

3.7 Regulační zařízení

Zabezpečuje optimální výkon systému, chrání ho před poškozením a umožňuje potřebnou regulaci tepla mezi spotřebiči. Hlavním úkolem je zajištění předávání tepla z kolektorů do zásobníku za slunečního svitu a zamezení odvádění tepla opačným směrem, kdy je sluneční svit minimální.

4. Výpočet plochy kolektorů

Základní informace:

Doba využívání kolektorů:	od dubna do září
Typy přehřívání:	elektrické nebo plynové přehřívání
Objem zásobníků:	$V_z = 160 \text{ l} = 0,16 \text{ m}^3$
Teplota studené vody:	$t_1 = 10 \text{ °C}$
Teplota ohřáté vody:	$t_2 = 60 \text{ °C}$
Měrná tepelná kapacita vody:	$c_p = 4180 \text{ [J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \text{]}$
Hustota vody:	$\rho_v = 995,6 \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3} \text{]}$
Optimální úhel sklonu kolektorů (viz. 2.6 Parametry vhodnosti zavedení systému):	$\alpha = 45^\circ$, orientace na jih
Znečištění atmosféry	$Z = 3$

Výpočet:

1. Denní spotřeba tepla pro ohřev TUV

$$Q_{\text{spot}} = c_p \cdot \rho_v \cdot V_z \cdot \Delta t = c_p \cdot \rho_v \cdot V_z \cdot (t_2 - t_1) = 4180 \cdot 995,6 \cdot 0,16 \cdot (60 - 10) = 33,3 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$Q_{\text{spot}} = 33,3 \cdot 10^6 \div 3600 = \underline{9,25 \text{ kW} \cdot \text{h}}$$

Denní spotřeba tepla s přírůžkou na ztráty 10%:

$$Q_{\text{spot} + \text{p}} = (1 + 0,1) \cdot Q_{\text{spot}} = (1 + 0,1) \cdot 9,25 = \underline{10,18 \text{ kW} \cdot \text{h}}$$

2. Skutečná dopadající energie za den na plochu 1 m^2 ($Q_{\text{s skut}}$)

Teoreticky možná dopadající energie za den na plochu 1 m^2 , (viz. Tabulka 1):

$$\text{Duben} \dots \dots \dots Q_{\text{s den teor}} = 8,06 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\text{Září} \dots \dots \dots Q_{\text{s den teor}} = 6,70 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$$

Poměrná doba slunečního svitu, (viz. Tabulka 2):

$$\text{Duben} \dots \dots \dots \bar{\tau} = 0,39$$

$$\text{Září} \dots \dots \dots \bar{\tau} = 0,50$$

Skutečná dopadající energie:

$$Q_{s \text{ skut}} = \bar{\tau} \cdot Q_{s \text{ den teor}}$$

Duben..... $Q_{s \text{ skut}} = 0,39 \cdot 8,06 = 3,14 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$

Září..... $Q_{s \text{ skut}} = 0,50 \cdot 6,70 = 3,35 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$

Úhel sklonu osluňené plochy α	Teoreticky možná energie dopadající za den na plochu v jednotlivých měsících $Q_{s \text{ den teor}} \text{ (kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\text{)}$						
	XII.	I. XI.	II. X.	III. IX.	IV. VIII.	V. VII.	VI.
Azimutový úhel osluňené plochy $\alpha_s = \pm 0^\circ$ (orientace na jih)							
0°	1,09	1,55	2,74	4,93	6,73	8,38	9,16
15°	1,78	2,30	3,75	5,82	7,50	9,12	9,76
30°	2,35	2,96	4,48	6,44	7,98	9,56	9,98
45°	2,70	3,40	4,96	6,70	8,06	9,42	9,64
60°	3,00	3,71	5,26	6,54	7,41	8,09	8,48
75°	3,08	3,90	5,32	6,24	6,44	6,44	6,44
90°	3,11	3,96	5,00	5,56	5,19	4,49	4,31

