



Středoškolská technika 2016

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

SLUNEČNÍ KOLEKTORY

Kateřina Zívalová

**Střední odborná škola a Střední zdravotnická škola Benešov, příspěvková organizace
Černošská 1997, Benešov**

Anotace:

Projekt podává stručný přehled solárních kolektorů, jejich druhů, výhod a způsobů využití.

Dále popisuje sluneční kolektor domácí výroby na domě autorky - jeho výrobu a zapojení, a hodnotí jeho ekonomickou návratnost.

Obsah

ÚVOD	3
SOLÁRNÍ KOLEKTORY	3
Dělení solárních kolektorů: 3	
Typy fototermických solárních kolektorů: 3	
Porovnání a výhody jednotlivých kolektorů: 4	
Účinnost solárních kolektorů: 5	
Kolik stojí solární kolektor? 5	
Základní problémy při využívání slunečního záření pro energetické účely: 5	
Využití solárních kolektorů v Evropě: 7	
VÝROBA VLASTNÍHO SOLÁRNÍHO KOLEKTORU8	
NÁŠ SOLÁRNÍ KOLEKTOR	10
ZÁVĚR:	12
ZDROJE:	13

ÚVOD

Vybrala jsem si toto téma, protože mi je nejbližší a také na svém rodinném domě máme sluneční kolektor. Požádala jsem svého dědečka, aby mi přiblížil práci „našeho solárního kolektoru (systému)“ a jeho výrobu. Za další jsem se chtěla dozvědět, jak pracují solární kolektory na ohřev teplé vody. Obnovitelné zdroje energie mne vždy bavily a zajímala jsem se o ně. Je to velice objemné téma, což je pro tuto práci jako dělané.

SOLÁRNÍ KOLEKTORY

Solární kolektory je zařízení, které přeměňuje sluneční záření, dopadající na zemský povrch, na jiný druh energie, pro lidstvo lépe využitelné.

Dělení solárních kolektorů:

- 1) Fototermický kolektor přeměňuje sluneční záření na tepelnou energii. Sluneční záření dopadá na absorbér kolektoru, který je spojen s trubkovým rozvodem kolektoru. Přenos energie je zajištěn prostřednictvím teplotnosné kapaliny, která proudí mezi kolektorem a výměníkem tepla umístěném ve spotřebiči tepla, což je nejčastěji akumulací nádoba, zásobník teplé vody či bazén. Tyto kolektory jsou většinou umístěny na střeše rodinných domů, bytových domů, ale také na administrativních a průmyslových objektech.
- 2) Fotovoltaický kolektor/panel (běžně označovaný solární panel) vyrábí ze sluneční energie energii elektrickou



Obr. 1: Fototermický kolektor [1]

Typy fototermických solárních kolektorů:

Plochý/deskový kolektor:

= základem kolektoru je absorpční plocha. Moderní, výkonný kolektor má tuto plochu opatřenou selektivní vrstvou. Druhořadý kolektor má absorpční plochu natřenou černou barvou. Rozdíl mezi oběma provedeními je v tom, že černá barva velice dobře přijímá tepelné záření

- absorpce, ale stejně ochotně tepelné záření vydává - emisivita. U selektivní vrstvy je příjem tepelného záření podobný jako u černého tělesa – zde není výrazného rozdílu. Přijatou energii ale selektivní vrstva v sobě uzavře, a nepustí ji ven. Zde je oproti černému tělesu podstatný rozdíl. Proto stagnační teplota u kvalitního plochého kolektoru překračuje hodnotu 200°C, a

u vakuového kolektoru je to ještě vyšší hodnota. Selektivní vrstva se na absorpční plochu nanáší elektrochemicky ve vakuu. Dle typu kolektoru je absorpční plocha tepelně izolována od svého okolí pro zamezení tepelných ztrát.



Obr. 2: Deskový kolektor [2]

Vakuový/trubicový kolektor:

= u tohoto typu kolektoru je tepelná izolace zajištěna vrstvou vakua. Tvar vakuového kolektoru – trubice je dán konstrukčně technologickými možnostmi výroby.

Kruhový (a poměrně malý) předmět – trubice, vzdoruje totiž okolnímu tlaku podstatně lépe, než rovná, celistvá plocha deskového kolektoru. Jen pro představu, plochý deskový kolektor 1 x 2m, který by byl zhotoven ve vakuovém provedení, by musel odolávat síle, způsobené atmosférickým tlakem 200 000N, to je cca 20 tun.



