

Karšto vandens ruošimo naudojant saulės kolektorius efektyvumo tyrimai

Eugenijus Perednis,

Andrius Kavaliauskas,

Violeta Plikšnienė

*Lietuvos energetikos institutas,
Atsinaujinančių energijos šaltinių
laboratorija, Breslaujos g. 3,
LT-44403 Kaunas
El. paštas: saule@mail.lei.lt*

Apibūdinama saulės energijos naudojimo karšto vandens gamybai esama padėtis Lietuvoje. Atliktas ilgalaikio našumo skaičiavimas saulės karšto vandens ruošimo sistemoms įvertinti.

Straipsnyje pateikiami saulės kolektoriuose pagamintos energijos kiekiai įvairiais metų laikotarpiais, jos dalis, tenkanti metiniame karšto vandens suvartojimo balanse priklausomai nuo saulės kolektoriaus ploto ir darbo trukmės per metus. Ištirtas plokščiųjų ir vakuuminių saulės kolektorių efektyvumas, apskaičiuota saulės kolektoriuje pagaminto karšto vandens energijos kaina, esant skirtingiems kolektorių konversijos ir šilumos nuostolių parametrams. Apskaičiuotas saulės karšto vandens ruošimo sistemos atsipirkimo laikas priklausomai nuo saulės kolektoriaus tipo ir ploto.

Raktažodžiai: saulės kolektorius, saulės spinduliuotė, kolektoriaus efektyvumas, atsipirkimo laikas

1. ĮVADAS

Saulės energija plačiausiai naudojama šilumai gaminti plokščiuosiuose ir vakuuminiuose saulės kolektoriuose. 2004 m. Europoje buvo eksploatuojama 9,525 GW_s galios saulės kolektorių, kurie pagamino 8,164 GWh šilumos [1]. Šiuo metu pasaulyje plačiausiai saulės energiją vandeniui šildyti naudoja Kinija. Jai tenka daugiau kaip 46 GW_s instaliuotos galios.

Saulės spinduliuotės tyrimai parodė, kad Lietuvos geografinė padėtis yra tinkama naudoti saulės energiją montuojant buitinio karšto vandens ruošimo sistemas. Jos daugiausia eksploatuojamos ne šildymo sezonu.

Saulės energijos naudojimo srityje pirmąją Vidurio ir Šiaurės Europos šalis. Tačiau kol kas yra tik keletas šalių, pvz., Vokietija, Austrija, kuriose vykdoma saulės energijos naudojimo skatinimo politika. Jose saulės technologijos paplito dėl plačiai vykdomos informacinės sklaidos visuomenei, kuri ir sukūrė šių technologijų poreikį.

Daugelyje šiaurės šalių gyventojai naudoja kombinuotą šildymo ir karšto vandens gamybos sistemą: šildymo sezonu naudojamos dujos ar biokuras, o šiltu metų laiku (dažniausiai nuo balandžio iki rugsėjo mėnesio) karšto vandens poreikiai tenkinami naudojant saulės kolektorius.

Šiuo metu Lietuvoje įrengta tik kiek daugiau kaip 1000 m² saulės kolektorių karštam vandeniui gaminti. Dauguma šių saulės kolektorių yra pagaminti Lietuvoje. Per metus iš 1 m² saulės kolektoriaus ploto galima pagaminti vidutiniškai 0,45 MWh šilumos. Keturių žmonių šeima suvartoja vidutiniškai 400 l/parą karšto van-

dens, šiam kiekiui pagaminti per metus reikia apie 8,3 MWh šilumos.

Lietuvoje individualių gyvenamųjų namų statyba plečiasi. 1999 m. jų pastatyta 1670, o 2004 m. – 2884 [2]. 2004 m. individualių namų gyventojai karštam vandeniui gaminti suvartojo apie 19 GWh šilumos. Jei 10% šio karšto vandens kiekio būtų pagaminta saulės kolektoriuose, tai galima sutaupyti apie 250 000 nm³ dujų arba 163 tne energijos ir sumažinti apie 500 t CO₂ taršą per metus.