Tabulka 1: Teoretická možná energie

Měsíc	Poměrná doba slunečního svitu $\bar{\tau} = \tau_{\text{skn}} / \tau_{\text{teor}}^1$							
	Praha	České Budějovice	Hradec Králové	Brno	Bratislava	Košice	Sněžka (1 602 m)	Lomnický štít (2 632 m)
I.	0,21	0,18	0,18	0,18	0,25	0,26	0,33	0,48
II.	0,32	0,29	0,27	0,31	0,35	0,31	0,33	0,47
III.	0,42	0,37	0,40	0,38	0,46	0,42	0,37	0,50
IV.	0,45	0,39	0,44	0,39	0,50	0,46	0,33	0,42
V.	0,51	0,43	0,50	0,48	0,56	0,53	0,40	0,36
VI.	0,54	0,46	0,51	0,53	0,59	0,54	0,38	0,33
VII.	0,55	0,49	0,52	0,56	0,66	0,58	0,39	0,37
VIII.	0,55	0,51	0,54	0,53	0,66	0,59	0,40	0,43
IX.	0,53	0,48	0,52	0,50	0,63	0,57	0,40	0,52
X.	0,37	0,34	0,37	0,37	0,47	0,47	0,30	0,60
XI.	0,21	0,22	0,19	0,23	0,25	0,27	0,31	0,46
XII.	0,14	0,15	0,17	0,12	0,20	0,23	0,28	0,48

Tabulka 2: Poměrná doba slunečního svitu

3. Účinnost kolektorů s jedním krycím sklem (η_A)

Střední intenzita slunečního záření (viz. Tabulka 3):

Duben..... $I_{stř} = 580 \text{ W}\cdot\text{m}^2$
Září..... $I_{stř} = 558 \text{ W}\cdot\text{m}^2$

Střední teplota v době slunečního svitu (viz. Tabulka 4):

Duben..... $t_v = 12 \text{ }^\circ\text{C}$
Září..... $t_v = 18,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Účinnost kolektoru:

Duben..... $\eta_A = 0,85 - \frac{6 \cdot (t_2 - t_v)}{I_{stř}} = \eta_A = 0,85 - \frac{6 \cdot (60 - 12,0)}{580} = \underline{0,353}$

Září..... $\eta_A = 0,85 - \frac{6 \cdot (t_2 - t_v)}{I_{stř}} = \eta_A = 0,85 - \frac{6 \cdot (60 - 12,0)}{558} = \underline{0,40}$

Úhel sklonu oslněné plochy α	Střední intenzita slunečního záření $I_{stř}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$) v jednotlivých měsících						
	XII.	I. XI.	II. X.	III. IX.	IV. VIII.	V. VII.	VI.
Azimutový úhel oslněné plochy $\alpha_s = \pm 0^\circ$ (orientace na jih)							
0°	139	188	271	411	484	534	561
15°	227	278	371	485	540	581	597
30°	299	358	443	537	574	609	611
45°	344	412	490	558	580	600	590
60°	382	449	520	545	533	515	519
75°	392	472	526	520	463	410	394
90°	396	479	494	463	373	286	264

Tabulka 3: Střední intenzita slunečního záření

Místo	Střední teplota v době slunečního svitu t_v v jednotlivých měsících (°C)											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Praha	2,2	3,4	6,5	12,1	16,6	20,6	22,5	22,6	19,4	13,8	7,3	3,5
České Budějovice	1,7	2,4	6,2	10,7	15,8	18,6	20,8	20,6	17,4	12,1	6,9	3,3
Hradec Králové	1,6	2,4	6,0	10,7	15,9	18,9	20,7	20,8	18,0	12,7	7,2	3,3
Brno	1,7	2,8	7,0	12,0	17,2	20,2	22,1	21,8	18,5	13,1	7,7	3,5
Bratislava	2,1	3,6	8,5	13,4	18,5	21,6	23,5	23,6	20,5	14,7	8,5	4,2
Košice	0,1	1,7	6,6	12,1	16,3	20,5	22,4	22,2	18,7	13,1	7,5	2,8
Sněžka (1 602 m)	-3,5	-3,6	-1,7	1,7	6,6	9,6	11,6	11,9	9,7	5,5	0,9	-2,0
Lomnický štít (2 632 m)	-6,9	-7,5	-5,8	-2,2	2,4	5,1	7,1	8,0	5,7	2,3	-2,6	-5,5

