
Šilumos siurbLIAI individualiose sodybose Lietuvoje: prielaidos ir prognozės

**Kazys Marcinauskas,
Eduardas Bubelis**

*Lietuvos energetikos institutas,
Efektyvaus energijos naudojimo tyrimų
ir informacijos centras,
Breslaujos g. 3,
LT-3035 Kaunas*

Straipsnyje aptartos prielaidos, sąlygojančios šilumos siurblių diegimą. Pateiktas šilumos siurblio, naudojančio grunto šilumą, pritaikymo individualioje sodyboje dviejų variantų techninis ekonominis įvertinimas. Nustatyta, kad: a) investicijos projektui (pagal 1 variantą) įgyvendinti, kai gyvenamajam pastatui šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti šildymo sezono metu šilumą gamina šilumos siurblys, naudojantis grunto šilumą, palyginti su tiesioginiu elektros energijos naudojimu pastatui šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti, atsiperka per 6,6 metų; b) investicijos projektui (pagal 2 variantą), kai išnaudojamos ištikus metus veikiančio šilumos siurblio – daigafunkcinės paskirties įrangos (gamina ne tik šilumą, bet ir šaltį) – galimybės, įgyvendinti atsiperka kur kas greičiau, nei pagal 1 variantą. Konstatuota, kad kol kas šilumos siurblius individualiose sodybose gali įsirengti tik pasiturintys gyventojai.

Raktažodžiai: atsinaujinantys energijos ištekliai, atmosferos tarša, šilumos siurblys

1. ĮVADAS

1999 m. spalio 5 d. Lietuvos Respublikos Seimo nutarimu Nr. VIII-1348 patvirtintoje Nacionalinėje energetikos strategijoje [1] aiškiai išreikšta mintis, kad, laikantis Europos Sąjungos nuostatų ir norint sumažinti kuro importą, maksimaliai panaudoti turimus išteklius ir kurti naujas darbo vietas, būtina plėsti atsinaujinančių energijos išteklių (hidroenergetikos, biodujų, buitinių atliekų, vėjo, saulės, geoterminės energijos) bei atliekinių energijos išteklių išnaudojimą tam, kad energija, gaminama iš atsinaujinančių ir atliekinių energijos išteklių, 2020 m. sudarytų Europos Sąjungos direktyvas atitinkančią dalį.

Vienoje pagrindinių Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programos įgyvendinimo 2001–2005 m. kryptių (2.1.4) numatoma: „Vadovaujantis Europos Sąjungos direktyvomis, Energetikos chartijos sutartimi ir Energetikos chartijos protokolu dėl energijos efektyvumo ir su tuo susijusių aplinkosaugos aspektų, taip pat Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos Kioto protokolu, rengti teisės aktus ir normatyvinius dokumentus, skatinančius efektyviau vartoti energijos išteklius ir energiją, mažinti atmosferos taršą“ [2].

Lietuvos Vyriausybės 2001–2004 m. programos įgyvendinimo priemonių, kurias Lietuvos Vyriausybė

patvirtino 2001 m. spalio 4 d. nutarimu Nr. 1196, 226 pozicijoje numatyta plačiau vartoti vietinius ir atsinaujinančius energijos išteklius, vykdyti Europos Sąjungos rekomendacijas, kad šalies kuro balanse šie ištekliai 2010 m. sudarytų 12% [3].

Atsinaujinantys energijos ištekliai – gamtos ištekliai: vandens potencinė energija, saulės, vėjo, biomasės ir žemės gelmių (geoterminė) energija.

(Ištrauka iš LR Energetikos įstatymo 2 straipsnio 2002 m. gegužės 16 d. redakcijos [4]).

Pastaba: grunto ir gruntinio vandens šiluma taip pat yra atsinaujinantys energijos ištekliai. Paviršinio (kelių metrų storio) grunto temperatūrai lemiamą įtaką turi saulės energija ir aplinkos oro temperatūra, o gruntinio vandens temperatūrą sąlygoja iš žemės gelmių sklindanti energija.

Jei įprasti šilumokaičiai (rekuperaciniai, regeneratyviniai) perduoda šilumą tik iš aukštesnės temperatūros šilumnešio žemesnės temperatūros šilumnešiu, tai šilumos siurbLIAI veikia atvirkščiai: iš žematemperatūrio potencialo šilumos šaltinio perduoda šilumą aukštatemperatūrio potencialo šilumos šaltiniui, t. y. praktinėms reikmėms (pastatams šildyti, karštam vandeniui ruošti ir t. t.) įgalina panaudoti atsinaujinančių energijos išteklių (grunto ir gruntinio vandens) šilumą.

2. TINKAMAS ŽEMA- IR AUKŠTATEMPERATŪRIO POTENCIALO ŠILUMOS ŠALTINIŲ PARINKIMAS

Šilumos siurblio svarbiausia charakteristika yra šilumos transformacijos koeficientas ϕ . Jis parodo, kiek kartų pagamintas įrenginyje šilumos kiekis didesnis už darbą, sunaudotą ciklui įvykdyti. Remiantis antrojo termodinamikos dėsnio, šilumos siurblio šilumos transformacijos koeficientas priklauso tik nuo žema- ir aukštatemperatūrio potencialo šilumos šaltinių temperatūrų. Šilumos siurblio, veikiančio pagal idealų atvirkštinį Karno ciklą, šilumos transformacijos koeficientas

$$\phi = T_2 / (T_2 - T_1); \quad (1)$$

čia ϕ – šilumos siurblio šilumos transformacijos koeficientas;

T_1 – žematemperatūrio potencialo šilumos šaltinio temperatūra K;

T_2 – aukštatemperatūrio potencialo šilumos šaltinio temperatūra K.

Aukštatemperatūrio potencialo šilumos šaltinio temperatūros T_2 kitimo poveikis šilumos transformacijos koeficientui ϕ visada yra mažesnis nei žematemperatūrio potencialo šilumos šaltinio temperatūros T_1 kitimo poveikis [5].

Ribinių temperatūrų T_2 ir T_1 skirtumas $\Delta T = T_2 - T_1$ lemia atvirkštiniam Karno ciklui įvykdyti reikalingo darbo kiekį. Todėl, siekiant šilumos siurblio didesnio efektyvumo, reikia pasirinkti kuo aukštesnės temperatūros žematemperatūrio potencialo šilumos šaltinį ir kuo žemesnės temperatūros aukštatemperatūrio potencialo šilumos šaltinį.

3. PALANKUS ELEKTROS ENERGIJOS ŠILUMOS SIURBLIAMS IR ALTERNATYVIOJE ŠILUMOS GAMYBOS SISTEMOJE NAUDOJAMO KURO KAINŲ SANTYKIS

Lyginant šilumos gamybą elektra varomais šilumos siurbliais su bet kuriuo kitu alternatyviu šilumos gamybos būdu, kasmetinės taupomos lėšos organiniam kurui įsigyti skaičiuojamos panaudojus formulę [6]:

$$\Delta L = L_a [1 - (K_e/K_k) (\mu_a/\phi)]; \quad (2)$$

čia L_a – lėšos organiniam kurui (alternatyvios šilumos gamybos atveju) Lt;

K_e – elektros energijos kaina Lt/kWh_e;

K_k – organinio kuro kaina (kuro kiekis vertinamas pagal jo kaloringumą) Lt/kWh_k;

μ_a – pirminės energijos panaudojimo koeficientas alternatyvioje šilumos gamybos sistemoje;

ϕ – šilumos siurblio šilumos transformacijos koeficientas.

Šilumą gaminant katilinėse μ_a kinta nuo 0,8 iki 0,86; šilumos siurblių ϕ priklausomai nuo žematemperatūrio potencialo šilumos šaltinio temperatūros ir nuo vartotojams iš šilumos siurblio kondensatoriaus tiekiamo vandens temperatūros kinta nuo 2 iki 6.