Obr. 3: Trubicový kolektor [2]

Fototermické sluneční kolektory se nejčastěji využívají pro ohřev teplé užitkové vody, ohřev vody v bazénech i jako podpora vytápění s nízkooteplotním otopným systémem (podlahové topení, stěnové vytápění a stropní vytápění), příp. pro průmyslové využití.

Porovnání a výhody jednotlivých kolektorů:

Ploché kolektory:

- V zimních měsících mnoho slunečních dnů není, navíc doba slunění je krátká, takže ztráta oproti vakuovému kolektoru není výrazná. V zimních měsících díky počasí a délce dne kolektor na střeše v podstatě leží a nic nedělá.
- Na plochém kolektoru se drží námraza podstatně méně než na kolektoru vakuovém – stává se, že plochý kolektor v zimě pracuje a vakuový (díky námraze a sněhu) ne.

- Ztráty průchodem a odrazy přes jednu skleněnou vrstvu jsou u plochého kolektoru menší (u vakuového to jsou většinou dvě skleněné vrstvy), proto v letních měsících dokáže plochý kolektor lépe připravit teplou užitkovou vodu, než kolektor vakuový.
- Plochý kolektor má celistvou plochu. Vakuový díky trubicím, má plochu složenou z proužků: absorpční plocha, vakuum, okolní prostředí. Na „zastavěnou plochu“ má tedy plochý kolektor větší výkon.
- Plochý kolektor je oproti vakuovému levnější! Nejlevnější je, si udělat svůj solární kolektor. (viz str. 5)

Vakuový kolektor:

- V zimních měsících za slunečného počasí má oproti plochému kolektoru vyšší výkon. Čím je venkovní teplota nižší, tím je rozdíl větší.
- Menší teplosměnná plocha, výkon kolektorů se počítá z plochy = deskový kolektor je výhodnější.
- Vakuový kolektor je velmi náchylný na rozbití. Poničen může být neodbornou manipulací nebo např. kroupami. Hůře se tato závada identifikuje.

Účinnost solárních kolektorů:

Při výběru solárních kolektorů je nejdůležitější jejich účinnost (schopnost využívat sluneční energii a přeměnit ji na teplo). Účinnost solárních kolektorů se pohybuje v rozmezí 60–95 % při průměrném ročním osvitu, který je v ČR cca 1 000 kWh/m². Z 1 m² solárního pole lze získat 600–950 kWh. Celkový energetický zisk ze soustavy bez sezónního zásobníku je však často mnohem nižší, protože taková soustava nedokáže v létě často využít všechnu energii, kterou panely vyrobí.

Pro přípravu teplé vody na osobu stačí asi 1 m² solárně-termického kolektoru. V létě při vyšší sluneční intenzitě dokáže 1 m² plochého kolektoru ohřát až 100 l na teplotu kolem 55 °C. Pokud solární soustavu využijeme také pro přitápění, je třeba přidat asi 1,2 m² plochy na každý kW tepelné ztráty domu.

Kolik stojí solární kolektor?

Za metr čtvereční plochých deskových kolektorů zaplatíme částku 3 000 až 6 000 Kč. Energetický zisk můžeme očekávat kolem 500 kWh/m² za rok. V případě trubicových kolektorů se cena pohybuje v rozmezí 10 000 Kč až 26 000 Kč/m², získaná energie pak může dosáhnout až 650 kWh/m² za rok.

Základní problémy při využívání slunečního záření pro energetické účely:

[Nerovnoměrné osvětlení povrchu Země](#)

- intenzita slunečního záření, která je reálně a technicky využitelná není na všech místech a v každém čase stejná. Mění se nám roční období, ale také hustota oblačnosti a její pokrytí na obloze, aj. Proto je nezbytné při úvaze o využití sluneční energie tyto skutečnosti brát do úvahy.

Nesoulad mezi výrobou a potřebou

- přímé sluneční záření jako zdroj obnovitelné energie nemáme k dispozici po celý den, ani celý rok. Navíc obvykle teplou vodu potřebujeme až večer při příchodu ze zaměstnání, škol apod. Stejně tak potřebujeme v létě svítit až pozdě večer. To už Slunce nesvítí. Tuto časovou disproporci mezi časem slunečního svitu a potřebou využití energie musíme vyřešit (zásobování míst s nepřetržitou spotřebou elektřiny či tepla, nebo nejčastěji v případě přípravy teplé vody akumulacími nádobami či ukládáním elektřiny do akumulátorů).

