

elektriny dokáže vyrobiť dostatok tepla na vykurovanie a teplú vodu. Inštalácia vykurovania s tepelným čerpadlom nám zabezpečí aj možnosť získať nízku sadzbu od rozvodného závodu. Kombinácia vykurovania s nízkou spotrebou a nízkou sadzba na nákup elektriny umožňuje dosiahnuť nízke náklady, ktoré si dokážeme s vlastnou výrobou vo fotovoltaike kompenzovať. Ak by sme uvažovali s priamo činným elek-

trickým vykurovaním (elektrokotol, elektrické rohože), jeho niekoľko násobne vyššia spotreba by vyžadovala inštaláciu podstatne väčšej plochy fotovoltaických panelov ktoré môže byť problém umiestniť na strechu, ale podstatne by sa zvýšila cena fotovoltaických panelov a to by celú ekonomiku riešenia narušilo. Myslieť si, že priamo činné elektrické vykurovanie je podstatne lacnejšie ako inštalácia tepelného čerpadla a takto možno úsporiť náklady, vyzerá na prvý pohľad zaujímavo, ale keď si uvedomíme koľkokrát vyššiu spotrebu treba pokryť výrobou vo fotovoltaike uvedomíme si, že tadiaľto cesta nevedie. Uvažujme teda s tepelným čerpadlom, ktoré bude vykurovať a môže v spolupráci s chladiacimi stropmi aj klimatizovať.



trickým vykurovaním (elektrokotol, elektrické rohože), jeho niekoľko násobne vyššia spotreba by vyžadovala inštaláciu podstatne väčšej plochy fotovoltaických panelov ktoré môže byť problém umiestniť na strechu, ale podstatne by sa zvýšila cena fotovoltaických panelov a to by celú ekonomiku riešenia narušilo. Myslieť si, že priamo činné elektrické vykurovanie je podstatne lacnejšie ako inštalácia tepelného čerpadla a takto možno úsporiť náklady, vyzerá na prvý pohľad zaujímavo, ale keď si uvedomíme koľkokrát vyššiu spotrebu treba pokryť výrobou vo fotovoltaike uvedomíme si, že tadiaľto cesta nevedie. Uvažujme teda s tepelným čerpadlom, ktoré bude vykurovať a môže v spolupráci s chladiacimi stropmi aj klimatizovať.

Solárne články, alebo fotovoltaika?

Solárne články na ohrev teplej vody boli vo svete hitom už vtedy, keď ešte neboli tepelné čerpadlá. V minulosti platilo, že ak kombinujete solár na ohrev TUV (teplej úžitkovej vody) s plynovým kotlom je zaujímavá investícia a zaujímavé úspory. Iná je ekonomika návratnosti, ak používate na vykurovanie tepelné čerpadlo. Jeho náklady v prevádzke sú podstatne nižšie a usporené kWh tepla, ktoré vyrobíme v solárnom článku z nižších nákladov ušetria menej peňazí a návratnosť investície je podstatne dlhšia. Solárne

Je to dobrá investícia?

Ak dnes v čase turbulencií na akciových trhoch chcete investovať 12 000 € nákupom cenných papierov, môžete získať

zhodnotenie, ale rovnako môže byť výsledkom čistá strata. Bezpečné ponúkajú naopak ponúkajú nízke výnosy, možno 3 percentá. Prečo sa jako na možnú investíciu nepozriete na inštaláciu fotovoltaických panelov? Ak budete investovať svojich 12 000 € do fotovoltaických článkov, ročný výnos bude 1 249 € teda, za 25 rokov zarobíte 19 225€ (31 225 € - investícia 12 000 €) a zhodnotenie 6,4 % ročne, žiadny makléř nezaručí.

Elektrina vyrobená fotovoltaickým systémom:

Celková plocha panelov 20m²

Nominálny výkon = 2.5 kWp

Straty systému = 8.0 %

Náklon = 30 °

Orientácia = 0 °

Mesiac	Výroba za mesiac (kWh)	Výroba za den (kWh)
Jan	96	3.1
Feb	140	5.0
Mar	232	7.5
Apr	298	9.9
Máj	343	11.1
Jún	340	11.3
Júl	366	11.8
Aug	330	10.6
Sep	270	9.0
Okt	204	6.6
Nov	102	3.4
Dec	69	2.2
Ročný priemer	232	7.6

Výměníky

Článkem podrobněji osvětlím problematiku výměníků tepla pro solární ohřev bazénu. Mnohokrát při volbě použitého výměníku tepla dochází k jeho nevhodnému výběru, co má za následek značné znehodnocení investice vložené do solární techniky.