Lėšų organiniam kurui įsigyti ekonomija ir šilumos siurblių atsipirkimo trukmė labai priklauso nuo K_e/K_k santykio. Pasaulinė šilumos siurblių diegimo praktika rodo, kad norint gauti priimtina šilumos siurblių atsipirkimo trukmę, pageidautina, kad šis kainų santykis K_e/K_k būtų <3. Lietuvoje galioja Valskybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2002 m. kovo 5 d. nutarimais Nr. 19 ir Nr. 20 nustatyti elektros energijos tarifai [7, 8] ir 2001 m. balandžio 25 d. nutarimu Nr. 36 nustatytos gamtinių dujų kainos [9] įvairioms vartotojų grupėms. Šios elektros energijos ir gamtinių dujų kainos sąlygojo tai, kad santykis K_e/K_k beveik visais atvejais yra didesnis už 3.

Pavyzdžiui, gyventojams, kurie pastatams šildyti sunaudoja iki 20 tūkst. m³ gamtinių dujų per metus ir kuriems elektros energijos vienkainis tarifas yra 0,29 Lt/kWh_e (su PVM), K_e/K_k santykis priklausomai nuo suvartojamo gamtinių dujų kiekio, kinta nuo 3,286 (kai suvartojama 1 tūkst. m³ per metus) iki 4,552 (kai suvartojama 20 tūkst. m³ per metus).

4. PASTATŲ ŠILUMINĖS CHARAKTERISTIKOS, KOMFORTINĖS KLIMATO SĄLYGOS PATALPOSE IR ŠILUMOS SIURBLIAI

Šilumos siurblys – modernus, pirminę energiją taupantis šilumos gamybos įrenginys. Palyginti su tradiciniu šilumos gamybos įrenginiu – vandens šildymo katilu, šilumos siurblys yra gerokai brangesnis. Todėl juo šildyti „kiaurą“ pastatą, kuriame šilumos sąnaudos šildymui yra keli šimtai kWh/m² per metus, ekonominiu požiūriu nėra tikslinga.

Daugumoje Lietuvoje iki šiol statytų individualių gyvenamųjų namų dėl prastos sienų izoliacijos, neužsandarintų langų, taip pat dėl daug didesnio, palyginti su daugiabučiu pastatu, išorinio pastato paviršiaus ploto ir pastato šildomo ploto santykio, šilumos sąnaudos šildymui yra kur kas didesnės – 400 kWh/m² per metus ir daugiau.

Vokietijoje [10] gyvenamieji pastatai, pagal šilumos sąnaudas jų šildymui, skirstomi į 4 grupes:

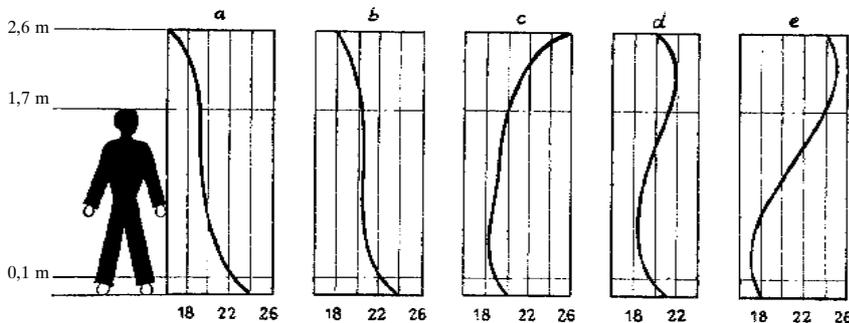
- pagal senesnius projektus statyti namai (iki 400 kWh/m² per metus);
- mažai energijos naudojančios pastatai (~70 kWh/m² per metus);
- labai mažai energijos naudojančios pastatai (20–30 kWh/m² per metus);

– namai su „nuliniu“ energijos sunaudojimu (<15 kWh/m² per metus).

Užsienio šalyse, statant naujus individualius namus, orientuojamasi į ~70 kWh/m² per metus šilumos sąnaudas tiems pastatams šildyti, nors yra nemažai eksperimentinių namų statybos pavyzdžių net su „nulinėmis“ šilumos sąnaudomis.

Tik turint pastatus, mažai energijos sunaudojančius šildymo tikslams, galima nagrinėti šilumos siurblių, kurie naudoja grunto ar gruntinio vandens šilumą, diegimą tų pastatų šildymo sistemose.

Renkant pastato šildymo sistemos rūšį svarbu užtikrinti komfortabilias klimato sąlygas patalpose. 1 paveiksle parodyta patalpos oro temperatūros kitimo pagal patalpos aukštį priklausomybė nuo pasirinktos šildymo sistemos rūšies [11].



1 pav. Patalpos oro temperatūros kitimo priklausomybė nuo šildymo sistemos rūšies. a – „idealus“ šildymas; b – grindų šildymas; c – lubų šildymas; d – tradicinis šildymas radiatoriais, kai jie sumontuoti prie išorinės sienos; e – krosninis šildymas

„Idealus“ šildymas atitinka palankiausią žmogui oro temperatūros pasiskirstymą pagal patalpos aukštį. Matyti, kad patalpų grindų šildymas, palyginti su kitomis šildymo rūšimis, yra artimiausias „idealaus“ šildymo atvejui. Naudojant grindų šildymą užtenka pasigaminti 25–35°C temperatūros šilumnešį (vandenį). Priklausomai nuo šildomos patalpos paskirties leistina grindų paviršiaus temperatūra yra skirtinga (žr. 1 lentelę).

| 1 lentelė. Grindų paviršiaus temperatūra įvairios paskirties patalpose | |
|--|---|
| Patalpos paskirtis | Maksimali leistina grindų paviršiaus temperatūra °C |
| Gamybinės paskirties patalpos | 25 (28) |
| Gyvenamosios patalpos, įstaigos | 25–28 |
| Prekybos salės, fojė ir t. t. | 26–30 |
| Vonių patalpos, baseinai | 30–32 |
| Retai lankomos patalpos | 29 (35) |

Gerai izoliuotas individualus pastatas, kuriame įrengtas grindų šildymas, yra kaip tik tas objektas, kuriam šilumą galėtų tiekti šilumos siurbliai, naudojantys grunto ar gruntinio vandens šilumą. Šiuolaikinių šilumos siurblių, veikiančių tokiaobjekte, vidutinis šilumos transformacijos koeficientas yra ~5,0.

5. DIDŽIAUSIA ŠILUMOS SIURBLIO PANAUDOJIMO TRUKMĖ

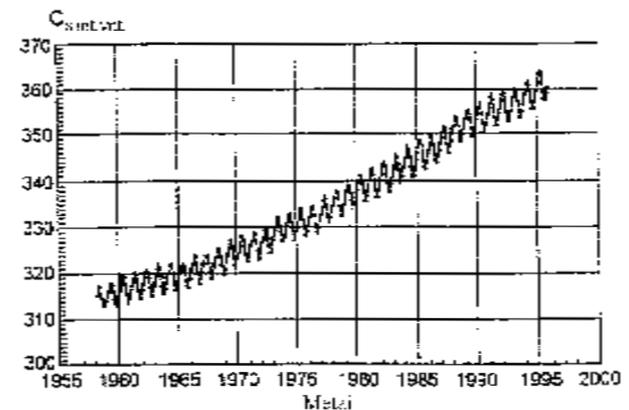
Šilumos siurbliai yra santykinai brangi įranga, todėl, siekiant priimtinos projektų atsipirkimo trukmės, jie turėtų dirbti ištisus metus. Individualiuose pastatuose jie turėtų būti naudojami ne tik pastatams šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti, bet ir šalčio gamybai vasarą.

6. ŠILTNAMIO EFEKTAS, ATMOSFEROS TARŠA CO₂ DUJOMIS IR ŠILUMOS SIURBLIAI

„Šiltnamio efektas – planetos atmosferos geba praleisti Saulės bei sulaikyti planetos spinduliuojimą ir tokiu būdu pakelti jos paviršiaus ir apatinės atmosferos temperatūrą“.