Nutnost akumulace energie a její další distribuce

- kromě samotného systému absorpce přímého slunečního záření musíme vybudovat a provozovat systém akumulací nádrže (nádrží). Distribuční soustava je pak stejná jako u klasických metod akumulací ohřevu teplé vody.

Malá hustota energie na jednotku plochy

- v porovnání s velkými (tzv. tvrdými) zdroji energie. To je také (mimo jiné) jeden z důvodů, proč v současné době nemohou pokrývat většinu spotřeby energie v ČR.



Obr. 4: Ilustrační foto [1]

Využití solárních kolektorů v Evropě:

Sluneční kolektory můžeme použít k vytápění stěn a podlah pomocí solárních vzduchových kolektorů. Při slunečním svitu se na jižních fasádách a střešních plochách získává solární teplo, které se akumuluje ve stěnách, podlahách a stropech. Postupem času se z akumulačních ploch předává energie do místnosti jako příjemné tepelné záření a působí jako otopné plochy. Toto využití sluneční energie zatím nemá až tak velký potenciál vzhledem k jeho ceně.

Na podobném principu fungují uzavřené teplovzdušné vytápění se solárními vzduchovými kolektory. Tento systém může zásobovat solárním teplem celou budovu a jeho použití se tedy neomezuje na jižně orientované místnosti. Ohřátý vzduch se vede systémem kanálů v dutých stěnách, podlahách a stropech pomocí ventilátoru.

Tento ohřev má využití pro vytápění skladových, továrních, sportovních hal a atd., protože jeho instalace je jednoduchá, haly nemají vysoké nároky na teplotu (přibližně 8 až 18 °C) a to umožňuje vysokou účinnost kolektoru.

K nejvíce rozšířeným aplikacím ve využívání sluneční energie patří tepelné solární kolektory k ohřevu TUV a k vytápění. Tyto termické systémy jsou jednoduché, technicky vyzrálé a osvědčené. Existuje velké množství kolektorů používaných k ohřevu TUV a vytápění. Mezi nejrozšířenější patří zasklený plochý kolektor. Je vhodný pro přehřívání a ohřívání teplé užitkové vody a vytápění. Variantou pro menší zařízení je zásobníkový kolektor. Sdružuje zásobník (akumulátor) a kolektor energie do jednoho stavebního prvku a využívá k tomu transparentní tepelnou izolaci jako zakrytí.

Dalším velice účinným kolektorem je vakuový trubicový kolektor. Má velikou účinnost, ale jeho pořizovací náklady jsou značně vyšší než u plochých kolektorů. Jeho výhody jsou využity tam, kde jsou vysoké nároky na teplotu (ohřev TUV s velkým stupněm pokrytí). Další výhodou je jeho flexibilita, kdy můžeme absorber otočit do jakékoli potřebné polohy, a tak jej optimálně zaměřit ke slunci.

Dalším rozšířeným kolektorem je nezasklený absorber, který představuje alternativu nového druhu pro přehřívání teplé užitkové vody v bytových domech. Má ve srovnání s jinými typy nižší zisky v oblastech se slabým větrem a při nízkoteplotních aplikacích je však rozdíl nepatrný.

VÝROBA VLASTNÍHO SOLÁRNÍHO KOLEKTORU

Byly použity čtyři ploché topné radiátory, které byly natřeny tabulovou černou, která dobře absorbuje sluneční paprsky.

Za další byly použity dva kovové rámy – spodní stranu děda oplechoval, poté vyplnil vatou. Na vatu použil lepenku, na kterou instaloval dva topné radiátory (panely) a do druhého kovového rámu vložil dva zbylé.

Vrchní stranu zasklil vodotěsnou skleněnou tabulí o tloušťce 6 mm. Tabule byla rozdělena na šest obdélníkových dílů, které byly usazeny do kovových rámu, aby neunikalo teplo.



Obr. 5 a 6: Naše solární kolektory z jihozápadu.

Foto: Autor

Boiler, který je umístěn v půdních prostorech, je umístěný nad panely s tepelnými kolektory tak, aby cirkulace vody nemusela být poháněna čerpadlem (elektrinou). Na toto propojení panelů a boileru byly použity plastové trubky výhradně na teplou vodu o průměru 1 coul (palec). Teplá voda z boileru z půdních prostorů je vytlačována tlakem studené vody, který ji vyháňá do spodního boileru v kotelně.

Teplota této vody je cca 35 – 45 stupňů Celsia, pro každodenní užívání je dohřívána na požadovanou teplotou elektrickými tělesy v boileru v kotelně.