Tabulka 4: Střední teplota vzduchu době slunečního svitu

4. Plocha kolektorů

Výpočet bychom měli provádět pro měsíc duben, protože jsou nejpříznivější sluneční podmínky. Ale plocha kolektorů určená dle skutečné průměrné dopadající energie v dubnu by byla velká a investičně velmi drahá. Proto se navrhuje plocha kolektorů určená podle teoreticky možné dopadající energie. Dále musíme předpokládat vznik tepelných ztrát v zásobníku a potrubního rozvodu. To je z celkové spotřeby tepla 10% a proto se do výpočtu započítá přírážka na ztráty $p=0,1$.

$$Q_{A \text{ den } t} = \eta_A \cdot Q_{s \text{ den teor}}$$

$$\text{Duben} \dots \dots \dots Q_{A \text{ den } t} = 0,35 \cdot 8,06 = 2,82 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\text{Září} \dots \dots \dots Q_{A \text{ den } t} = 0,40 \cdot 6,70 = 2,68 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^{-2}$$

Plocha kolektorů pro méně příznivý měsíc září:

$$S_A = \frac{(1 + p) \cdot Q_{spotr}}{Q_{A \text{ den } t}} = \frac{(1 + 0,1) \cdot 9,25}{2,68} = 3,79 \text{ m}^2$$

S plochou $3,79 \text{ m}^2$ budeme muset přitápět v okrajových měsících v daném období, ve dnech, kdy bude sluneční záření méně intenzivní a také samozřejmě v zimním období. Na základě lepší instalace zařízení jsem zvolil optimální hodnotu $S_A = 3,8 \text{ m}^2$.

5. Tepelná bilance solárního zařízení

Přehled účinnosti a energie kolektoru:

Měsíc	t_v [°C]	$(t_2 - t_1) - t_v$ [°C]	$I_{stř} (= q_s)$ [W · m ⁻²]	η_A	$Q_{s\ den\ teor}$ [kW · h · m ⁻²]	τ
I	1,7	48,3	412	0,15	3,40	0,18
II	2,8	47,2	490	0,27	4,96	0,31
III	7,0	43,0	558	0,38	6,70	0,38
IV	12,0	38,0	580	0,45	8,06	0,39
V	17,2	32,8	600	0,52	9,42	0,48
VI	20,2	29,8	590	0,55	9,64	0,53
VII	22,1	27,9	600	0,57	9,42	0,56
VIII	21,8	28,2	580	0,56	8,06	0,53
IX	18,5	31,5	558	0,51	6,70	0,50
X	13,1	36,9	490	0,40	4,96	0,37
XI	7,7	42,3	412	0,23	3,40	0,23
XII	3,5	46,5	344	0,04	2,70	0,12

5.1 Tepelná bilance solárního zařízení pro celý rok

měsíc	počet dnů (n)	Energie		Nedostatek energie (X ₁)
		Slun. kolektory $n \cdot S_A \cdot Q_{A\ den}$ [kW.h]	Celková spotřeba $n \cdot (1 + p) \cdot Q_{spotr}$ [kW.h]	
I	31	10,81	315,58	-304,77
II	28	44,17	285,04	-240,87
III	31	113,97	315,58	-201,61
IV	30	161,26	305,40	-144,14
V	31	276,96	315,58	-38,62
VI	30	320,35	305,40	14,95
VII	31	354,21	315,58	38,63
VIII	31	281,81	315,58	-33,77
IX	30	194,77	305,40	-110,63
X	31	86,47	315,58	-229,11
XI	30	20,50	305,40	-284,90
XII	31	1,53	315,58	-314,05
Suma	365	1866,81	3715,70	-1848,89

$$X_1 = n \cdot S_A \cdot Q_{A \text{ den}} - (n \cdot (1+p) \cdot Q_{\text{spotr}}) \quad [\text{kW} \cdot \text{h}]$$