Žemės atmosfera gerai praleidžia Saulės regimosios šviesos spindulius, kuriuos sugeria žemės paviršius. Išilęs žemės paviršius spinduliuoja ilgesnių bangų (infraraudonuosius) spindulius, kurių 80–90% sugeria atmosfera ir tik 10–20% patenka į kosminę erdvę. Kuo tankesnė atmosfera, tuo stipresnis šiltnamio efektas.

Šiltnamio efektą didina į atmosferą patenkančios anglies dioksido (CO₂), metano (CH₄), azoto dioksido (N₂O) ir kitos dujos. Didžiausią įtaką šiltnamio



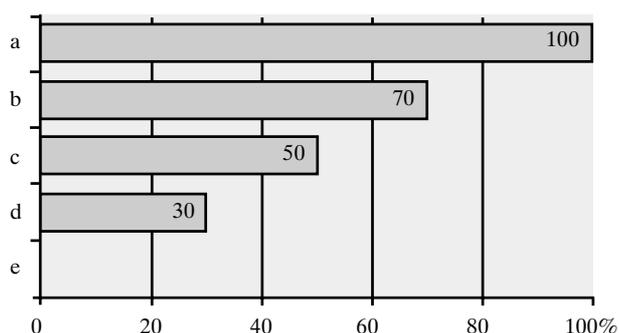
2 pav. CO₂ kiekio didėjimas atmosferoje (koncentracija nurodyta ppm vienetais – 1/mln.)

efektui turi į atmosferą patenkančios CO₂ dujos, kurių apie 80% susidaro deginant organinį kūrą. 2 paveiksle pateikti Havajuose esančios Mauna Loa observatorijos duomenys apie CO₂ koncentracijos atmosferoje didėjimą 1957–1996 m. [12].

Dėl šiltnamio efekto Žemės klimatas keičiasi atšilimo linkme: apie +0,6°C per 100 metų, o Arktikoje – iki +0,4°C per 10 metų. Anglijoje atlikti tyrimai parodė, kad vidutinė temperatūra Žemės paviršiuje dėl šiltnamio efekto iki 2025 m. pakils 1 laipsniu, o iki XXI amžiaus pabaigos – 3°C. Dėl to pasaulio vandenyno lygis pakils atitinkamai 20 ir 65 cm [13].

Pažymėtina, kad šilumos siurbliai – efektyvi organinio kuro taupymo ir atitinkamai atmosferos taršos CO₂ dujomis mažinimo įranga. Vakarų valstybėse įdiegti šilumos siurbliai jau šiandien ne tik labai sumažino įvežamo skysto kuro kiekį, bet ir įgalino vyriausybes sumažinti CO₂ emisijas į atmosferą iki 2005 metams planuoto lygio.

3 paveiksle parodytos santykinės CO₂ teršalų reikšmės skirtingose, pagal šilumos generavimo įrenginius, šildymo sistemose.



3 pav. Santykinės CO₂ teršalų reikšmės įvairiose šildymo sistemose. *a* – skysto kuro katilas; *b* – dujinis katilas; *c* – šilumos siurblys, naudojantis elektros energiją, pagamintą deginant neatsinaujančius pirminius energijos išteklius; *d* – šilumos siurblys, naudojantis dujas; *e* – šilumos siurblys, naudojantis elektros energiją, pagamintą naudojant atsinaujinančius energijos išteklius arba atominėse elektrinėse pagamintą elektros energiją

1997 m. pasaulyje veikiančiais šilumos siurbliais CO₂ teršalų kiekis buvo sumažintas 0,5%. Dabartinio techninio lygio sąlygomis šilumos siurbliai galėtų sumažinti CO₂ teršalų kiekį iki 6%, o ateityje – iki 15%.

7. VALSTYBĖS BEI FIRMŲ PARAMA DIEGIANT ŠILUMOS SIURBLIUS UŽSIENIO ŠALYSE

Bene didžiausia patirtis diegiant šilumos siurblius, kurie naudoja grunto ar gruntinio vandens šilumą, sukaupta JAV. Neveltui JAV prezidentas D. Bušas,

taupydamas lėšas pastatų šildymui, savo Kraufordo sodyboje įsirengė šilumos siurblius, naudojančius grunto šilumą. JAV viceprezidentas R. Čenis panašius šilumos siurblius įsirengė savo oficialioje rezidencijoje [14].

Efektyvus energijos naudojimas, arba, trumpiau tariant, kuro taupymas, yra valstybinis uždavinys. Užsienio valstybių vyriausybės, energetinės įmonės, šilumos siurblius gaminančios firmos skiria daug dėmesio ir didžiules lėšas šilumos siurblių tobulinimo, naujų darbo agentų kūrimo bei atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo moksliniams tyrimams.

1993 m. Europos Sąjungos Komisijos mokslo generalinė direkcija priėmė kompleksinę šilumos siurblių diegimo programą, kuria firmų gamintojų duomenų banką [15].

Austrijoje nėra federalinės vyriausybės programos, kuri skatintų šilumos siurblių diegimą, tačiau tokias programas turi atskiros regioninės įmonės. 1997–2000 m. Austrijos elektros įmonių asociacija (VEÖ) vykdė paramos šilumos siurbliams programą, kuriai skyrė apie 930000 JAV dolerių. Pagrindinis programos tikslas: propaguoti šilumos siurblius – energiją taupančią ir aplinkosaugos požiūriu naudingą techniką [16]. Firma KELAG (Austrija) šilumos siurblių savininkams leidžia rinktis tinkamiausią iš trijų elektros energijos tarifų ir dvejiems metams suteikia beprocentinius kreditus bendrai 100 tūkstančių Austrijos šilingų sumai [17].

Šveicarijoje nuo 1990 m. vykdyta nacionalinė energijos taupymo programa „Energie 2000“. Šveicarijos federalinė vyriausybė, energetinės ir pramonės įmonės šiai programai įgyvendinti paskyrė 750 mln. Šveicarijos frankų, iš jų 54 mln. frankų šilumos siurbliams [18]. Siekiant sukurti efektyvų „oras-vanduo“ tipo šilumos siurblių rekonstruojamoms pastatų šildymo sistemoms ir pradėti jo serijinę gamybą, moksliniams tyrimams Šveicarijoje sukurta speciali federalinė programa. 2000–2003 metams suplanuotų darbų vykdymą koordinuoja Energetikos departamentas [19].

Miunchene (Vokietija) įsikūrusi šilumos siurblių rėmėjų iniciatyvinė bendrija IWP (Initiativkreis Wärmepumpe) savo svarbiausiu uždaviniu išskėlė masinį šilumos tiekimo šilumos siurbliais projektų rėmimą. Bendrijos informacijos centras nuolat informuoja visuomenę apie šiuos projektus [20].

Šilumos siurblių ir šaldymo technikos informacijos centras, kurį finansuoja Vokietijos Federalinė mokslo tyrimų ir technologijų ministerija, paskelbė duomenis apie 90 sėkmingai eksploatuojamų šilumos siurblių. Šis informacijos centras pateikia kasmetinę informaciją visuomenei apie didžiules šilumos siurblių galimybes taupant energiją [21].

Vokietijos ekonomikos ministerija, siekdama paskatinti pastatų šildymo sistemų, kuriose būtų pa-

naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, įrengimą, 1999 m. priėmė sprendimą dėl tokių projektų lengvatinio finansavimo [22].

Vokietijoje jau keletą metų liberalizuota elektros energijos pardavimo rinka. Energetikos kompanijos, norėdamos pritraukti vartotojus, teikia subsidijas tiems vartotojams, kurie naudoja atsinaujinančius energijos išteklius, diegia šilumos siurblius. Pavyzdžiui, Vestfalijoje iš 116 veikiančių energetinių ūmonių net 85 teikia paramą tokiems projektams. Vestfalijos regioninė energetikos agentūra net parengė tokio sponsoriavimo programų katalogą [23].