Šio darbo tikslas – ištirti saulės karšto vandens ruošimo sistemų efektyvumą, karšto vandens gamybą skirtingais metų laikotarpiais ir įvertinti atsiperkamumo bei ilgalaikio našumo veiksnius taikant „f” skaičiavimo metodą.

2. SKAIČIAVIMO METODIKA

Saulės karšto vandens gamybos sistemos ilgalaikio našumo skaičiavimui taikytas „f” metodas [3]. Jis parodo, kokia dalis energijos poreikio karštam vandeniui ruošti per metus (mėnesį) yra padengiama saulės kolektoriuje gaminama energija. Šiame metode naudojamos koreliacinės priklausomybės tarp saulės spinduliuotės, kolektoriaus energetinių ir konstrukcinių parametrų. Skaičiavimai atliekami naudojant nedimensinius dydžius X ir Y .

Y yra saulės kolektoriaus pagaminto šilumos kiekio santykis su šilumos poreikiu karštam vandeniui gaminti per mėnesį:

$$Y = A \cdot F'_r \cdot (\overline{\tau\alpha}) \cdot H_T \cdot N / L; \quad (1)$$

čia A – saulės kolektoriaus plotas m^2 ;

F_R' – saulės energijos konversijos į šilumą efektyvumo koeficientas visai sistemai (saulės kolektorius + šilumokaitis);

$\overline{\tau\alpha}$ – saulės kolektoriaus optinis naudingumo koeficientas;

H_T – vidutinis mėnesio paros saulės spinduliuotės, krentančios į pasvirusio kolektoriaus ploto vienetą, kiekis J/m^2 ;

N – mėnesio dienų skaičius;

L – šilumos poreikis per mėnesį J .

Parametrų sandauga $F_R' \cdot (\overline{\tau\alpha})$ įvertina ne tik kolektoriaus, bet ir šilumokaičio įtaką saulės šildymo sistemoje. Ji nustatoma eksperimentiniais bandymais parametrų sandaugos $F_R' \cdot (\overline{\tau\alpha})$ pagalba [4]. Išraiška $F_R' \cdot (\overline{\tau\alpha})$ rodo kolektoriaus saulės energijos konversijos dydį, kuris priklauso nuo pratekančio skysčio debito per kolektorių ir nuo jo konstrukcinių parametrų. Skaičiavimuose taip pat priimta, kad išsklaidyta ir atsispindėta saulės spinduliuotė yra izotropinė ir jos kritimo į horizontalų paviršių kampas yra 60° . Žinant šilto vandens poreikius per parą, vandens minimalią temperatūrą ir į saulės kolektorių įtekančio vandens temperatūrą, galima apskaičiuoti parametą Y , kuris ir parodo saulės kolektoriuje per mėnesį pagaminto šilumos kiekio santykį su visu šilumos poreikiu karštam vandeniui gaminti per mėnesį.

X yra saulės kolektoriaus šilumos nuostolių per mėnesį santykis su šilumos poreikiu karštam vandeniui gaminti per mėnesį:

$$X = A \cdot F_R' \cdot U_L \cdot (T_{ref} - T_a) \cdot \Delta t / L; \quad (2)$$

čia U_L – bendras saulės kolektoriaus šilumos nuostolių koeficientas, išreikštas saulės kolektoriaus skaidrios dangos ploto vienetu, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

T_{ref} – bazinė temperatūra priimama $100^\circ C$;

T_a – aplinkos temperatūra $^\circ C$;

Δt – sekundžių skaičius per mėnesį s.

Parametrų sandauga $F_R' \cdot U_L$ parodo saulės energijos konversijos, kuri nustatoma eksperimentiniais bandymais parametrų sandaugos $F_R' \cdot U_L$ pagalba, efektyvumą [4]. Parametrų sandauga $F_R' \cdot U_L$ nusako saulės kolektoriaus šilumos nuostolius, priklausančius nuo:

- selektyvinės plokštelės spinduliavimo pro skaidrią dangą į aplinką;
- plokštelės išorinio paviršiaus per oro sluoksnį konvekcijos;
- izoliuoto kolektoriaus dugno ir šonų laidumo.