Celková spotřeba energie za rok:	3715,70 [kW·h]	
Energie, kterou vyrobí kolektory:	1866,81 [kW·h]	→ 50,24%
Nedostatek energie, kterou bude muset nahradit jiný zdroj:	1848,89 [kW·h]	→ 49,76%

5.2 Tepelná bilance solárního zařízení pro dané období (duben – září)

Měsíc	Počet dnů	Sluneční kolektory	Celková spotřeba	Nedostatek energie
	(n)	$n \cdot S_A \cdot Q_{A \text{ den}}$ [kW.h]	$n \cdot (1+p) \cdot Q_{\text{spotr}}$ [kW.h]	(X ₂)
IV	30	161,26	305,40	-144,14
V	31	276,96	315,58	-38,62
VI	30	320,35	305,40	14,95
VII	31	354,21	315,58	38,63
VIII	31	281,81	315,58	-33,77
IX	30	194,77	305,40	-110,63
Suma	183	1589,36	1862,94	-273,58

Celková spotřeba energie pro dané období:	1862,94 [kW·h]	
Energie, kterou vyrobí kolektory:	1589,36 [kW·h]	→ 85,31%
Nedostatek energie, kterou bude muset nahradit jiný zdroj:	273,58 [kW·h]	→ 14,69%

Závěr: Z výpočtu vidíme, že roční pokrytí ohřevu TUV je něco málo přes 50%. V sezónním provozu (duben – září), kdy jsou nejlepší podmínky slunečního záření, budeme pomocí kolektorů získávat 85% energie. Dohřev klasickými zdroji nám činí 15%. Můžeme mluvit o velmi dobré účinnosti ohřevu TUV.

6. Technické parametry zvoleného slunečního systému

Zvolená varianta slunečního systému byla vybrána na základě nabídek firem, které se zabývají touto problematikou. Vybral jsem nabídku od firmy Quantum, a.s., která sídlí ve Vyškově. Nákup komponentů od firmy zahrnující samozřejmě i kompletní zapojení systému činí 111 890 Kč. Dále nám firma zajišťuje záruku na kolektory 10 let a montážní záruku 2 roky. Životnost systému se udává minimálně 30 let.

Celková cena systému včetně dopravy o montáže je 121 960 Kč s 9 % DPH. S dotací 50 000 Kč je to částka 71 960 Kč.