Vokietijos firma Stiebel Eltron pasiruošusi skatinti šilumos siurblių, skirtų pastatų šildymui, rinką. Kiekvienam individualaus namo savininkui, kuris pirks ir įrengs šilumos siurblių, Stiebel Eltron duos 115 JAV dolerių premiją su sąlyga, jei savininkas leis kitiems namų savininkams ar spaudos atstovams lankytis pas jį ir susipažinti su tokia šilumos siurblių naudojančia pastato šildymo sistema [14].

Švedijoje devintojo dešimtmečio pradžioje daugiau nei 800 tūkst. individualių namų šildymui naudota elektra ir 1,5 mln. namų – skysto kuro vandens šildymo katilai. Švedijos vyriausybei nustojus subsidijuoti šilumos siurblių diegimą pastatų šildymo sistemose, šilumos siurblių pardavimo apimtys sumažėjo iki kelių tūkstančių šilumos siurblių per metus. Individualių namų savininkų nebetenkino to laikmečio šilumos siurblių efektyvumas bei didelė kaina.

Padėčiai ištaisyti Švedijos nacionalinė energetikos administracija (Swedish National Energy Administration) 1993 m. paskelbė konkursą tobulesniam šilumos siurbliui, kuris naudotų grunto šilumą, sukurti. 1995 m. konkursą laimėjusios firmos pasiūlė du šilumos siurblio variantus: vieną „gruntas–oras“ tipo, kuris būtų naudojamas iki šiol elektra šildytuose pastatuose, ir kitą „gruntas–vanduo“ tipo, kuris būtų naudojamas skystu kuru šildytuose pastatuose. Iš „gruntas–oras“ tipo šilumos siurblio kondensatoriaus ventiliatorius karštą orą pučia tiesiai į šildomas patalpas, o iš „gruntas–vanduo“ tipo šilumos siurblio kondensatoriaus vanduo tiekiamas į senąsias radiatorines pastatų šildymo sistemas. Dėl anksčiau aprašytų pastangų šilumos siurblių, skirtų individualiems gyvenamiesiems namams šildyti, 1998 m. parduota 20000 [24].

Švedijos nacionalinė energetikos administracija, bendradarbiaudama su švedų šaldymo technikos ir šilumos siurblių gamintojais bei universitetų darbuotojais, sukūrė naują programą „Climate 21“, kurios tikslas – tobulinti šaldymo techniką ir šilumos siurblius. Programa ėmė veikti nuo 1997 m. liepos. Jai skirta 7 mln. JAV dolerių, iš kurių 40% dengia pati

Švedijos nacionalinė energetikos administracija, o likusius 60% – partneriai [25].

Rusija 1996 m. priėmė federalinį įstatymą „Apie energijos taupymą“, kuriame numatomas platus energijos taupymo programų finansavimas. Pažymėtina tai, kad energetiniams įrenginiams, tarp jų ir šilumos siurbliams, kurie naudoja atsinaujinančių energijos išteklių šilumą ir kurie įtraukti į energijos taupymo programas, turi būti taikoma tokia elektros energijos kaina, kad šie įrenginiai atsipirktų per regioninės komisijos nustatytą laiką [26].

8. ŠILUMOS SIURBLIAI LIETUVOS INDIVIDUALIOSE SODYBOSE

Lietuvoje šiuo metu UAB „Naujos idėjos“ ir UAB „Alropa“ darbuotojų pastangomis jau per 50 individualių namų šildoma šilumos siurbliais, kurie naudoja grunto, gruntinio vandens ir tvenkinių šilumą. Panaudojant šiuos žematemperatūro potencialo šilumos šaltinius šilumos siurbliais taip pat gaminama šiluma buitiniam karštam vandeniui ruošti. Šilumos siurbliai įrengti tik naujai (pagal sugriežtintus statybos ir šilumos normatyvus) pastatytų individualių namų šildymo sistemose, kartu namuose įrengiant grindų šildymą. Šilumos sąnaudos tokių pastatų šildymui tėra ~120 kWh/m² per metus.

Lietuvos ūkininkų sodybose šilumos siurbliai, naudojantys grunto ar gruntinio vandens šilumą, gali gaminti ne tik šilumą individualiems pastatams šildyti ar karštam vandeniui ruošti, bet ir nešildymo sezono metu šaltį įvairios paskirties šaldymo kameroms.

Išnagrinėsime du šilumos siurblio, naudojančio grunto šilumą, pritaikymo individualiose sodybose atvejus.

1 variantas. Atvejis, kai individualioje sodyboje šilumą gyvenamajam namui (200 m² šildomo ploto) šildyti ir buitiniam karštam vandeniui (4 žmonėms) ruošti tiekia šilumos siurblys, kuris naudoja grunto šilumą. Šilumos siurblys dirba tik šildymo sezono metu.

2 lentelėje pateikti 1 varianto techninio ekonominio įvertinimo suvestiniai duomenys.

Būtinios investicijos projektui „Individualaus namo šildymas ir buitinio karšto vandens ruošimas šilumos siurbliu, kuris naudoja grunto šilumą“ įgyvendinti yra:

| | |
|---|------------------|
| Šilumos siurblys „Vitocal 300-BW 110“ | – 25900 Lt |
| Gruntinis 480 m ilgio kolektorius | – 4800 Lt |
| <u>Visos sistemos montavimo, paleidimo ir derinimo darbai</u> | <u>– 2300 Lt</u> |
| Iš viso (su PVM) | – 33000 Lt |