Šilumos nuostoliai per skaidrią dangą priklauso nuo selektyvinės plokštelės temperatūros, skaidrių dangų skaičiaus, aplinkos temperatūros ir vėjo greičio. Svarbu parinkti optimalų pratekančio skysčio debitą per kolektorių, kuriam esant pasiekiami efektyvūs šilumos mainai. Optimalus šio skysčio debitas yra lygus $0,015 l/(m^2 \cdot s)$. Mažesnis skysčio srautas per kolektorių sumažina šilumos atidavimo koeficientą F_R' , todėl skystis gali užvirtti ir garui pratekėjus pro apsaugos vožtuvą ženkliai padidinti šilumos nuostolius. Šalto vandens temperatūra (t_{sv})

bei minimaliai leistina karšto vandens temperatūra ($t_{kv \min}$) turi įtakos saulės sistemos efektyvumo charakteristikoms. Kadangi vidutinė sistemos darbinė temperatūra ir šilumos nuostoliai priklauso nuo t_{sv} ir $t_{kv \min}$ parametrų X , apibūdinantį kolektoriaus šilumos nuostolius, galima koreguoti įvertinant t_{sv} , $t_{kv \min}$ bei aplinkos temperatūrą T_a . Plačiau apie saulės kolektorių efektyvumą sąlygojančius parametrus ir jų skaičiavimą galima rasti [4].

Žinant X ir Y dydžius, parametras „ f “ apskaičiuojamas pagal lygtį:

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 X^2 + 0,00215 \cdot Y^3. \quad (3)$$

3. TYRIMO REZULTATAI IR ANALIZĖ

Labiausiai paplitę yra plokštieji saulės kolektorai, nes juos pagaminti ir eksploatuoti yra nesudėtinga. Juose vandenį galima pašildyti iki $90^\circ C$ temperatūros. Vakuuminiai saulės kolektorai yra efektyvesni, lyginant su plokščiaisiais. Nors jų saulės energijos konversijos parametras $F_R' \cdot (\overline{\tau\alpha})$ yra artimas plokščiuųjų kolektorių, tačiau šilumos nuostoliai yra apie tris kartus mažesni. 1 lentelėje pateikti plokščiuųjų ir vakuuminių saulės kolektorių efektyvumo parametrai bei terminės charakteristikos.

Tyrimo objektu buvo pasirinkta saulės karšto vandens ruošimo sistema, kurią sudaro: plokščiasis saulės kolektorius, talpa-akumulatorius ir vamzdynai. Tiriant saulės kolektorius [4], buvo nustatytos parametrų $F_R' \cdot (\overline{\tau\alpha})$ ir $F_R' \cdot U_L$ skaitinės reikšmės, kurios atitinkamai lygios $0,75$ ir $4,97 W/(m^2 \cdot ^\circ C)$. Jos buvo naudotos skaičiuojant karšto vandens gamybą saulės kolektorių sistemoje, pasitelkiant anksčiau aprašytą „ f “ metodą. Karšto vandens poreikį sudarė $400 l$ per parą $60^\circ C$ temperatūros vanduo. Maždaug tiek vandens suvartoja $4-5$ žmonių šeima per parą.

Karšto vandens poreikis per mėnesį skaičiuojamas naudojant šią lygtį:

$$Q_{kv} = N \cdot l \cdot 100 \cdot (t_{kv \min} - t_{sv}) \cdot \rho \cdot c_p; \quad (4)$$

čia N – mėnesio dienų skaičius;

l – gyventojų skaičius;

$t_{kv \min}$ – minimali karšto vandens temperatūra ($60^\circ C$);

t_{sv} – šalto vandens temperatūra $^\circ C$;

ρ – vandens tankis kg/m^3 ;

c_p – vandens specifinė šiluma $J/(kg \cdot ^\circ C)$.

