

Využitie prebytočného tepla na ohrev vody v bazéne

Lucia Záležáková¹, Petra Žáková²

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta, Ústav tepelnej energetiky, Nám. slobody 17, 812 31 Bratislava, lucia.zalezakova@stuba.sk

² Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta, Ústav tepelnej energetiky, Nám. slobody 17, 812 31 Bratislava, petra.zakova@stuba.sk

Abstrakt Solárne sústavy na ohrev teplej vody v rodinnom dome sú podľa spôsobu návrhu kolektorovej plochy schopné pokryť jej potrebu ohrevu v letných mesiacoch na viac ako 100 %. S tým úzko súvisia aj prebytky tepla, ktoré sa dajú využiť na ohrev vody v bazéne. Cieľom predkladaného príspevku je stanovenie potrebného tepelného výkonu ohrievacieho zariadenia pre bazén a jeho pokrytia prebytočným teplom kolektorovej sústavy na ohrev teplej vody v rodinnom dome.

1 Úvod

Stanovenie a výpočet tepelnej bilancie otvorených bazénov je dôležitým krokom pre správne určenie potrebného tepelného výkonu ohrievacieho zariadenia. Môžeme konštatovať, že hlavnou zložkou prevádzkových nákladov bazénov sú náklady na energiu potrebnú na ohrev vody, s čím úzko súvisí možné využitie prebytočného tepla solárnych sústav využívaných na ohrev teplej vody v rodinných domoch. Jedným z kľúčových faktorov vplývajúcich na energetickú náročnosť ohrevu vody je tepelná strata jej odparovania z vodnej plochy bazénu, ktorá je ovplyvňovaná hlavne poveternostnými podmienkami.

2 Tepelná bilancia bazénu

Tepelnú bilanciu bazénu pri praktických riešeniach stanovíme výpočtom tepelných strát a tepelných ziskov. Tepelné straty z povrchu vodnej hladiny sú spôsobené prestupom tepla konvekciou, prestupom látky pri odparovaní a žiarením. Ďalšie sú tepelné straty vedením cez steny bazénu do zeme a tepelné straty pridávaním čerstvej vody. Tepelné zisky pozostávajú z tepelného zisku slnečným žiarením, ktoré vstupuje cez vodnú hladinu do bazénovej vody a tepelný zisk telesným teplom kúpajúcich [1].

Pre výpočet je zvolenou oblasťou Bratislava, kde sa nachádza aj Slovenský hydrometeorologický ústav a príslušná klimatologická stanica, ktorá poskytla údaje k spracovaniu daných výsledkov. Vychádzali sme zo zvolených parametrov pre rodinný nekrytý bazén s vodnou plochou 25 m^2 , objemom vody 30 m^3 , požadovanou teplotou vody $26 \text{ }^\circ\text{C}$, teplotou vody v zdroji $10 \text{ }^\circ\text{C}$ a kúpeľnou sezónou máj až september. Po spracovaní hodnôt získaných zo SHMÚ a odčítaní všetkých potrebných parametrov, sme vykonali výpočet jednotlivých tepelných strát a ziskov. Pre príklad uvádzame jednu z najdôležitejších tepelných strát, tepelnú stratu odparovaním z vodnej hladiny \dot{Q}_{od} , ktorú určíme podľa vzťahu [2]:

$$\dot{Q}_{od} = \dot{m}_p l_v (t_t) \quad (1)$$

kde je potrebný výpočet hmotnostného toku odparujúcich sa vodných pár z povrchu hladiny \dot{m}_p , určenie výparného tepla l_v a výpočet súčiniteľa prestupu látky vztiahnutého na špecifické vlhkosti vodnej pary v suchom vzduchu β_x , určovaný z empirických vzťahov v závislosti od rýchlosti vzduchu nad hladinou.

Podrobné spracovanie údajov a empirických vzťahov pre tepelnú bilanciu bazénu je uvedené v [3], [4]. V nasledujúcej tabuľke sú výsledné hodnoty všetkých tepelných strát a ziskov pre zvolenú kúpaciu sezónu aj s uvedenou hodnotou potrebného tepelného výkonu.