| 2 lentelė. 1 varianto techninio ekonominio įvertinimo suvestiniai duomenys | | | | | | |
|--|---|--|---|-------------------------------------|--|---|
| Poz. Nr. | Rodiklis | | Pažymėjimas | Skaičiavimo formulė | Rezultatas | Pastabos |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1. | Pradiniai duomenys | Gyvenamojo namo šildomas plotas $F = 200 \text{ m}^2$. Buitinio karšto vandens norma 1 žmogui per parą $V_{p.}^{k.v.} = 0,12 \text{ m}^3/\text{p}$. Šilumos sąnaudos 1 m^2 šildyti $q_s^k = 120 \text{ kWh}_g/\text{m}^2$ per šildymo sezoną. Šilumos sąnaudos 1 m^3 buitinio karšto vandens ruošti, šildant šaltą vandenį iki $+55^\circ\text{C}$, $- q_{s.sez.}^{k.v.} = 51,17 \text{ kWh}/\text{m}^3$. Buitinis karštas vanduo tiekiamas $n_{zm} = 4$ žmonėms. Priimta šildymo sezono trukmė $\tau_{s.sez.} = 182,5 \text{ paros} = 4380 \text{ val.}$ Name įrengtos šildomos grindys, o joms šildyti tiekiamas $+35^\circ\text{C}$ vanduo. | | | | |
| 2. | Šilumos sąnaudos namui šildyti | $Q_{s.sez.}^k$ | $F \times q_s^k$ | 24000 $\text{kWh}_g/\text{s. sez.}$ | | |
| 3. | Šilumos sąnaudos buitiniam karštam vandeniui ruošti | $Q_{s.sez.}^{k.v.}$ | $V_{p.}^{k.v.} \times n_{zm} \times \tau_{s.sez.} \times q_{s.sez.}^{k.v.}$ | 4482 $\text{kWh}_g/\text{s. sez.}$ | $\tau_{s.sez.} = 182,5 \text{ paros}$ | |
| 4. | Suminės šilumos sąnaudos | $Q_{s.sez.}^s$ | $Q_{s.sez.}^k + Q_{s.sez.}^{k.v.}$ | 28482 $\text{kWh}_g/\text{s. sez.}$ | | |
| 5. | Šilumos siurblio vidutinė šiluminė galia | $Q_{k.s.sez.}^{vid.}$ | $Q_{s.sez.}^s : \tau_{s.sez.}$ | 6,5 kW_s | $\tau_{s.sez.} = 4380 \text{ val.}$ | |
| A. | Pastaba: Šildymo sezono metu kiekvieną mėnesį (priklausomai nuo lauko oro temperatūros) šilumos sąnaudos pastatui šildyti yra skirtingos (didžiausios šalčiausią mėnesį); poreikis buitiniam karštam vandeniui per parą taip pat labai kinta (didžiausias poreikis rytą ir vakare). Tad, norint patenkinti netolygų šilumos poreikį gyvenamojo namo šildymui ir buitinio karšto vandens ruošimui, reikia, kad šilumos siurblio šiluminė galia būtų kur kas didesnė, nei apskaičiuota vidutinė šiluminė galia. Remdamesi Lietuvoje jau veikiančių šilumos siurblių individualiuose gyvenamuosiuose namuose eksploatacijos patirtimi, gautą šilumos siurblio vidutinę šiluminės galios reikšmę (6,5 kW_s) dauginame iš koeficiento $k_1 = 1,66$. | | | | | |
| 6. | Realī šilumos siurblio šiluminė galia | Q_k | $Q_{k.s.sez.}^{vid.} \times k_1$ | 10,79 kW_s | | |
| B. | Pastaba. Iš Vokietijos firmos „Viessmann“ katalogo pasirenkam šilumos siurbliū „Vitocal 300-BW 110“, kurio nominali šiluminė galia 10,8 kW_s . Šilumos siurblio šiluminės galios Q_k , šalčio našumo Q_o , naudojamos elektrinės galios N ir šilumos transformacijos koeficiento ϕ priklausomybė nuo „sūrymo“ temperatūros t_s pavaizduota 4 paveiksle. | | | | | |
| 7. | Šilumos siurblio šilumos transformacijos koeficientas ϕ | kai $t_k = +35^\circ\text{C}$ | ϕ^{35} | – | 4,50 | Iš 4 paveikslo, kai $t_s = 0^\circ\text{C}$ |
| 7a. | | kai $t_k = +55^\circ\text{C}$ | ϕ^{55} | – | 2,94 | Iš 4 paveikslo, kai $t_s = 2^\circ\text{C}$ |
| 8. | Šilumos siurblio, gaminančio šilumą namui šildyti, darbo trukmė | τ_1 | $Q_{s.sez.}^k : Q_k^{35}$ | 2222 val./s. sez. | $Q_k^{35} = 10,8 \text{ kW}_s$ iš 4 paveikslo, kai $t_s = 0^\circ\text{C}$ | |
| 9. | Šilumos siurblio, gaminančio šilumą buitiniam karštam vandeniui ruošti, darbo trukmė | τ_2 | $Q_{s.sez.}^{k.v.} : Q_k^{55}$ | 423 val./s. sez. | $Q_k^{55} = 10,6 \text{ kW}_s$ iš 4 paveikslo, kai $t_s = 2^\circ\text{C}$ | |
| 10. | Šilumos siurblio suminė darbo trukmė per šildymo sezoną | $\tau_{s.sez.}^s$ | $\tau_1 + \tau_2$ | 2645 val./s. sez. | $\approx 2/3$ priimtos šildymo sezono $\tau_{s.sez.}$ trukmės | |
| 11. | Šilumos siurblys, gamindamas šilumą namui šildyti, sunaudos elektros energijos | $E_{s.sez.}^k$ | $Q_{s.sez.}^k : \phi^{35}$ | 5333 $\text{kWh}_e/\text{s. sez.}$ | | |
| 12. | Šilumos siurblys, gamindamas šilumą buitiniam karštam vandeniui ruošti, sunaudos elektros energijos | $E_{s.sez.}^{k.v.}$ | $Q_{s.sez.}^{k.v.} : \phi^{55}$ | 1525 $\text{kWh}_e/\text{s. sez.}$ | | |
| 13. | Iš viso per šildymo sezoną šilumos siurblys sunaudos elektros energijos | $E_{s.sez.}^s$ | $E_{s.sez.}^k + E_{s.sez.}^{k.v.}$ | 6858 $\text{kWh}_e/\text{s. sez.}$ | | |
| 14. | Elektros energijos kaina | K_e | – | 0,24 Lt/kWh_e | Vienkainis tarifas gyventojams, turintiems elektrines virykles, pagal [7, 8] | |

| 2 lentelė (tęsinys) | | | | | |
|---------------------|---|-----------------------------------|---|-------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 15. | Išlaidos už visą šilumos siurblio sunaudotą elektros energiją | $I_{\text{š.sez.}}^{\text{š.s.}}$ | $E_{\text{š.sez.}}^{\text{s.}} \times K_e$ | 1645,92 Lt/š. sez. | |
| C. | Pastaba. Šilumai iš grunto „paimti“ grunte, ~1 m gylyje, įrengiamas polietilenu vamzdžių kolektorius. Straipsnio [27] duomenimis, 1 m ² grunto iš 1 m gylio, priklausomai nuo grunto sudėties, „duoda“ 14–30 W galios šilumos srautą. Praktiškai iš grunte įrengto plastmasinių vamzdžių kolektoriaus vieno metro galima gauti 0,0175 kWh _g /m šilumos. | | | | |
| 16. | Gruntinio kolektoriaus šiluminė galia | $Q_{g.k.}^{35}$ | $Q_{g.k.}^{35} - (Q_{k.}^{35} : \varphi^{35})$ | 8,4 kW _g | |
| 17. | Gruntinio kolektoriaus vamzdžių suminis ilgis | $L_{g.k.}$ | $Q_{g.k.}^{35} : 0,0175$ | 480 m | |
| 18. | Išlaidos gruntiniam kolektoriui | $I_{g.k.}$ | $L_{g.k.} \times K$ | 4800 Lt | Gruntinio kolektoriaus 1 m įrengimo kaina $K = 10 \text{ Lt/m}$ (su PVM) |
| D. | Pastaba. „Gruntinio kolektoriaus – šilumos siurblio garintuvo“ kontūre sumontuotas „sūrymo“ siurblys, kurio elektros variklio galia $N^{\text{s.s.}} = 0,3 \text{ kW}_e$. | | | | |
| 19. | „Sūrymo“ siurblys sunaudos elektros energijos | $E_{\text{š.sez.}}^{\text{s.s.}}$ | $N^{\text{s.s.}} \times \tau_{\text{š.sez.}}^{\text{s.}}$ | 794 kWh _e /š. sez. | |
| 20. | Išlaidos už „sūrymo“ siurblio sunaudotą elektros energiją | $I_{\text{š.sez.}}^{\text{s.s.}}$ | $E_{\text{š.sez.}}^{\text{s.s.}} \times K_e$ | 190,56 Lt/š. sez. | |
| 21. | Visos išlaidos už sunaudotą elektros energiją | $I_{\text{š.sez.}}^{\text{s.}}$ | $I_{\text{š.sez.}}^{\text{š.s.}} + I_{\text{š.sez.}}^{\text{s.s.}}$ | 1836,48 Lt/š. sez. | |
| 22. | Šilumos siurblių pagamintos šilumos 1 kWh _g kaina | $K_{\text{š.sez.}}^{\text{š.s.}}$ | $I_{\text{š.sez.}}^{\text{s.}} : Q_{\text{š.sez.}}^{\text{s.}}$ | 0,0645 Lt/kWh _g | Su PVM |

A. Šilumos gamybos šilumos siurbliu pagal 1 variantą palyginimas su grindų elektriniu šildymu ir buitinio karšto vandens ruošimu naudojant elektrinį kaitintuvą.