Plokščiasis saulės kolektorius su vienu apsauginiu stiklu ir selektyvine saulės energiją sugeriančia danga buvo orientuotas pietų kryptimi. Polinkio kampas pietų kryptimi į horizontą sudarė 45° . $400 l$ parą karšto vandens poreikiui per metus užtikrinti buvo skaičiuotas reikalingas talpos-akumulatoriaus dydis, kuris lygus $75 l$ vienam saulės kolektoriaus kvadratiniam metrui.

Saulės spindulinės energijos kiekiai per metus smarkiai keičiasi. Mažiausiai jos yra rudens ir žiemos mėnesiais, o didžiausi vidurvasarį. Saulės sistema eksploatuojama I–XII, III–IX ir V–VIII mėnesiais. Vasarą kurortinėse

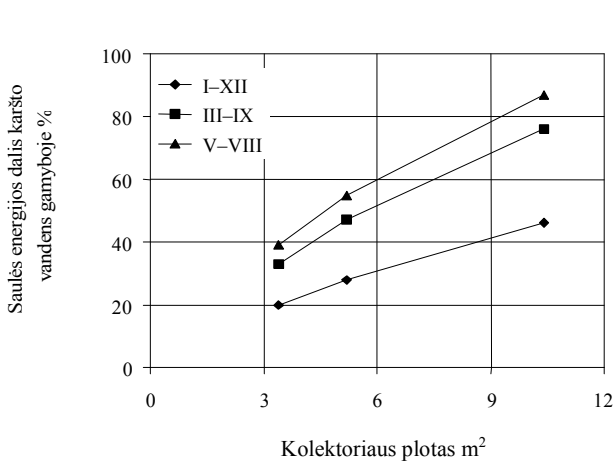
1 lentelė. Saulės kolektorių efektyvumo parametrai ir terminės charakteristikos [3]

Kolektorių tipas	Kolektoriaus saulės energijos konversijos parametras $F_R \cdot (\overline{\tau\alpha})$	Šilumos nuostolių parametras $F_R \cdot U_L$, W/(m ² ·°C)	Temperatūrų diapazonai °C
Plokščiasis kolektorius	0,66–0,83	2,9–5,3	20–90
Vakuuminis kolektorius	0,62–0,84	0,7–2,0	50–120

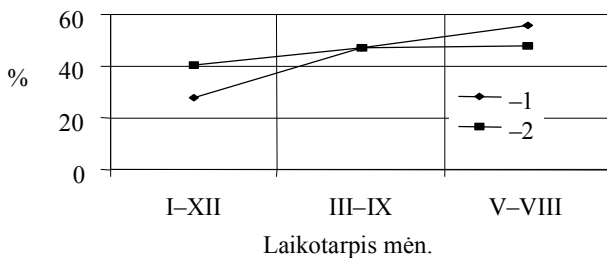
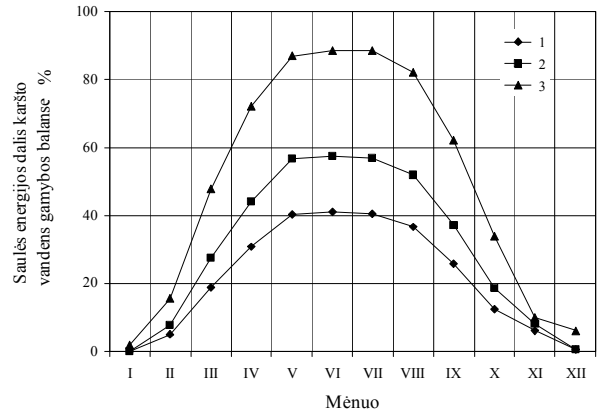
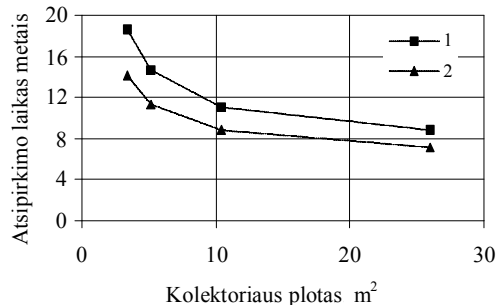
2 lentelė. Plokščiųjų ir vakuuminių kolektorių efektyvumo parametrų palyginimas (2006 m. duomenys)