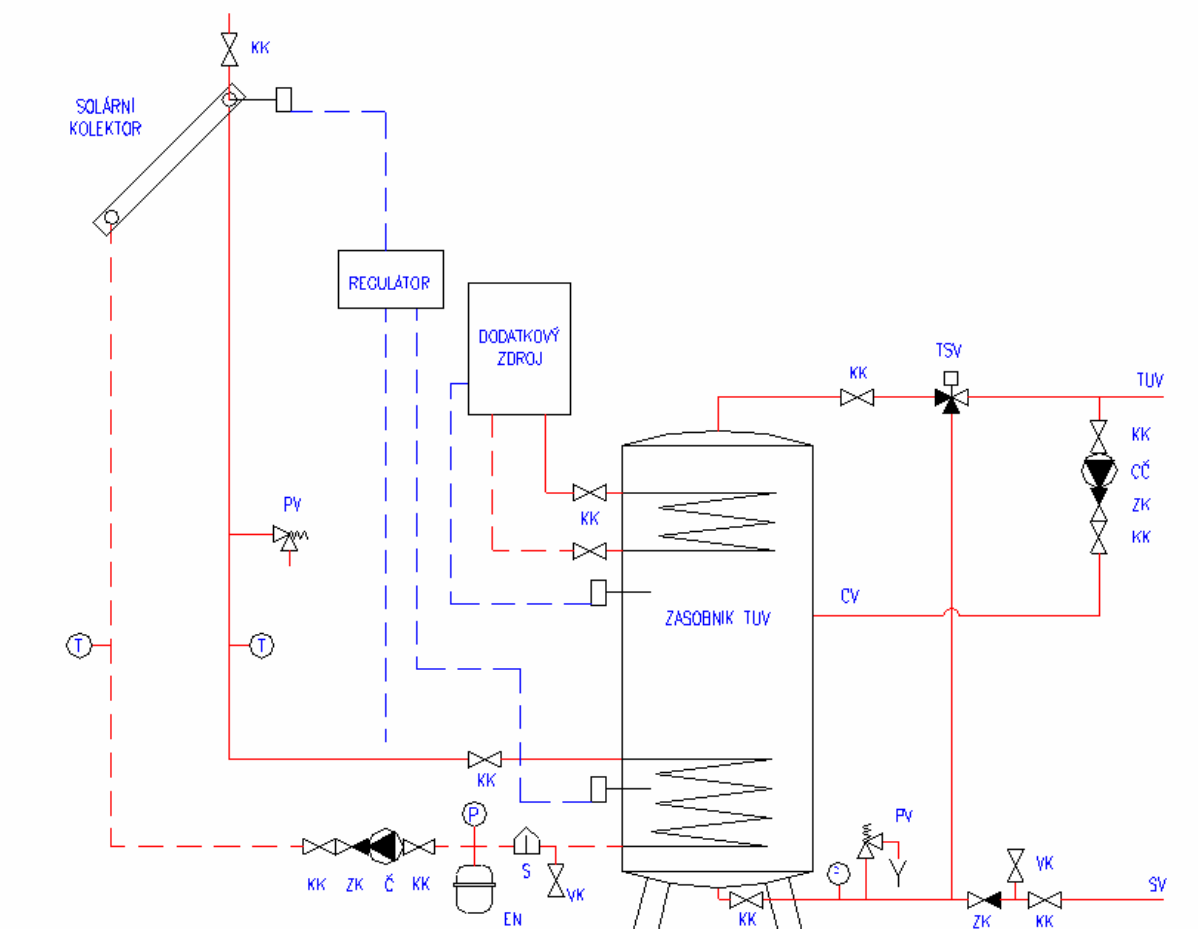
Název	Množství	Cena jednotková	Cena celková
Kolektor rámový vertikální 1,9 m	2	11 295,-	22 590,-
Montážní sada pro 2 ks kolektoru na sedlovou střechu	1	4 135,-	4 135,-
Spojovací soubor (sada)	1	535,-	535,-
Solární regulace Helios Pro - standard	1	3 795,-	3 795,-
Solární čer. jednotka Tacosol 4.0 ZR (1,5 - 6 l/min.) s krytem	1	7 895,-	7 895,-
Teplonosná, nemrzoucí kapalina Kolekton P 25 l	1	1 745,-	1 745,-
Připojovací sada pro kolektory MTS	1	563,-	563,-
Propojovací mosazné spojky pro kolektory MTS (sada 2 ks)	1	307,-	307,-
Solární ruční plnicí pumpa	1	2 055,-	2 055,-
Automatický odvzdušňovací ventil 3/8 – 180°C/10 bar	1	495,-	495,-
Měděné potrubí D 22x1	50 m	382,-	19 100,-
Tepelná izolace Aeroflex SSH - DN 22/19	50 m	179,-	8 950,-
Páska izolační aerotape 50 mm x 10 m	soubor	352,-	352,-
Lepidlo pro aeroflex 200 g - se štětečkem	1	273,-	273,-
Akumulační zásobník Q7-150-ZDV	1	14 065,-	14 065,-
Expanzní nádoba ACS CE 12	2	695,-	695,-
Termostatický směšovač ESBE	1	1 840,-	1 840,-
Montáž, tlakování, spuštění, elektroinstalace	soubor	18 500,-	18 500,-
Elektroinstalační materiál	soubor	1 450,-	1 450,-
Armatury a pomocný materiál	soubor	2 550,-	2 550,-