Namui šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti per šildymo sezoną teks patiekti 28482 kWh_g/š.sez. (2 lentelės 4 poz.) šilumos. Tiesioginio elektrinio šildymo atveju tam reikės sunaudoti 28482 kWh_g/š.sez. elektros energijos, už kurią teks sumokėti:

$$28482 \text{ kWh}_g/\text{š.sez.} \times 0,24 \text{ Lt/kWh}_e = 6835,68 \text{ Lt/š.sez.}$$

Matyti, kad vietoj tiesioginio elektrinio grindų šildymo ir buitinio karšto vandens ruošimo elektriniu kaitintuvu, naudojant šilumos siurblio iš grunto „paimtą“ šilumą, išlaidos už elektros energiją per šildymo sezoną sumažėja:

$$6835,68 - 1836,48 = 4999,20 \approx 5000 \text{ Lt/š.sez.,}$$

t. y. lėšos šildymo sistemai su šilumos siurbliu įrengti, palyginti su elektrine šildymo sistema, atsiperka per: $33000 \text{ Lt} : 5000 \text{ Lt/š.sez.} = 6,6 \text{ š.sez.}$, t. y. per 6,6 metų.

B. Šilumos gamybos šilumos siurbliu pagal 1 variantą palyginimas su šildymo sistema, kai šilumą tiekia vandens šildymo katilas, kuriame deginamos gamtinės dujos.

Kad per šildymo sezoną būtų pagaminta 28482 kWh_g šilumos, vandens šildymo katile (jo n.k. =

= 0,9), kuriame deginamos gamtinės dujos, teks sudeginti gamtinių dujų:

$$28482 \text{ kWh}_g/\text{š.sez.} : 0,9 : 7,99 \text{ Gcal/tūkst. m}^3 \text{ g.d.} : 1,163 : 1000 = 3,406 \text{ tūkst. m}^3 \text{ g.d./š.sez.}$$

Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija 2001 m. balandžio 25 d. nutarimu Nr. 36 vartotojams, vartojantiems gamtines dujas šildymui, karštam vandeniui, maistui ruošti (ir visoms kitoms reikmėms), suvartojantiems per metus iki 20 tūkst. m³ gamtinių dujų, nustatė dvinarę kainą – 16,95 Lt/mėn. ir 491,53 Lt už tūkstantį m³ gamtinių dujų [9]. (Pastaba: kainos be PVM.)

Išlaidos už vandens šildymo katile sudegintas gamtines dujas bus:

$$16,95 \text{ Lt/mėn.} \times 12 \text{ mėn.} = 203,40 \text{ Lt/m.}$$

$$\underline{3,406 \text{ tūkst. m}^3 \text{ g.d./š.sez.} \times 491,53 \text{ Lt/tūkst. m}^3 \text{ g.d.} = 1674,15 \text{ Lt/š.sez.}}$$

Iš viso: 1877,55 Lt/š.sez. (be PVM), arba 2215,51 Lt/š.sez. (su PVM).

Namui šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti naudojant vandens šildymo katilą, kuriame deginamos gamtinės dujos, gaminamos šilumos 1 kWh_g kaina bus:

$$2215,51 \text{ Lt/š.sez.} : 28482 \text{ kWh}_g/\text{š.sez.} = 0,0778 \text{ Lt/kWh}_g \text{ (su PVM).}$$

Matyti, kad šilumos siurbliu gaminamos šilumos kaina 0,0645 Lt/kWh_s (2 lentelės 22 poz.), palyginti su vandens šildymo katile, kuriame deginamos gamtinės dujos, gaminamos šilumos kaina, yra mažesnė: 0,0778–0,0645 = 0,0133 Lt/kWh_s, arba 17,1%.

Aišku, kad lėšų ekonomija, gauta šilumos gamyba šilumos siurbliu palyginus su šilumos gamyba vandens šildymo katile, yra per maža, kad investicijos brangiam šilumos siurbliui išgyti atsipirktų nors per jo normalios eksploatacijos laiką (10–15 metų). Deja, automatizuotas dujinis vandens šildymo katilas kainuoja pigiau nei šilumos siurblys.

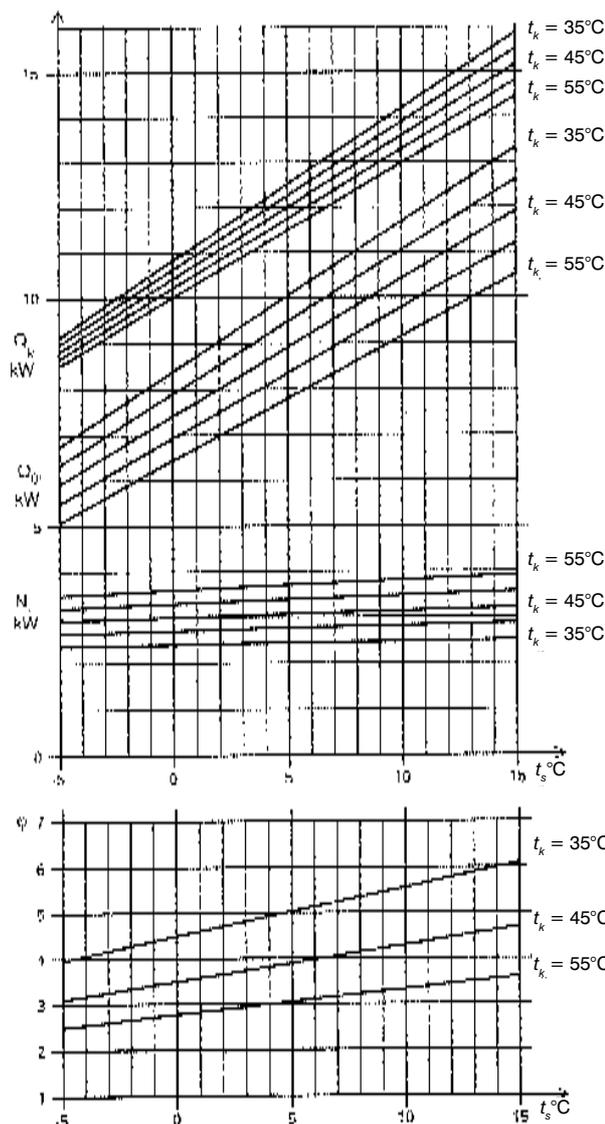
Šiuo metu individualių namų savininkai nemoka mokesčių už gamtos taršą, tačiau... žygiuojam į Europos Sąjungą, o ten už gamtos taršą, deginant gamtines dujas, teks mokėti. Šis gamtos taršos mokestis pagerins šilumos siurblio „įvaizdį“, nes padidės eksploatacijos lėšų ekonomija naudojant šilumos siurblių, palyginti su vandens šildymo katilu.

Tačiau kol kas nereikia daryti pesimistinių išvadų, kad šilumos siurblys nepasiteisina Lietuvoje (kai kas, deja, yra tokios nuomonės!). Šilumos siurblys – neveltui gana brangi įranga. Juk jis gali gaminti ne tik šilumą, bet ir šaltį.

2 variantas. Atvejis, kai šilumos siurblys šildymo sezono metu veikia pagal 1 variantą, o nešildymo sezono metu gamina šaltį (iki –5°C) ir iki +33°C temperatūros pašildytą vandenį.

Šiuolaikiniai ūkininkai ne tik arija žemę, augina javus ir kt., bet ir perdirba žemės ūkio produkciją, o perdirbtą produkciją tenka saugoti šaldymo kameroje, kad nesugestų. Tai ypač aktualu nešildymo sezono metu.