Skaičiuojami parametrai	Plokštieji kolektoriai	Vakuuminiai kolektoriai
Kolektoriaus konversijos parametras $F_R \cdot (\overline{\tau\alpha})$	0,75	0,83
Šilumos nuostolių parametras $F_R \cdot U_L$ (W/(m ² ·°C))	4,97	3,68
Kolektoriaus plokštumos polinkis į horizontą laipsniais	45°	45°
Saulės spinduliuotė į kolektoriaus plokštumą kWh/m ²	1130	1130
Energijos gamyba kWh/m ²	430	530
Karšto vandens ruošimo sistemos efektyvumas %	38	47
Karšto vandens ruošimo sistemos tarnavimo laikas metais	25	25
Santykinė saulės karšto vandens ruošimo sistemos kaina su PVM Lt/m ² (*)	≅ 1200 (**)	≅ 1950 (***)
Saulės karšto vandens ruošimo sistemoje pagamintos energijos kaina Lt/kWh	≅ 0,11	≅ 0,15
Elektros energijos kaina Lt/kWh	0,31	0,31
Atsipirkimo laikas (paprastas) metais	≅ 14	≅ 23

* Santykinė karšto vandens ruošimo sistemos kaina Lt/m² su PVM, kai sumontuota: saulės kolektoriai, siurblių ir valdymo blokai, santechnika (vamzdžiai, armatūra ir kt.), tvirtinimo elementai ir sistema pripildyta neužšalantiu skysčiu (antifrizu). Sistemoje nėra karšto vandens akumuliatoriaus; ** UAB „Terma“; *** Kompanija Viessmann.



1 pav. Saulės energijos dalis bendrame karšto vandens suvartojimo balanse priklausomai nuo kolektoriaus ploto

2 pav. Saulės kolektoriuje pagaminto karšto vandens energijos dalis bendrame karšto vandens balanse (1) ir sistemos efektyvumo (2) kitimas priklausomai nuo metų laikotarpio. Saulės kolektoriaus plotas 5,2 m²3 pav. Saulės energijos dalis bendrame karšto vandens suvartojimo balanse per metus priklausomai nuo saulės kolektoriaus ploto: 1 – 3,4 m², 2 – 5,2 m², 3 – 10,4 m²

4 pav. Saulės karšto vandens ruošimo sistemos atsipirkimo laikas priklausomai nuo kolektoriaus ploto. 1 – sistemos kaina be karšto vandens talpos-akumuliatoriaus, 2 – sistemos kaina be karšto vandens talpos-akumuliatoriaus ir be PVM

3 lentelė. Energijos kainų palyginimas

Pirminės energijos rūšis	Pirminės energijos kaina Lt/kWh	Konversijos į šilumą efektyvumas %	Galutinė energijos kaina Lt/kWh
Elektra	0,31*	98	0,316
Medienos pjuvenų granulės	0,09*	80	0,11
Saulės energija šilumai gaminti (5,2 m ² plokščiuoju kolektoriumi)	–	~35–40	0,11**
Medienos pjuvenų briketai	0,078*	76	0,1*
Gamtinės dujos	0,076*	80	0,094
Malkos	0,045*	76	0,059

* Pirminės energijos kaina 2006 m. pirmame pusmetyje su PVM.

