

## SOLÁRNY KOLEKTOR NA OHREV VODY

### THE SOLAR COLLECTOR FOR HEATING WATER

TOMÁŠ DZÚRIK, JÁN PAVLOVKIN

#### **Resumé**

*Využitie slnečnej energie je v dnešnej dobe aktuálna téma, je preto potrebné poukázať na možnosti ako sa dá slnečná energia premeniť na iný druh energie. Slnečná energia je najdostupnejšia, a tiež, najčistejšia forma obnoviteľnej energie, ktorú môžeme získať. Lineárny parabolický kolektor slúži ako ukážka využitia slnečného žiarenia, je to funkčný model, pomocou ktorého je možné demonštrovať ohrievanie vody pôsobením slnečného žiarenia.*

#### **Abstract**

*Nowadays, use of solar energy is actual topic, therefore it is necessary to point out on possibilities, and how solar energy can be converted into another type of energy. Solar energy is the most available and also, the purest form of renewable energy that we can gain. Linear parabolic collector serves as a demonstration of the use of sunshine it is a functional model, which can be used to demonstrate the water heating by sunlight.*

#### **ÚVOD**

Dopadajúce slnečné žiarenie pri dopade na zemský povrch sa časť slnečného žiarenia odrazí späť, ale podstatná časť energie je zužitkovaná na zjavné teplo, ohrev priestoru, ohrev pôdy, evapotranspirácia (zmena skupenstva vody) a fotosyntézu. Časť energie sa vyžaruje v dlhovlnné tepelnej zložke späť do priestoru. Celkovo tak na Slovensku za rok dopadne na vodorovnú plochu približne 950 – 1200 kWh na 1 m<sup>2</sup>.

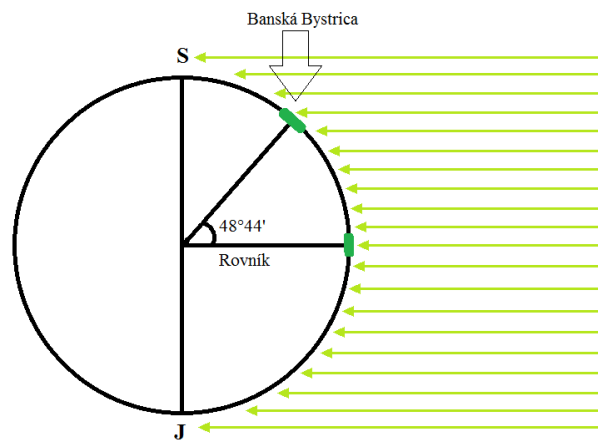
Lineárne parabolické zrkadlá (obr. 1) sa využívajú na ohrev prúdiacej vody v potrubí. Slnko ohrieva potrubie cca. na takmer 400°C. Kvapalina je prečerpávaná cez tepelné výmenníky, takže na konci uniká para s vysokou teplotou ktorá poháňa turbínu generátora vyrábajúceho elektrickú energiu. Potrubie v ohnisku parabolických zrkadiel je zo skla a celý systém je natáčaný smerom k Slnku.



Obrázok. 1 Lineárne parabolické zrkadlá

**Hustota žiarenia na jednotku plochy v Banskej Bystrici.** Banská Bystrica sa nachádza na zemepisnej šírke 48°, to znamená že slnečné lúče nedopadajú kolmo ale pod uhlom a tým sa

zníži percento hustoty žiarenia na jednotku plochy. Na obrázku 2. je znázornený aj rovník ktorý je kolmo na dopadajúce lúče.

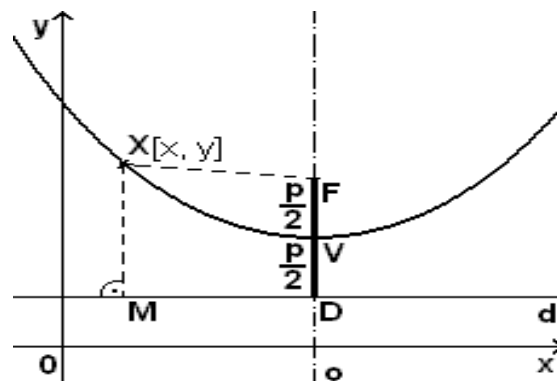


Obrázok 2. Slnčné žiarenie dopadajúce na Zem

### LINEÁRNY PARABOLICKÝ SLNEČNÝ KOLEKTOR

Kolektor slúži ako ukážka využitia slnečného žiarenia, je to funkčný model, pomocou ktorého sa dá demonštrovať ohrievanie vody pôsobením slnečného žiarenia. Skladá sa z paraboly kde je osadený vysoko odrazový antikorový plech, ktorý zabezpečuje odraz Slnka do ohniska. V ohnisku sa nachádza kovová (ocel'ová, hliníková, resp. medená) rúrka do ktorej sa odrážajú slnečné lúče z celej plochy odrazového antikorového plechu. V rúrke sa následne mení slnečná energia na tepelnú. Povrch rúrky je matnej čiernej farby ktorý dobre absorbuje slnečné žiarenie.