Šilumos siurblys „Vitocal 300-BW 110“ nešildymo sezono metu gali dirbti šaldymo mašinos režimu ir šaldymo kameroje esančią produkciją šaldyti iki –5°C. Be to, šilumos siurblio kondensatoriuje į aplin-



4 pav. Šilumos siurblio „Vitocal 300-BW 110“ energetinių charakteristikų priklausomybė nuo „sūrymo“ (t_s) ir kondensacijos (t_k) temperatūrų

3 lentelė. 2 varianto (nešildymo sezono dalies) techninio ekonominio įvertinimo suvestiniai duomenys

| Poz. Nr. | Rodiklis | Pažymėjimas | Skaičiavimo formulė | Rezultatas | Pastabos |
|----------|---|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Pradiniai duomenys | | | | Šilumos siurblio, dirbančio šaldymo mašinos režimu, energetinės charakteristikos (Q ₀ , N) pavaizduotos 4 paveiksle. Šaldymo kameroje palaikoma temperatūra t _s = –5°C |
| 2. | Šilumos siurblio, dirbančio šaldymo mašinos režimu, šalčio galia | Q ₀ | – | 6,72 kW _{sc} | Iš 4 paveikslo, kai t _s = –5°C ir t _k = 35°C |
| 3. | Šilumos siurblio, dirbančio šaldymo mašinos režimu, naudojama elektrinė galia | N | – | 2,4 kW _e | Iš 4 paveikslo, kai t _s = –5°C ir t _k = 35°C |
| 4. | Šaldymo koeficientas | ε | Q ₀ : N | 2,8 | |
| 5. | Šilumos siurblys nešildymo sezono metu pagamins šalčio | Q _{ns.sez.} ^{šč.} | Q ₀ × τ _{ns.sez.} ^{s.} | 17774 kWh _{sc} /nš. sez. | τ _{ns.sez.} ^{s.} = τ _{s.sez.} ^{s.} (žr. 2 lentelės 10 poz.) |
| 6. | Šilumos siurblys, gamindamas šaltį, sunaudos elektros energijos | E _{ns.sez.} ^{šč.} | Q _{ns.sez.} ^{šč.} : ε | 6348 kWh _e /nš. sez. | |

| 3 lentelė (tęsinys) | | | | | |
|---------------------|--|------------------------|---|------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7. | Išlaidos už šilumos siurblio sunaudotą elektros energiją | $I_{nš.sez.}^{šc.}$ | $E_{nš.sez.}^{šc.} \times K_e$ | 1523,52 Lt/nš. sez. | K_e (žr. 2 lentelės 14 poz.) |
| A. | Pastaba. „Šaldymo kameros – šilumos siurblio garintuvo“ kontūre sumontuotas „sūrymo“ siurblys, kurio elektros variklio galia $N^{s.s.} = 0,3 \text{ kW}_e$ | | | | |
| 8. | „Sūrymo“ siurblys sunaudos elektros energijos | $E_{nš.sez.}^{s.s.}$ | $N^{s.s.} \times \tau_{nš.sez.}^s$ | 794 kWh _e /nš. sez. | |
| 9. | Išlaidos už „sūrymo“ siurblio sunaudotą elektros energiją | $I_{nš.sez.}^{s.s.}$ | $E_{nš.sez.}^{s.s.} \times K_e$ | 190,56 Lt/nš. sez. | |
| 10. | Visos išlaidos už sunaudotą elektros energiją | $I_{nš.sez.}^s$ | $I_{nš.sez.}^{šc.} + I_{nš.sez.}^{s.s.}$ | 1714,08 Lt/nš. sez. | |
| 11. | Šilumos siurblių pagaminto šalčio 1 kWh_{šc.} kaina | $K_{nš.sez.}^{šc.}$ | $I_{nš.sez.}^s : Q_{nš.sez.}^{šc.}$ | 0,0964 Lt/kWh_{šc.} | Su PVM |
| B. | Pastaba. Nešildymo sezono metu, kaip ir šildymo sezono metu (žr. 2 lentelės 3 poz.), 4 žmonėms buitiniam karštam vandeniui ruošti (šildant šaltą vandenį iki +55°C) teks sunaudoti $Q_{nš.sez.}^{k.v.} = 4482 \text{ kWh}_g/\text{nš.sez.}$, tačiau iš šilumos siurblio, dirbančio šaldymo mašinos režimu, kondensatoriaus nukreipiama šiluma galima pašildyti buitinį karštą vandenį tik iki +33°C ($q_{k.nš.sez.}^{k.v.} = 25,59 \text{ kWh}_g/\text{m}^3$) | | | | |
| 12. | Šilumos siurblio kondensatoriuje šalinamas šilumos kiekis nešildymo sezono metu | Q_k | $Q_{nš.sez.}^{šc.} + (Q_{nš.sez.}^{šc.} : \epsilon)$ | 24122 kWh _g /nš. sez. | |
| 13. | Šilumos kiekis, gautas „veltui“ iš šilumos siurblio kondensatoriaus | $Q_{k.nš.sez.}^{k.v.}$ | $V_p^{k.v.} \times n_{zm.} \times \tau_{nš.sez.}^{šc.} \times q_{k.nš.sez.}^{k.v.}$ | 2242 kWh _g /nš. sez. | Tik 9,3% nuo Q_k , vandens temperatūra +33°C |
| C. | Pastaba. Ruošiant buitinį karštą vandenį, pašildytą iki +33°C vandenį teks elektriniu kaitintuvu pašildyti papildomai iki +55°C | | | | |
| 14. | Papildomai vandeniui šildyti teks sunaudoti šilumos | $Q_{nš.sez.}^{k.v.p.}$ | $Q_{nš.sez.}^{k.v.} - Q_{k.nš.sez.}^{k.v.}$ | 2240 kWh _g /nš. sez. | |
| 15. | Elektrinis kaitintuvas papildomai vandeniui šildyti sunaudos elektros energijos | $E_{nš.sez.}^{k.v.p.}$ | $E_{nš.sez.}^{k.v.p.} = Q_{nš.sez.}^{k.v.p.}$ | 2240 kWh _e /nš. sez. | |
| 16. | Išlaidos už elektrinio kaitintuvo sunaudotą elektros energiją | $I_{nš.sez.}^{k.v.p.}$ | $E_{nš.sez.}^{k.v.p.} \times K_e$ | 537,60 Lt/nš. sez. | |

ką šalinamos šilumos dalį galima panaudoti ruošiant iki +33°C temperatūros šiltą vandenį. Šilumos siurblio, dirbančio šaldymo mašinos režimu, charakteristikos pavaizduotos 4 paveiksle, o 3 lentelėje pateikti 2 varianto (nešildymo sezono dalies) techninio ekonominio įvertinimo suvestiniai duomenys.

Analogiškai 1 variantui tariam, kad šilumos siurblys šaldymo mašinos režimu dirbs tiek pat valandų, kiek dirbo žiemos metu: $\tau_{nš.sez.}^s = \tau_{š.sez.}^s = 2645 \text{ val./nš.sez.}$, t. y. $\approx 2/3$ visų nešildymo sezono valandų (4380).

Nešildymo sezono metu šilumos siurblys, dirbdamas šaldymo mašinos režimu, pagamintų 17774 kWh_{šc.}/nš.sez. šalčio ir „veltui“ pašildytų 87,6 m³ vandens iki +33°C. Pagaminto šalčio 1 kWh_{šc.} kaina – 0,0964 Lt/kWh_{šc.}. Pašildytą iki +33°C vandenį tektų elektriniu kaitintuvu papildomai pašildyti iki +55°C (buitinio karšto vandens temperatūros) sunaudojant 2240 kWh_g/nš.sez.

Tad investicijos projektui (pagal 2 variantą), kai panaudojamos ištisus metus veikiančio šilumos siurblio – daugiafunkcinės paskirties įrangos (gamina

ne tik šilumą, bet ir šaltį) galimybės, įgyvendinti atsipirktų kur kas greičiau, nei pagal 1 variantą, kai šilumos siurblys dirba tik šildymo sezono metu.

9. IŠVADOS

1. Atsinaujinantys energijos ištekliai: grunto ir grunto vandens šiluma – tinkami žematemperatūrio potencialo šilumos šaltiniai šilumos gamybai šilumos siurbliais individualiems pastatams šildyti ir karštam vandeniui ruošti.

2. Šilumos gamyba šilumos siurbliais – pažangi, termodinaminiu bei energetiniu požiūriu efektyvi ir aplinkai nekenksminga šilumos gamybos technologija, atitinkanti Lietuvoje galiojančių įstatymų ir Europos Sąjungos normatyvinių dokumentų pagrindines nuostatas.