** UAB „Terma“ saulės karšto vandens ruošimo sistema (sistemoje nėra karšto vandens akumulatoriaus).

vietovėse įrengtos saulės kolektorių sistemos eksploatuojamos tik kelis mėnesius, todėl tokie laikotarpiai ir buvo pasirinkti skaičiavimuose. Pasirinkti saulės kolektorių plotai buvo atitinkamai lygūs 3,4, 5,2 ir 10,4 m². Saulės kolektoriai yra sumontuoti ir įjungti į bendrą karšto vandens ruošimo sistemą, o I–XII mėnesių rezultatai primami kaip baziniai, rodantys suminį saulės kolektoriuose pagamintos šilumos kiekį per metus. Šiame laikotarpyje yra šalčiausi metų mėnesiai, kurių metu saulės kolektoriuose pagaminama mažai šilumos.

Šilumos kiekis, reikalingas užtikrinti 400 l/parą karšto (60°C) vandens poreikį per metus, yra lygus 8,54 MWh. 1 pav. pateikiami skaičiavimo duomenys rodo saulės energijos dalį metiniame karšto vandens suvartojimo balanse, esant skirtingiems karšto vandens sistemos eksploatavimo laikotarpiais. Saulės energijos dalis bendrame karšto vandens suvartojimo balanse, priklausomai nuo saulės kolektoriaus ploto, kinta nuo 20% (kai saulės kolektoriaus plotas yra 3,4 m²) iki 46% (kai saulės kolektoriaus plotas yra 10,4 m²) ir kai sistema eksploatuojama ištisus metus. Jei nagrinėjama sistema eksploatuojama tik nurodytais (III–IX ir V–VIII) mėnesiais, tai saulės spinduliuotė padidėja, atitinkamai didėja ir saulės energijos dalis bendrame karšto vandens suvartojimo balanse net iki 87%. Efektyviausiai sistemos panaudojamos karščiausiais metų laikotarpiais, ir saulės energijos dalis padidėja beveik du kartus, lyginant su metiniu eksploatavimu.

Priklausomai nuo pasirinkto kolektoriaus ploto (3,4, 5,2, 10,4 m²) saulės spinduliuotė, krintanti į 45° pasvirusį saulės kolektoriaus paviršių, atitinkamai yra lygi 3,8, 5,9 ir 11,8 MWh per metus [5], o saulės energija, sunaudota karštam vandeniui gaminti, – 1,7, 2,3 ir 3,8 MWh. Naudingai sunaudoto kolektoriuje saulės energijos kiekio ir į kolektorių patenkančios saulės spinduliuotės santykis parodo saulės energijos konversijos efektyvumą, kuris atitinkamai lygus 44, 40,3 ir 32,6%. 2 pav. parodytas saulės sistemos efektyvumo kitimas priklausomai nuo skirtingų metų laikotarpio. Paveiksle matyti, kad I–XII mėnesiais sistemos efektyvumas siekia daugiau kaip 40%, o saulės šilumos dalis karštam vandeniui (400 l/parą) ruošti siekia tik 28%. Jei saulės karšto vandens ruošimo sistema yra eksploatuojama tik V–VIII mėnesiais, sistemos efektyvumas didėja iki 48%,

o saulės šilumos dalis karšto vandens suvartojimo balanse siekia iki 55%.

Jei saulės karšto vandens šildymo sistema eksploatuojama ištisus metus, tai kolektoriuose pagamintos energijos dalis tiesiogiai priklauso nuo saulės spinduliuotės kitimo skirtingais metų laikotarpiais. Karščiausiais vasaros (V–VIII) mėnesiais saulės energija yra panaudojama efektyviausiai. Šiais mėnesiais karšto vandens gamyba yra didžiausia – apie 64% metinės gamybos. Skaičiavimuose priimta, kad metinis karšto vandens poreikis yra 8,54 MWh (kasdien 400 l/parą 60°C vandens). 3 pav. pateikti duomenys rodo, kokią metinę karšto vandens poreikio dalį gali užtikrinti skirtingo (3,4, 5,2, 10,4 m²) ploto saulės karšto vandens ruošimo sistemos. Ta dalis lygi 19,6, 27,8, 45,0%. Vasaros mėnesiais 10,4 m² kolektoriai gali patenkinti apie 90% karšto vandens poreikio. Eksploatuojant pastatus su integruotomis saulės karšto vandens ruošimo sistemomis, galima pakankamai tiksliai parinkti saulės kolektoriaus plotą (pvz., aktualu pilsietėms), užtikrinant norimą karšto vandens poreikį.