Pri návrhu lineárneho paraboloidu sme vychádzali z definície paraboly v rovine, ktorá je daná ako množina bodov  $P = [x, y]$ , spĺňajúcich rovnicu  $y^2 = 2 \cdot p \cdot x$ ,  $p > 0$ . Bod  $V = [0, 0]$  sa nazýva vrchol paraboly, bod  $F = [0, p/2]$  je jej ohnisko. Parabola je množina tých bodov roviny, ktoré majú od jej ohniska  $F = [p/2, 0]$  a od riadiacej priamky  $x + p/2 = 0$  rovnakú vzdialenosť (obr. 3). Definícia platí pre bod, ale v našom prípade kolektor mal určité rozmery (priemer použitej rúrky), preto sme zvolili konštrukciu, v ktorej môžeme nastavovať vzdialenosť ohniska, vhodné by bolo ešte nastavovať tvar paraboloidu, čo by vyžadovalo ďalšie mechanické možnosti nastavovania. Ďalšie vylepšenie je možné uzatvorením priestoru paraboloidu sklom, aby sa zabránilo úniku tepla do priestoru a tepelnou izoláciou prírodných hadíc od čerpadla do kolektora a od kolektora do nádrže ohriatej vody ako aj tepelnou izoláciou nádržky ohriatej vody.



### Obrázok 3 Parabola



Obrázok 4. Lineárny parabolický slnečný kolektor

Toto sú najdôležitejšie časti slnečného kolektora, ďalej sa parabola skladá z nastaviteľného stojana, s ktorým sa dá nastaviť uhol naklonenia paraboly vzhľadom na dopadajúce slnečné lúče. Rúrka ktorá sa nachádza v ohnisku je o parabolu pripevnená teleskopicky nastaviteľnými úchytmi pre lepšiu presnosť a nastavenie optimálneho dopadu odrazených lúčov. Dôležitou súčasťou kolektora je cirkulácia vody ktorá je zabezpečená pomocou vodného čerpadla s príkonom 10 W a výkonom 800 l/hod, prietok vody je regulovaný škrtiacim ventilom pre nastavenie nižšieho prietoku vody. Čerpadlo je osadené v nádržke kde je zabezpečený cirkulačný okruh, pomocou hadičiek je zapojené čerpadlo na vstup kolektora a následne výstup z kolektora je spojený hadičkou do zásobnej nádržky, kde sa akumuluje teplá voda.

Zvýšenie efektívnosti kolektora je možné dosiahnuť izoláciou prírodných hadíc, nevzniknú tak tepelné straty. Ďalšou možnosťou je uzatvorenie ohniska sklenenou rúrkou, ktorá zabezpečí že teplo ktoré vznikne v ohnisku sa nebude šíriť do okolia ale ostane v ohnisku.

### NAMERANÉ ÚDAJE

Meranie na lineárnom parabolickom slnečnom kolektore sme realizovali pomocou prenosného systému na zber, zobrazenie a spracovanie dát ULAB, ktorý sa dá použiť v laboratóriu alebo mimo laboratória. Meranie bolo vykonané za slnečného dňa od cca 10:00 do 11:00. Vykonávali sme viacero meraní, prvé meranie bolo zistenie teploty prázdneho kolektora čiže zistenie teploty v ohnisku meranie sme vykonávali po dobu 10 min. Ďalšie meranie bolo pre zistenie teploty ohrevu vody. Merací prístroj ULAB s pripojenými dvomi snímačmi teploty sme využívali pri zisťovaní teplôt okolia a vo vnútri kolektora, resp. ohriatej vody. Merací prístroj sme nastavili aby zaznamenával údaje o teplote každé dve sekundy. Na spracovanie dát z meracieho prístroja sme použili softvér Coach 6 (obr. 7), pomocou ktorého sme zaznamenané hodnoty spracovali a graficky vyhodnotili.