Technické parametry kolektoru:

Typ.....Q7-500-MTS/V
Plocha kolektoru..... 2,0 m²
Účinná plocha..... 1,9 m²
Hmotnost kolektorů... 38 kg
Objem kolektorů.....1,5 l
Tlaková ztráta..... 0,01 bar
Izolace..... 50 mm

Tepelné vyzařování.....0,31 / 0,05
Průtok.....100 l / h
Max. provozní tlak.....6 barů
Účinnost kolektoru.....75% / 80%
Absorpční materiál.....měděná deska
Plášť.....rám z eloxovaného hliníku
Koeficient tepelné ztráty....3,82 W / m²·K

6.1 Schéma solárního systému



7. Ekonomické zhodnocení solárního systému

Sluneční kolektory ke svému provozu nepotřebují takřka žádnou vloženou energii ani palivo, a díky tomu mají oproti jiným způsobům vytápění zásadní výhodu. Tato výhoda a dále i to, že sluneční záření s největší pravděpodobností nepůjde nikdy zdanit je jedna z hlavních důvodů, proč si pořídit nějakou sluneční soustavu. Jejich bez nákladový provoz nám dosahuje značné úspory, které bychom jiným druhem vytápění nikdy nedosáhli.

Životnost kolektorů dosahuje 30 let a záruka na vady výrobků poskytovaná výrobcem je 12 let. Tato záruka je uznána za předpokladu, že zařízení je namontováno autorizovanou firmou.

Návratnost investice nelze spočítat úplně přesně, protože její doba se zkracuje s rostoucími cenami energií. Proto se návratnost investice počítá jen orientačně.

Kolektory jsou investicí do životního prostředí. Sluneční záření dodává na zemský povrch energii automaticky a zcela zdarma. Celosvětovou roční energetickou spotřebu bychom z tohoto zdroje mohli pokrýt jen tehdy, pokud bychom pouhé dvě hodiny zachytili

všechnu energii, která dopadne na suchozemskou část naší planety. Slunce je nejčistším zdrojem energie, bez jakýchkoliv emisí, odpadů nebo nebezpečného vyzařování.

Dotace ze státního fondu životního prostředí

Při instalaci slunečních kolektorů je možné žádat o dotaci ze státního fondu životního prostředí. Pro fyzické osoby může tato dotace činit až 50 % s pořizovací částky, ale maximální priznaná částka dotace však činí 50 000 Kč pro ohřev TUV.

7.1 Sazby cen energií

Typ	Sazba	Pásmo spotřeby	Stálá měsíční platba za příkon [Kč]	Cena [Kč/kWh]
elektřina	Aku + D25d	Jistič 3x25 A - NT	186,-	1,97,-
Zemní plyn	Domácnosti	Nad 55000 do 63000 kWh/rok	373,-	1,16,-

Tab. 5. : Sazby cen energií

NT – nízký tarif

Údaje v tabulce jsou uvedeny podle cen el. energie v sazbě D25d a měsíční plat při hodnotě hl. jističe 3x25 A pro rok 2009.

7.2 Výpočet ceny dohřevu energie

Dohřívání v soustavě slunečních kolektorů se bude provádět pomocí plynu a elektrické energie. Elektrickou energií se bude dohřívát během sezóny a plynem po zbytek roku.

Dohřev energie za celý rok.....1848,89 [kW· h]

Dohřev energie během sezóny(duben – září)..... 273,58 [kW· h]

Dohřev pomocí el. energie:

Dohřev el. energii (duben – září) nočním proudem..... 273,58 kWh

Cena 1 kWh..... 1,97 Kč

Stálá měsíční platba za příkon..... 186 Kč

Duben – září..... $273,58 \cdot 1,97 = 538,95$ Kč/ kWh

Celoroční připojení el. energie..... $186 \cdot 12 = 2232$ Kč/ rok

Celková cena dohřevu el. energie za celý rok..... $538,95 + 2232 = \underline{2770,95}$ Kč