2 lentelėje pateiktas UAB „Terma“ ir kompanijos Viessmann gaminamų saulės kolektorių ir karšto vandens ruošimo sistemų palyginimas, esant vienodoms eksploatavimo sąlygoms. Pateikti duomenys rodo, kad priklausomai nuo kolektoriaus parametrų $F_R \cdot (\tau\alpha)$ ir $F_R \cdot U_L$ reikšmių kinta energijos gamyba ir visos sistemos efektyvumas. Lentelėje matyti, kad kompanijos Viessmann plokščiųjų kolektorių parametrai yra didesni. Tačiau kompanijos Viessmann santykinė (1 m²) saulės karšto vandens ruošimo sistemos kaina yra apie 40% didesnė. UAB „Terma“ kolektorių charakteristikos yra pakankamai aukštos, tik šilumos nuostolių parametro reikšmė – kiek mažesnė. Pagrindiniai rodikliai, lemiantys kolektoriaus pasirinkimą Lietuvoje, yra kolektoriaus kaina ir atsipirkimo laikas.

Energijos gamyba saulės kolektoriuose padeda spręsti ir gamtosauginius reikalavimus. Apskaičiuota, kad įrengus saulės karšto vandens ruošimo sistemą (1 m² kolektoriaus ploto), per metus sutaupoma apie 0,043 tne, arba 50 m³, gamtinių dujų ir į aplinką mažiau patenka apie 100 kg CO₂.

Karštam vandeniui ruošti taip pat dažnai naudojami vakuuminiai saulės kolektoriai. 2 lentelėje pateikti kolektoriaus efektyvumo parametrai ir terminės charakteristikos rodo, kad šio tipo kolektorių šilumos nuostolių

veiksny $F_R \cdot U_L$ mažesnis, lyginant su plokščiaisiais, tačiau jų kaina yra kur kas didesnė.

Ruošiant naujai statomo ar rekonstruojamo pastato projektus, būtina apsispręsti, ar bus montuojama saulės karšto vandens ruošimo sistema. Patarėjais šiame etape turėtų būti energetikai, pastato architektūrinės ir techninės dalies projektuotojai. Nutarus ją integruoti į bendrą karšto vandens ruošimo sistemą, jos kaina sumažėtų, nes į šios sistemos kainą reikėtų įtraukti tik dalį karšto vandens talpos-akumulatoriaus kainos, kuri sudarytų apie 20–30% priklausomai nuo kolektoriaus ploto ir karšto vandens metinio poreikio.

Lietuvoje energija karštam vandeniui ruošti gaminama deginant organinį kūrą. 3 lentelėje pateikiamas Lietuvoje naudojamo kuro ir galutinės energijos kainų palyginimas. Medienos pjuvenų granuliu ir briketų, gamtinių dujų galutinė energijos kaina yra artima saulės karšto vandens ruošimo sistemoje gaminamos energijos kainai. Energijos naudojant malkas kaina yra apie 50% mažesnė.

Saulės karšto vandens ruošimo sistemos atsipirkimo laikas priklauso nuo saulės kolektoriaus ploto ir jo efektyvumo. Didėjant saulės kolektorių plotui, mažėja santykinė (1 m^2) saulės sistemos kaina, gaminamos šilumos kaina bei atsipirkimo laikas. 4 pav. parodyta atsipirkimo laiko kitimo priklausomybė nuo kolektoriaus ploto. Saulės karšto vandens ruošimo sistemos (be talpos-akumulatoriaus) plotui padidėjus nuo 3,4 iki 26 m^2 , atsipirkimo laikas sutrumpėja 2 kartus.