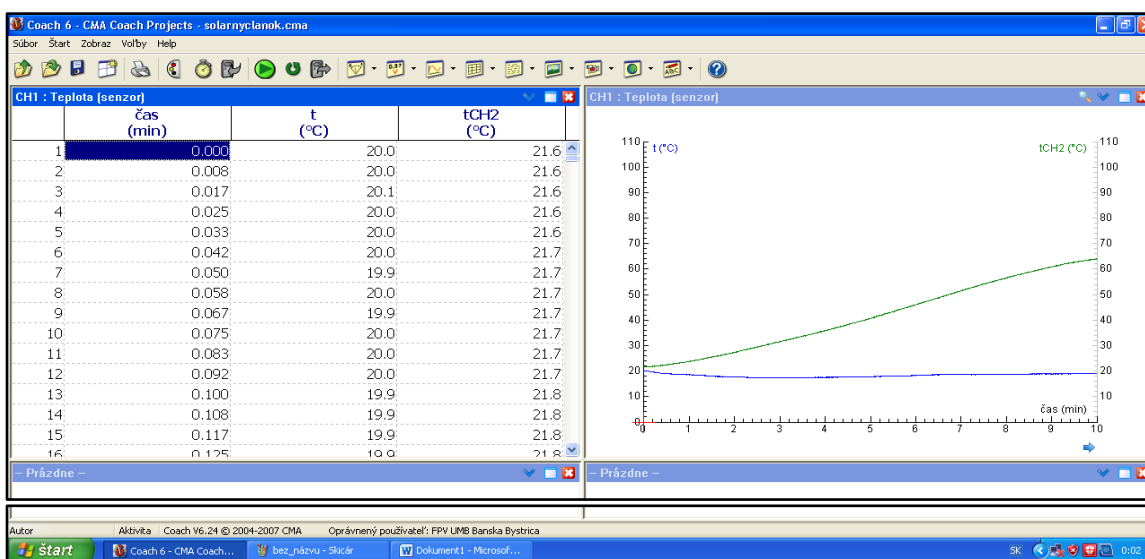
Meranie ohrievania vody sme tiež zaznamenali graficky, kde jedným snímačom sme zisťovali teplotu okolia druhým snímačom teplotu vody v nádržke pri výtoku vody z potrubia. V grafe 1. sú zaznamenané hodnoty priebehu ohrievania vody v objeme 1,6 l. Začínajúca teplota vody bola 21,5 °C a konečná teplota 28,8 °C a teplota prostredia bola v priemere 18 °C, dôležitou hodnotou je o koľko sa nám podarilo ohriať vodu, pri meraní ktoré trvalo 20 minút sme vodu zohriali o 7,3 °C.