Dohřev pomocí zemního plynu:

Dohřev plynem(tarifní sazba do 65 000 kWh/rok).... $1848,89 - 273,58 = 1575,31$ kWh

Cena 1 kWh.....1,16 Kč

Stálá měsíční platba za příkon.....373 Kč

Cena pro zbývající část roku..... $1575,31 \cdot 1,16 = 1827,36$ Kč
 Celoroční připojení zemního plynu..... $373 \cdot 12 = 4476$ Kč

Do celkové ceny dohřevu není započítáno celoroční připojení plynu. Hlavním důvodem připojení je vytápění domu a dohřev je jako druhotná spotřeba.

Celková cena dohřevu zemním plynem po zbytek roku.....1827,36 Kč

7.3 Výpočet návratnosti investice

Uspořené finance za energii za celý rok(el. energie + zemní plyn):

$$[(273,58 \cdot 1,97) + (186 \cdot 12)] + (1575,31 \cdot 1,16) = \underline{4598,31 \text{ Kč/kWh rok}}$$

Doba návratnosti:

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{celková cena systému} - \text{dotace}}{\text{usp. finance za energii za rok}}$$

Státní podpora je důležitý faktor návratnosti investice, bez dotace by vyšla návratnost dvakrát tak dlouhá. Dotace činí 50 % z pořizovacích nákladů, ale však max. přiznaná částka je 50 000 Kč. Z částky 121 960 Kč je 50 % 60 980 Kč. Proto musíme počítat s max. přiznanou částkou.

$$\text{Návratnost} = \frac{121960 - 50000}{4598,31} = \underline{15,6 \text{ let}}$$

Uspořené náklady po zaplacení investic solárního systému:

$$\text{Doba životnosti po zaplacení investice: } 30 - 15,6 = 14,4 \text{ let}$$

$$\text{Uspořené náklady: } 14,4 \cdot 4598,31 = \underline{66\,216 \text{ Kč}}$$

Investiční náklady solárního systému se státní podporou činí 71 960 Kč. Návratnost investice vychází na 15,6 let. Když uvažujeme životnost systému 30 let, tak doba životnosti po zaplacení investice vychází na 14,4 let a pro celoroční ohřev TUV ušetříme 66 216 Kč.

8. Závěr

Úkolem této bakalářské práce byl návrh solárního systému pro ohřev TUV. Návrh solárního systému byl pro rodinný dům nacházející se na jižní Moravě, okres Vyškov. Ohřev vody se počítal pro objem zásobníku 160 l a pro teploty do 60 °C.

Nejprve se musela spočítat optimální plocha kolektorů, která vyšla 3,8 m² a poté byl vybrán systém na základě cenových nabídek různých firem. Optimální nabídku jsem zvolil od firmy Quantum a.s., sídlící ve Vyškově. Byl vybrán solární systém s vertikálním rámovým kolektorem typu Q7-500-MTS/V – přírodní hliník, který je vhodný na ohřev TUV pro rodinný dům. Plocha kolektorů podle výpočtu vyšla 3,8 m². Tahle plocha je rozdělená do

dvou kolektorů o velikosti 1,9 m². Tato velikost kolektorů byla zvolena pro nejefektivnější chod systému, bezproblémový provoz a především, aby v nejslunečnejších dnech nedošlo k přehřívání. Dále je k systému připojeno dohřívání ve formě elektrické energie nebo plynu. Solární zásobník o objemu 160 l s výměníkem tepla je samozřejmě nezbytnou součástí. Jelikož je vzdálenost od kolektoru po zásobník příliš velká, je nezbytné mít v systému čerpadlovou jednotku. Cena celého systému včetně dopravy a montáže je 121 960 Kč včetně 9 % DPH. S dotací ze státního fondu životního prostředí ve výši 50 000 Kč se celková cena sníží a to na 71 960 Kč

Z výpočtů bylo zjištěno, že celková potřebná energie na ohřev TUV po celý rok je 3715,70 kWh. Z této hodnoty sluneční kolektory vyrobí 1866,81 kWh, čili 50,24 % a dohřevem klasickým zdrojem tepla se musí hradit 1848,89 kWh, tedy 49,76 %. Z toho plyne že ročně nám sluneční kolektory dodají něco málo přes půl potřebné energie.