Darydami prielaidą, kad visas PVM saulės kolektoriams yra dotuojamas iš valstybės, tuomet saulės karšto vandens ruošimo sistemos (be talpos-akumulatoriaus) atsipirkimo laikas sutrumpėtų iki 7 metų. Šis PVM sumažinimas valstybei būtų kompensuojamas sukūrus naujas darbo vietas, padidėjus darbo apimtims įmonėse, gaminančiose šias saulės sistemas, taip pat būtų mažiau vartojama organinio kuro bei išskiriama CO_2 į aplinką.

4. IŠVADOS

1. Apskaičiuota, jei saulės karšto vandens ruošimo sistema būtų eksploatuojama vasaros mėnesiais (V–VIII) ir Lietuvoje gaminamų plokščiųjų kolektorių plotai didėtų nuo 3,4 iki 10,4 m^2 , tai ši sistema dengtų nuo 40 iki 86% 400 l/parą karšto (60°C) vandens poreikį.

2. Nustatyta, kad vakuuminių kolektorių karšto vandens ruošimo sistemos efektyvumas yra apie 35%, o joje pagamintos energijos kaina apie 2,3 karto didesnė, lyginant su Lietuvoje gaminamais plokščiaisiais kolektoriais.

3. Apskaičiuota, kad Lietuvoje gaminamų saulės karšto vandens ruošimo sistemų atsipirkimo laikas sutrumpėja nuo 19 iki 9 metų, didinant kolektoriaus plotą nuo 3,4 iki 26 m^2 .

4. Apskaičiuota, kad įrengus 1 m^2 kolektoriaus ploto saulės karšto vandens ruošimo sistemą, per metus galima sutaupyti apie 50 m^3 gamtinių dujų ir sumažinti apie 100 kg CO_2 išlakų į aplinką.

Gauta 2007 01 22
Parengta 2007 03 10

Literatūra

1. ESTIF. Solar Thermal Markets in Europe 2004. 2005 birželis. P. 8.
2. Lietuvos statistikos metraštis 2004. Lietuvos statistika. Gyvenamasis fondas ir pastatų statyba. Vilnius, 2005. P. 662.
3. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. New York: Wiloy Interscience, 1991. P. 610.
4. Perednis E. Plokščiojo saulės kolektoriaus šiluminės ir hidrodinaminės charakteristikos // Energetika. 2004. Nr. 3. P. 60–65.
5. STR 2.09.04:2002. Pastato šildymo sistemos galia, energijos sąnaudos šildymui.

Eugenijus Perednis, Andrius Kavaliauskas,
Violeta Plikšnienė

INVESTIGATION OF HOT WATER UTILIZATION IN SOLAR COLLECTORS

S u m m a r y

The present state of solar energy use for hot water production in Lithuania has been surveyed. For long-term productivity of solar hot water supply systems the f -chart method was used. Hot water production in solar collectors by months, the share of hot water in the annual balance according to the type of solar collectors, area and the season of the year are presented. The efficiency of the plate and evacuated tube collectors, the cost of energy of hot water production according to different optical efficiency and heat loss factors are analysed. Payback of solar hot water production systems depending on different collector type and surface area was calculated.

Key words: solar collector, solar radiation, collector efficiency, payback period

Эугениус Переднис, Андриус Кавалиаускас, Виолета Пликшнение

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Р е з ю м е

Рассмотрено, как в настоящее время для производства горячей воды в Литве используется солнечная энергия. При расчетах систем подогрева воды солнечной энергией применен f -метод. Показано, какую часть в годовом балансе составляет количество подогретой в солнечных коллекторах воды в разное время года в зависимости от площади таких коллекторов и периода их работы. Оценена эффективность плоских и вакуумных коллекторов, рассчитана цена энергии систем для подогрева воды при разных коэффициентах тепловых потерь и оптических КПД. Рассчитано время окупаемости систем для подогрева воды при разных типах коллекторов и их площадях.

Ключевые слова: солнечный коллектор, солнечная радиация, эффективность коллекторов, время окупаемости