Tab. 1 Výsledné hodnoty tepelných strát a tepelných ziskov otvoreného bazénu a potrebný tepelný výkon ohrievacieho zariadenia.

Mesiac	Tepelné straty				Tepelné zisky žiarením	Tepelný výkon
	Odparovaním	Konvekciou	Žiarením	Pridávaním čerstvej vody		
Mesiac	\dot{Q}_{od} [kW]	\dot{Q}_k [kW]	\dot{Q}_z [kW]	$\dot{Q}_{č,w}$ [kW]	$\dot{Q}_{sž}$ [kW]	\dot{Q}_t [kW]
máj	12,82	3,58	3,63	4,64	4,5	20,17
jún	11,43	2,43	3,68	4,64	4,5	17,68
júl	10,73	2,13	3,68	4,64	4,5	16,68
august	10,70	1,80	3,72	4,64	4,5	16,36
september	12,24	4,15	3,65	4,64	4,5	20,18

Samotná potreba tepla na ohrev bazénovej vody \dot{Q}_t predstavuje pomerne vysokú hodnotu. Prebytky tepla zo solárnej sústavy budú závisieť samozrejme od veľkosti kolektorovej plochy. Ale už teraz vieme s istotou povedať, že prebytky tepla v mesiacoch kúpeľnej sezóny bazénu nepokryjú požadovanú potrebu, ale budú istou podporou vykurovania. Samozrejme ďalším aspektom sú hodnoty dodaného množstva slnečnej energie, ktorá sa nedá určiť s presnosťou. Preto treba aj predpokladať, so skúseností, že slnko nám vyhreje bazénovú vodu v letných mesiacoch na dostatočnú teplotu.

3 Množstvo tepla získaného kolektorom a potreba tepla na ohrev teplej vody

Množstvo tepla vyrobené kolektorom Q_{kol} závisí od plochy kolektora S_k , jeho účinnosti η_k a množstva slnečnej energie $Q_{k,mes}$ ním zachytenej a môžeme ho vyjadriť vzťahom [5]:

$$Q_{kol} = Q_{k,mes} \eta_k S_k \quad (2)$$

Výpočet energetickej účinnosti kolektora a hodnoty potrebné k výpočtu, ako napríklad priemerná intenzita slnečného žiarenia, priemerné teploty vzduchu a výpočet množstva energie zachytenej kolektorom pre zvolené parametre sú podrobne uvedené v [6], [7].

Pre výpočet sme vybrali z ponuky vyrábaných kolektorov plochý kolektor s absorpčnou plochou 1,76 m², umiestneného na streche domu pod uhlom oslnenej plochy 45°, orientovaného na juh a všetky potrebné hodnoty platia pre 50° severnej šírky.

Pre stanovenie potreby tepla na ohrev teplej vody vychádzame z toho, že potreba TV (pre rodinný dom) je počas celého roka stála. Energiu dodanú teplej vode sme počítali podľa STN EN 15316-3-1: Vykurovacie systémy v budovách, výpočet podľa požadovaného množstva vody. Uvažujeme RD so 4 osobami a vysokým hygienickým komfortom ako je kúpanie a sprchovanie, 200 litrov dennej potreby pri 60 °C, čo predstavuje dennú potrebu teplej vody na osobu 50 litrov. Potom priemerná potreba teplej vody v jednotlivých mesiacoch pre uvažovaný príklad bude $Q_{tv} = 355 \text{ kWh/mes}$.