Umístění kolektorů je na severovýchod a jihozápad s ohledem na dostupnost z terasy při instalaci a údržbě. Rozměry kolektorů jsou 60 cm x 2 m. Kolektory ze severovýchodní strany jsou již sundané, protože po 10 letech dosloužily a potřebují renovaci.



Obr. 7: Rám, v němž byly topné panely, které už dosloužily. Foto: Autor

NÁŠ SOLÁRNÍ KOLEKTOR

Výroba solárního kolektoru nás vyšla celkem na 5 000 Kč. Tato částka nebyla moc velká, protože některé věci měl děda doma. V roce 2016 má děda v plánu dva solární kolektory, které letos sundal, zrenovovat. Zbylé jsou na střeše našeho rodinného domu.

Ohřívají vodu pro čtyřčlennou rodinu přibližně 4 měsíce v roce. Podle odhadu dědy jsme ušetřili cca 1 500 Kč za letní měsíce, protože sluníčko svítilo ostošest.

Podle kalkulačky na ohřev teplé vody potřebuje čtyřčlenná rodina za třetinu roku v letním období přibližně 3 MWh.

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> tem = 12 °C <input checked="" type="radio"/> tem = 13 °C <input type="radio"/> tem = 15 °C ???	
Město	Benešov	Délka topného období	d = 245 [dny]
Venkovní výpočtová teplota t _e	-15 °C	Prům. teplota během otopného období t _{es}	3.9 °C
<input type="checkbox"/> Vytápění		<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody	
Tepelná ztráta objektu	Q _c = [] kW	t ₁ = 10 °C	ρ = 1000 kg/m ³ ???
Průměrná vnitřní výpočtová teplota t _{is}	[] °C ???	t ₂ = 55 °C	c = 4186 J/kgK ???
Vytápěcí denostupně	D = d · (t _{is} - t _{es}) = 3700 K.dny	V _{2p} = 0.328 m ³ /den	z = 0.5 ???
Opravné součinitele a účinnosti systému	e _i = [] ??? η _o = [] ??? e _t = [] ??? η _r = [] ??? e _d = [] ???	Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody	
Opravný součinitel ε	ε = e _i · e _t · e _d = 0.785	$Q_{TU,V,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7 \text{ kWh}$	
	ε = []	Teplota studené vody v létě	t _{svl} = 15 °C
		Teplota studené vody v zimě	t _{svz} = 15 °C
		Počet pracovních dní soustavy v roce	N = 365 [dny]
		$Q_{TU,V,r} = Q_{TU,V,d} \cdot d + 0.8 \cdot Q_{TU,V,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$	
		$Q_{TU,V,r} = \left(\begin{array}{l} 0 \text{ GJ/rok} \\ 0 \text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$	
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody			
Q_r = Q_{V,T,r} + Q_{TU,V,r} = (31.6 GJ/rok) Náklady			
8.8 MWh/rok			

Tab. 1: Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Pokud bychom tuto potřebu kryly výhradně slunečními kolektory, ušetřili bychom naše životní prostředí o množství škodlivin uvedených v tabulce 2.

Typ znečišťující látky	kotel ZP	kotel dřevo	Elektřina systémová	Kotel HU pevný	kotel HU mostecké
Tuhé látky	0	10	0	8	6
SO ₂	0	1	5	14	13
NO _x	1	2	4	2	2
CO	0	1	0	27	27
C _x H _y	595	1	0	6	5
CO ₂	595	0	3 482	1 071	1 071

Tab. 2: Množství znečišťujících látek v kg přepočtené na množství energie

ZÁVĚR:

Na závěr bych chtěla poděkovat mému dědovi, který mi s touto prací velice pomohl. Za další jsem moc ráda, že jsem se dozvěděla více informací o slunečních kolektorech. Až budu mít svůj rodinný dům, chtěla bych si vyrobit stejný solární kolektor, jako máme my na naší střeše. V roce 2016 má děda v plánu 2 solární kolektory zrenovovat a doplnit je dvěma fotovoltaickými články.



Obr. 5: Děda a já

Foto: Autor

ZDROJE:

- Solární kolektor. 2001-. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-10-26]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sol%C3%A1rn%C3%AD_kolektor [1]
- Solární systémy a jejich využití. Pozorování Slunce [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://pozorovanislunce.eu/slunce/energie-ze-slunce/vyuziti-slunecni-energie/solarni-systemy-a-jejich-vyuziti.html> [2]
- Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2016-01-12]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody> [3]
- Vlastní fotografie