Obrázok 5. Meranie prázdneho kolektora

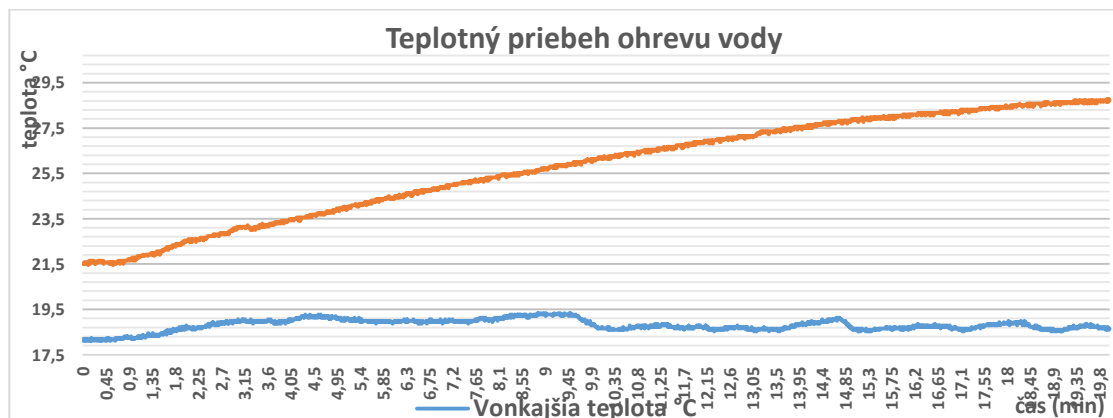


Obrázok 6. Meranie ohrevu vody

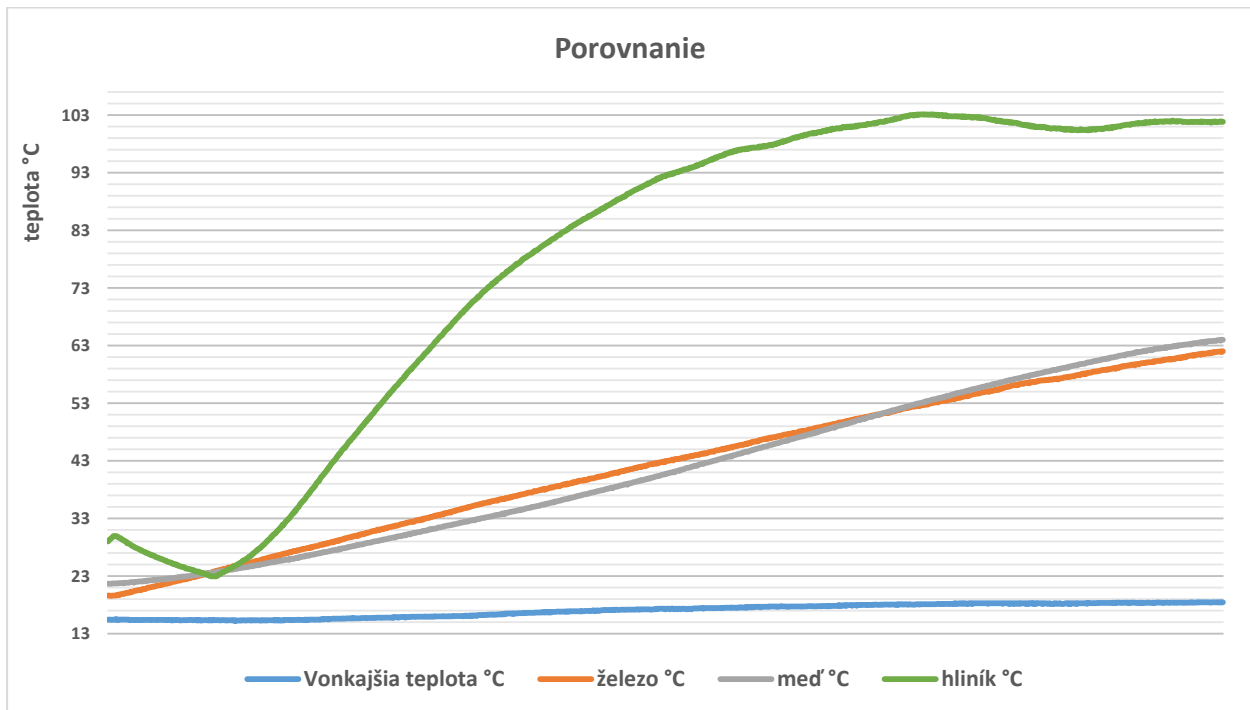


Obrázok 7 Namerané údaje v programe Coach 6

Na ďalšom meraní sme sa zamerali na zistenie teploty v ohnisku bez cirkulácie vody. Pri meraní sme do ohniska kolektora umiestnili rúrky rôznych materiálov (oceľ, meď a hliník) a tiež rôznych priemerov. Meranie sme vykonávali 10 minút, snímač teploty bol umiestnený priamo do rúrky, teplota okolia bola cca 15 °C. V grafe 2 sú zaznamenané hodnoty prázdneho kolektora oceľovej rúrky o priemere 27 mm, hrúbky steny 2,5 mm a hmotnosti 935 g., medenej rúrky o vonkajšom priemere 15 mm, hrúbka steny 2,5 mm a hmotnosti 396 g. a hliníkovej rúrky o vonkajšom priemere 10 mm, hrúbka steny 1 mm a hmotnosti 70 g. Následne sme všetky tri materiály porovnali a môžeme zhodnotiť že na efektívnej plochy dopadov slnečných lúčov na kolektor ktorá je 0,208 m<sup>2</sup> nie je rozhodujúci materiál s ktorého je vyrobená rúrka v ohnisku ale priemer rúrky a hrúbka steny.



Graf 1. Teplotný priebeh ohrevu vody



Graf 2 Porovnanie rýchlosti ohrevu rôznych materiálov

Tabuľka 1 rozdiel teplôt materiálov

	min °C	max °C	$\Delta T$ °C
ocel'	19,61	62,03	42,42
meď	21,65	64	42,35
hliník	22,94	103,13	80,19

V tabuľka 1 sú uvedené materiáli ktoré sú použité v ohnisku kolektora na zohrievanie, ich začínajúce teploty, maximálne teploty a následný rozdiel teplôt, čo znamená o koľko stupenou Celzia sa zvýšila teplota. Teoreticky sme predpokladali že železná rúrka bude dostatočne odovzdávať teplo ale experimentom sa nám potvrdilo že výhodnejšie je požiť hliníkovú rúrku s menším priemerom, je možné dosiahnuť vyššiu teplotu.

## ZÁVER

Meraním na kolektore sme ukázali ako funguje využitie slnečného žiarenia v praxi, poukázali sme na riešenie najvhodnejšieho ohniska v kolektore, ktorý materiál je najvhodnejší a s akým priemerom. Ohrev vody je vhodné vykonávať počas celého dňa, najväčší výkon však získame napoludnie za bezoblačného dňa. Názorne sa dá poukázať na výhodné ohrievanie vody pomocou slnečného žiarenia.

## LITERATÚRA

MACKAY, DJC. 2012. *Obnoviteľné zdroje energie – s chladnou hlavou*. Bratislava: Slovenská inovačná a energetická agentúra, 2012. ISBN 978-80- 88823-54- 4.

Obnoviteľné zdroje energie. Slnečná energia. [Dostupné on-line] [07.04.2016] <<http://www.oze.stuba.sk/oze/slnečna-energia/>>