Výpočet množstva energie zachytenej slnečným kolektorom na ploche 1m^2 za každý mesiac rozhoduje o budúcej veľkosti kolektorovej plochy a počte kusov kolektorov, ktoré majú pokryť požadovanú potrebu tepla na ohrev TV. Treba však zdôrazniť, že navrhnúť také plochy kolektorov, ktoré by zabezpečili celoročné pokrytie potreby na prípravu TV len slnečnou energiou, je nereálne a v mesiacoch s nedostatočným slnečným žiarením je potreba tepla pokrytá iným zdrojom. Solárny systém pracuje ako podpora vykurovania TV. Keďže v našom prípade chceme využiť prebytočné teplo na vykurovanie bazénovej vody, zvolíme takú plochu kolektora, aby sme mali v lete väčšie prebytky tepla, čo samozrejme zvýši aj pokrytie potreby tepla na ohrev TV v ostatných mesiacoch.

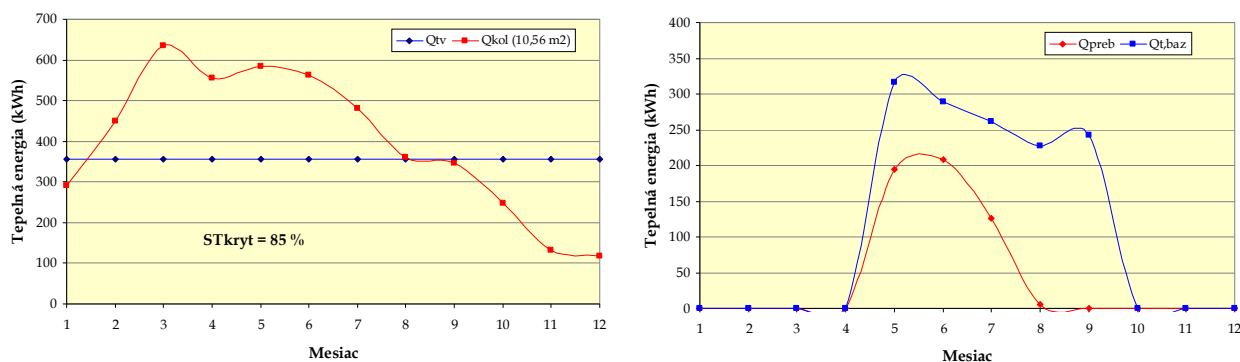
Pre využitie prebytočného tepla solárnej sústavy na ohrev TV sme zvolili kolektorovú plochu podľa absorpčnej plochy jedného kolektora $S = 10,56\text{m}^2$, čo zodpovedá 6 ks kolektorov. V nasledujúcej kapitole sú uvedené už výsledné hodnoty množstva tepla získaného zvolenou kolektorovou plochou a s uvedením množstva prebytočného tepla pre využitie na ohrev vody v bazéne.

4 Výsledky riešenia

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené hodnoty už zvolenej potreby tepla na ohrev TV Q_{tv} , množstvo tepla získaného kolektorom Q_{kol} s absorpčnou plochou $10,56\text{m}^2$, stupeň krytia danej potreby TV $ST_{kryt,kol}$ a tým následné hodnoty vykazovaných prebytkov tepla Q_{preb} so solárnej sústavy počas celého roka. V posledných stĺpcoch sú uvedené hodnoty vypočítanej potreby tepla na ohrev vody v bazéne $Q_{t,baz}$ pre zvolenú kúpaciu sezónu a stupeň krytia prebytočným teplom zo solárnych kolektorov $ST_{kryt,baz}$. Hodnoty potreby tepla na ohrev bazénovej vody sú upravené na jednotky korešpondujúce s jednotkami vypočítaného množstva tepla získaného kolektorom, podľa času slnečného svitu. Následne sme jednotlivé údaje spracovali graficky, pre lepšiu názornosť a predstavu o jednotlivom pokrytí požadovaných potrieb.