Na počátku dalšího výkladu bude vhodné, připomenout si vlastnosti slunečních kolektorů a vliv teploty teplotnosné kapaliny na energetickou účinnost kolektoru. Energetická účinnost, to znamená poměr mezi teplem předaným teplotnosné kapalině a sluneční energií dopadající na plochu kolektoru, se obvykle udává jako funkce parametru x , určujícího pracovní podmínky kolektoru ve tvaru:

$$\eta = c_0 - c_1 x - c_2 G_k x^2, \text{ kde}$$

$$x = (t_k - t_0) / G_k \text{ [m}^2\text{K/W]} \text{ (1) a kde:}$$

c_0 je konstanta vyjadřující maximální účinnost kolektoru při jeho teplotě t_k rovné teplotě okolí t_0 ,

c_1 je konstanta vyjadřující tepelné ztráty kolektoru [W/m²K]

c_2 je konstanta vyjadřující zakřivení této funkční závislosti [W/m²K²]

G_k je intenzita globálního slunečního záření dopadajícího na aktivní plochu kolektoru [W/m²]

t_0 je teplota vzduchu v okolí kolektoru [°C]

t_k je střední teplota teplotnosné kapaliny [°C]

Konstanty c_0 až c_2 jsou pro jednotlivé typy kolektorů uvedeny v tabulce č. 1.

Dobrý výrobce kolektorů konkrétní hodnoty těchto konstant u svého výrobku uvádí, případně uvádí údaje, ze kterých je možné tyto konstanty určit. K tomu například postačují tři body na grafu účinnosti kolektoru. Dosazením konkrétních teplot a konkrétních konstant pro určitý typ kolektoru a pro příslušnou intenzitu slunečního záření dosazenou do výše uvedené rovnice (1), dostaneme energetickou účinnost (v rozsahu do 0 do 1) slunečního kolektoru v daném režimu činnosti.

Energetická účinnost každého slunečního kolektoru klesá s jeho střední teplotou, to znamená, s dostatečnou přesností pro naše užití, s průměrnou teplotou teplotnosné tekutiny na jeho vstupu a výstupu. To je celkem dobře patrné z rovnice (1), kde pro konkrétní kolektor, tedy konkrétní konstanty c_0 , c_1 , a c_2 bude největší účin-

tepla VTB pro solární ohřev bazénů

nost pro malé nebo dokonce záporné x , to znamená pro minimální t_k a maximální G_k . Intenzitu slunečního záření dopadajícího na plochu kolektoru můžeme ovlivnit tím že kolektor natočíme kolmo ke slunci. Jak intenzivně slunce svítí, záleží jenom na počasí. Obdobně je to s teplotou vzduchu t_a . Konstanty c_1 kolektoru jsou dány jeho konstrukčním typem a jakostí daného výrobku. Tím je dána i cena kolektoru. Poslední proměnnou, kterou můžeme v rovnici účinnosti kolektoru ovlivnit, je střední teplota teplotonosné kapaliny t_k . Právě na ní má rozhodující vliv výměník tepla použitý pro předávání tepla z teplotonosné kapaliny v okruhu kolektorů do vody v bazénu. Pokud použijeme výměník tepla, který pro předávání jmenovitého výkonu potřebuje mezi primární a sekundární stranou teplotní rozdíl cca 60 °C, potom příkladně pro ohřívání vody v bazénu o teplotě +20 °C (na začátku sezóny) je potřebná teplota kapaliny z kolektorů cca 80 °C. Pokud budeme pro příklad uvažovat kolektory se selektivní vrstvou s jednoduchým zasklením (například Heliostar TS300, venkovní teplota +20 °C, intenzita záření 800 W/m²) bude v tomto případě jejich relativní účinnost 55,3 %. (to si může zájemce z rovnice (1) spočítat). Pokud bychom použili výměník tepla pracující s teplotním spádem jenom 7 °C, teplota t_k by byla jen 27 °C a relativní účinnost kolektorů by byla 95,4%.

Vhodně volený výměník tepla, jak je z příkladu zřejmé, dokáže výrazně zvýšit účinnost slunečního kolektoru, v daném konkrétním případě o 40 %. Jinak řečeno, tím že jsem použil pro danou aplikaci nevhodný výměník, jsem na tom stejně, jako kdybych měl dobrý výměník ale použil o 40% méně kolektorů. Podstatným způsobem jsem si, použitím nevhodného výměníku tepla, znehodnotil investici do kolektorů. Pokud jsem do 20 m² kolektorové plochy investoval 150 000 Kč, použitím nevhodného výměníku tepla jsem si prakticky znehodnotil investici za 60 000 Kč. A to je jistě na pováženu.