Co se týče návratnosti investice, můžeme mluvit o poměrně dlouhé době, nicméně po splacení těchto nákladů je stejně dlouhá doba, kdy se za ohřev TUV ušetří. Z výpočtu bylo zjištěno, že návratnost investice je 15,6 let. Při životnosti systému 30 let se za náklady ušetří 66 216 Kč.

Návratnost investice je poměrně dlouhá a náklady na pořízení systému jsou nemalé. Možnost pořízení sluneční soustavy za nižší ceny bylo také možné, ale na úkor menší účinnosti, či nekvalitnosti komponentů. Ale to by byla nešťastná volba, protože kvalita a efektivnost slunečních systémů je prioritní pro získávání sluneční energie.

Závěrem bych rád poznamenal, že i přes velké pořizovací náklady je solární energie jedna z nejlepších obnovitelných zdrojů. Nejen proto, že má v praxi nejlepší a nejjednodušší využití, ale také nesmíme opomenout fakt, že sluneční energie je velice šetrná k životnímu prostředí. Do budoucna by mohla být doba návratnosti investic ještě menší, protože cena fosilních paliv se neustále zvyšuje. Proto by měla být dána značná pozornost na zlepšování slunečních kolektorů. Sluneční energie má do budoucna obrovský potenciál a bude čím dál větší uplatnění.

9. Seznam použitých zdrojů

9.1 Literatura

- [1] Cihelka, J.: Solární tepelná technika, ALFA Praha 1996
- [2] W. Weiss, A. Themessl: Solární systémy, Grada Publishing, a.s., 2005. 117 str.
- [3] Střihavka V., Kopřiva M., Ohřívání užitkové vody, Praha: Společnost pro techniku a prostředí, 1994
- [4] Kolektiv, Obnovitelné zdroje energie, Praha : FCC Public, 2001

9.2 Internetové odkazy

1. <http://www.regulus.cz>
2. <http://www.solarcom.cz>
3. <http://www.envi.cz>
4. <http://www.eon.cz>
5. <http://www.tzb-info.cz>
6. <http://www.ekowatt.cz>
7. <http://www.quantumas.cz>

10. Seznam použitých veličin a symbolů

Značka	Význam	Jednotky
α	Úhel sklonu kolektoru	$^{\circ}$
V_z	Objem zásobníku	m^3
η_A	Účinnost kolektoru	-
ρ_v	Hustota vody při střední teplotě	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
τ_{skut}/τ_{teor}	Poměrná doba svitu	-
c_p	Měrná tepelná kapacita vody	$kW \cdot m^{-3} \cdot K^{-1}$
I_0	Sluneční konstanta	-
$I_{stř}$	Střední intenzita slunečního záření	$W \cdot m^{-2}$
p	Přirážka na ztráty	-
S_A	Celková plocha kolektorů	m^2
t_1	Teplota studené vody	$^{\circ}C$
t_2	Teplota ohřáté vody	$^{\circ}C$
t_v	Střední teplota vzduchu v době slunečního svitu	$^{\circ}C$
Q_{Aden}	Množství energie zachycené plochou $1 m^2$	$kW \cdot h \cdot m^{-2}$
Q_{spot}	Denní spotřeba tepla pro ohřev TUV	$kW \cdot h$
Q_{Sden}	Skutečné množství dopadající energie	$kW \cdot h \cdot m^{-2}$
$Q_{Sdenteor}$	Teoreticky možné množství dopadající energie	$kW \cdot h \cdot m^{-2}$
$Q_{s\ skut}$	Skutečná dopadající energie	$kW \cdot h \cdot m^{-2}$
z	Poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci užitkové vody	-