Tab. 2 Hodnoty stupňa krytia potreby tepla na ohrev vody v bazéne

Mesiac	Q_{tv} [kWh]	Q_{kol} [kWh]	$ST_{kryt,kol}$ [%]	Q_{preb} [kWh]	$Q_{t,baz}$ [kWh]	$ST_{kryt,baz}$ [%]
január	355	291,648	82,154	-63,352	-	-
február	355	448,923	126,457	93,923	-	-
marec	355	635,759	179,087	280,759	-	-
apríl	355	555,051	156,352	200,051	-	-
máj	355	584,908	164,763	193,908	316,669	61,234
jún	355	563,157	158,636	208,157	288,891	72,054
júl	355	481,499	135,634	126,499	261,876	48,305
august	355	360,640	101,589	5,64	227,404	2,480
september	355	347,305	97,832	-7,695	242,160	-
október	355	248,635	70,038	-106,365	-	-
november	355	133,393	37,575	-221,607	-	-
december	355	116,682	32,868	-238,318	-	-



Obr. 1 Grafické zobrazenie priebehu množstva tepla získaného kolektormi pre potrebu tepla na ohrev TV a zobrazenie prebytočného tepla pre potrebu tepla na ohrev bazénovej vody v kúpeľnej sezóne.

5 Záver

Z **Tab. 2** vyplýva, že s touto plochou kolektorov a pri týchto klimatických podmienkach by sústava bola schopná pokryť plných sedem mesiacov potreby tepla na ohrev TV a ešte ďalšie dva mesiace s dostatočne vysokým stupňom krytia. Čo sa týka potreby tepla na ohrev bazénovej vody v kúpeľnej sezóne, nie je jej krytie ani v jednom z uvedených mesiacov. To znamená, že systém by i napriek voľbe väčšej kolektorovej plochy slúžil iba ako podpora vykurovania bazénu. Jednotlivé údaje sú zobrazené v grafickom prevedení (**Obr. 1**), kde v prvom grafe je znázomené pokrytie potreby na ohrev TV. V druhom grafe sú znázomené prebytky tepla zo solárnej sústavy v mesiacoch kúpeľnej sezóny pre potreby tepla na ohrev bazénovej vody. Ako vidieť z grafickej závislosti, prebytočné teplo nepostačuje na ohrev vody v bazéne a systém by slúžil ako podpora vykurovania so stupňom krytia necelých 37 % pre uvedené mesiace kúpeľnej sezóny. Zo skúseností a publikovaných informácií je zrejmé, že v letných mesiacoch, kedy je v priaznivých dňoch dostatok slnečného žiarenia sa bazénová voda ohreje na požadovanú teplotu a systém by zabezpečoval pokrytie potreby v menej priaznivých dňoch.

Literatúra

- [1] KRIŠ, Jozef. *Bazény a kúpaliská*. 1. vyd. Bratislava : Jaga group, 2000. 199 s. ISBN 80-88905-30-3.
- [2] KABÁT, E., HORÁK, M. *Prenos tepla*. 1.vyd. Bratislava: ES STU, 2000. 129 s. ISBN 80-227-1409-7.
- [3] ZÁLEŽÁKOVÁ, L. *Návrh ohrevu termálnej vody nekrytého sedacieho bazénu*, Sjf STU Bratislava, Diplomová práca, 2003.
- [4] TATAROVÁ, M. *Vplyv vybraných parametrov na energetickú náročnosť vykurovania nekrytého rodinného bazénu*, Sjf STU Bratislava, Diplomová práca, 2008.
- [5] CIHELKA, J. *Solárni tepelná technika*, Nakladatelství T. Malina, Praha, 1994, ISBN 80–900759-5-9.
- [6] ZÁLEŽÁKOVÁ, L. *Vplyv veľkosti absorpčnej plochy kolektora na stupeň krytia potreby teplej vody*. In: 29. Setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky: Rožňov pod Radhoštěm, 23. – 25.6.2010. – Ostrava: Vysoká škola baňská – Technická univerzita v Ostravě, 2010. – ISBN 978-80-248-2244-0. – s. 319-322.
- [7] ZÁLEŽÁKOVÁ, L. *Stupeň krytia potreby tepla na ohrev teplej vody pomocou solárnych kolektorov*. In: 30. Setkání kateder mechaniky tekutin a termomechaniky: Sborník příspěvků. Špindlerův Mlýn, 22.-24.6.2011. – Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. – ISBN 978-80-7372-747-5. – s. 273-276.