Bazénové výměníky tepla typu VTB jsou speciálně vyvinuté pro ohřev vody v bazénu ze slunečních kolektorů. Pracují s nízkým teplotním spádem, při jmenovitém

výkonu kolem 7 °C (v okruhu kolektorů je voda). Zapojují se do okruhu filtrace bazénové vody. Nepotřebují tedy další čerpadlo vody z bazénu. Jejich konstrukce vychází z logického požadavku, maximálně se přizpůsobit režimu provozu kolektorů na jedné straně a režimu filtrace vody na straně druhé. Pokud vyjdeme z údajů výrobců kolektorů, je doporučované proudění- ní teplotonosné kapaliny z jednoho kolektoru o ploše cca 2 m² v rozsahu 50 až 100 l/hod.. Tepelný výkon tohoto kolektoru při nízké teplotě t_k a pro intenzitu záření 800 W/m² je cca 1,2 kW. Pro předpokládaný jmenovitý výkon výměníku příkladně 12 kW (pro bazény o objemu cca 30 m³) je to proudění cca 500 až 1000 l/hod teplotonosné kapaliny od cca 20 m² kolektorů na teplé straně výměníku. Studená strana výměníku bude zapojena do obvodu filtrace, (příkladně filtr TOP400, doporučený pro bazény s objemem cca 30 m³) s výkonem cca 8 m³/hod.. Na straně bazénové vody bude ve výměníku proudit zhruba 8 až 15x více vody než

na straně topné kapaliny od kolektorů. Zhruba tomuto poměru jmenovitého proudění je potřebné přizpůsobit konstrukci výměníku tepla pro bazénové aplikace. Výměník musí být navržený tak, aby při tomto proudění byly součinitele přestupu tepla na obou stranách teplosměnné plochy dostatečně vysoké a aby byla i dráha kapalin podél teplosměnné plochy dostatečně dlouhá. Tlaková ztráta na straně teplotonosné kapaliny by měla být přibližně na úrovni tlakové ztráty vlastní soustavy kolektorů. Tlaková ztráta na straně bazénové vody pak co nejmenší (do 10 kPa), aby nebylo zbytečně zatěžováno čerpadlo filtrace. Výměník tepla potom dobře plní požadovanou funkci předávání tepla z kolektorů do bazé-

nové vody, bez výrazného vlivu na celkovou účinnost solárních kolektorů. Právě takové vlastnosti mají výměníky tepla VTB.

Zájemce o problematiku si může na výpočtovém programu společného režimu práce slunečního kolektoru a výměníku tepla typu VTB namodelovat jejich vzájemný provoz.

Výpočet předpokládaného pracovního



režimu se potom může sám přesvědčit o vhodnosti použití výměníků typu VTB a jeho vlivu na účinnost kolektorů.

Výpočet je možné se přesvědčit o tom, že použitím nemrznoucích kapalin v okruhu kolektoru dochází ke zhoršování účinnosti kolektorů a to tím více, čím je kapalina proti mrazu odolnější, tedy méně naředěná

	c_0	c_1	c_2
a) Vakuový trubkový	0,63	1,75	0,002
b) Vakuový plochý	0,81	2,6	0,008
c) Selektivní s jednoduchým zasklením	0,8	4,17	0,01
d) Neselektivní s jednoduchým zasklením	0,75	7	0,02
e) Kolektor bez průhledného krytu	0,9	15	0,03

tab. č. 1

vodou. O tomto faktu většina dodavatelů výměníků pro bazénové aplikace taktně mlčí a parametry výměníku uvádí jenom pro samotnou vodu.

Na závěr článku ještě jedno ponaučení o provozu kolektorů pro ohřev bazénu pro úplné laiky. Pokud je za slunečního počasí potrubí od kolektorů k výměníku horké, je něco v nepořádku. Potrubí má být vlažné až mírně teplé. Potom kolektory pracují dobře a s vysokou účinností.

Ing. Jindřich Tesař,

VÝROBCE KVALITNÍCH VÝMĚNÍKŮ TEPLA:
VTX - výměníky pro všeobecné použití
VTM - výměníky pro farmaci
VTB - výměníky pro bazénové aplikace

Trmická energetická strojírna, s.r.o.
V Lánech 229
403 40 Ústí nad Labem

Trmická energetická strojírna

www.trmicka.cz