3. Užsienio valstybių vyriausybės, energetinės įmonės, šilumos siurblius gaminančios firmos skiria daug dėmesio ir didžiules lėšas šilumos siurblių tobulinimo, jų diegimo skatinimo ir atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo moksliniams tyrimams.

4. Viena svarbių pageidautinų sąlygų šilumos siurbliams diegti yra ta, kad šilumos siurblio naudojamos elektros energijos kainos ir organinio kuro kainos (kuro kiekis vertinamas pagal jo kaloringumą) santykis K_e/K_k turėtų būti mažesnis už 3. Deja, Lietuvoje beveik visais atvejais šis santykis yra didesnis už 3.

5. Parinkus tinkamą (žematemperatūrę) individualaus pastato šildymo sistemą (grindų šildymas, orinis šildymas, tradicinė šildymo sistema su didesnio šilumos atidavimo briaunotų paviršių radiatoriais), net ir naudojant grunto šilumą, šilumos siurblių šilumos transformacijos koeficientas (ϕ) yra 4,5–5,0, ir, kaip rodo Lietuvoje individualių pastatų šildymo sistemose jau veikiančių šilumos siurblių eksploatacijos patirtis, ši pakankamai didelė ϕ reikšmė „atsveria“ nepalankų elektros energijos ir organinio kuro (gamtinių dujų) kainų santykį.

6. Individualiose sodybose šilumos siurbliai, naudojantys grunto ar gruntinio vandens šilumą, gali gaminti ne tik šilumą pastatams šildyti ar karštam vandeniui ruošti, bet ir nešildymo sezono metu šaltį įvairios paskirties šaldymo kameroms.

7. Investicijos projektui (pagal 1 variantą) įgyvendinti, kai gyvenamajam pastatui šildyti ir karštam vandeniui ruošti šildymo sezono metu šilumą gamina šilumos siurblys, naudojantis grunto šilumą, palyginti su tiesioginiu elektros energijos naudojimu pastatui šildyti ir karštam vandeniui ruošti, atsiperka per 6,6 metų.

8. Palyginus šilumos gamybą šilumos siurbliu, veikiančiu pagal 1 variantą, su šilumos gamyba vandens šildymo katile, kuriame deginamos gamtinės dujos, gaunasi daugmaž vienodos eksploatacijos išlaidos, tačiau šilumos siurblys – kur kas brangesnė įranga nei automatizuotas vandens šildymo katilas.

9. Investicijos projektui (pagal 2 variantą), kai panaudojamos ištisis metus veikiančio šilumos siurblio – daugiafunkcinės paskirties įrangos (gamina ne tik šilumą, bet ir šaltį) – galimybės, įgyvendinti atsiperka kur kas greičiau, nei pagal 1 variantą.

P. S. Būtina pažymėti, kad Lietuvoje (atvirksčiai nei užsienio valstybėse!) kol kas nėra lengvatinių elektros energijos tarifų šilumos siurbliams (nors neturim kur dėti pagamintos elektros energijos), nenumatyta kitų skatinančių priemonių, neskiriama lėšų šilumos siurblių tobulinimo moksliniams tyrimams (nors mokslinis potencialas tokiems darbams yra). Todėl kol kas šilumos siurblius individualiose sodybose gali įsirengti tik pasiturintys gyventojai.

Gauta
2002 05 09

Literatūra

1. LR Seimo 1999 m. spalio 5 d. nutarimas Nr. VIII-1348 „Dėl Nacionalinės energetikos strategijos patvirtinimo“ // Valstybės žinios. 1999. Nr. 86–2568.

2. LR Vyriausybės 2001 m. rugsėjo 19 d. nutarimas Nr. 1121 „Dėl patikslintos ir atnaujintos Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programos santraukos ir pagrindinių šios programos įgyvendinimo 2001–2005 metų krypčių“ // Valstybės žinios. 2001. Nr. 82–2856.
3. LR Vyriausybės 2001 m. spalio 4 d. nutarimas Nr. 1196 „Dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2001–2004 metų programos santraukos ir pagrindinių šios programos įgyvendinimo priemonių patvirtinimo“ // Valstybės žinios. 2001. Nr. 86–3015.
4. Lietuvos Respublikos energetikos įstatymas // Valstybės žinios. 2000. Nr. 56–2224.
5. Мартыновский В. С. Термодинамические характеристики циклов тепловых и холодильных машин. Москва, Ленинград: Государственное энергетическое изд-во. 1952. С. 15–17.
6. Кальнинь И. М. Перспективы развития тепловых насосов // Холодильная техника. 1994. № 1. С. 4–8.
7. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2002 m. kovo 5 d. nutarimas Nr. 19 „Dėl akcinės bendrovės „Vakarų skirstomieji tinklai“ elektros energijos skirstymo paslaugos ir visuomeninių elektros energijos kainų, tarifų bei jų taikymo tvarkos“ // Valstybės žinios. 2002. Nr. 26–959.
8. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2002 m. kovo 5 d. nutarimas Nr. 20 „Dėl akcinės bendrovės „Rytų skirstomieji tinklai“ elektros energijos skirstymo paslaugos ir visuomeninių elektros energijos kainų, tarifų bei jų taikymo tvarkos“ // Valstybės žinios. 2002. Nr. 26–960.
9. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2001 m. balandžio 25 d. nutarimas Nr. 36 „Dėl gamtinių dujų kainų“ // Informaciniai pranešimai. 2001. Nr. 33–205.
10. Warnke Gerhard. Energiesparen wird Standard // Elektrowirtschaft. 1999. Nr. 9. S. 27–28, 30, 32.
11. Хайнрих Г., Найорк Х., Нестлер В. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения. Москва: Стройиздат. 1985. С. 19–23.
12. Юрьев В. С. Парниковый эффект и ядерная энергетика // Атомная техника за рубежом. 1999. № 3. С. 13–15.
13. Kruse H., Blanchard M. Nouvelles solutions pour les compresseurs et les cycles frigorifiques aux problemes des économies de l'énergie et du remplacement des CFS // Revue Générale du Froid. 1991. Vol. 81. P. 77–87.
14. IEA Heat Pump Centre newsletter. 2001. Vol. 19. N 2.
15. Die Wärmepumpe in Europa // Ki. Klima-Kälte-Heizung. 1993. Bd. 21. N 12. P. IV.
16. Utility programmes for heat pumps // IEA Heat Pump Centre newsletter. 1998. Vol. 16. N 2. P. 4.
17. Erster Kärtner. Wärmepumpentag mit Reckordbeteiligung // ÖZE: Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft. 1993. Bd. 46. N 5. P. 274.

18. Wärmepumpen in Sieben Jahren // ÖZE: Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft. 1993. Bd. 46. N 5. P. 274.
19. Zogg M. Umgebungswärmenutzung, Wärme-Kraft-Kopplung // Schweiz. Ing. und Archit. 1999. Bd. 117. N 47. P. 14–16.
20. Die Sonnenheizung – ein Initiativkreis macht sich Stark für die Wärmepumpe // Elektrowärme International Ausg. A. 1994. Bd. 52. N 2. P. 90–91.
21. Beispielsammlung ausgeführter Wärmepumpen // Brennstoff Wärme-Kraft. 1993. Bd. 45. N 3. P. 85.
22. Ecke-Henning W. Keine Renaissance der Elektrowärmepumpe // Sonne Wind und Wärme. 2000. N 1. P. 57.
23. Energieversorger verstärken ihre Förderprogramme // HLH: Heizung, Lüftung / Klima, Haustechn. 2000. Bd. 51. N 1. P. 8.
24. The Swedish Case: Heat Pumps for Single Family Homes // OPET News. 1999. N 3. P. 7.
25. Rohlin P. Climate 21 – A Swedish national research programme on heat pumps and refrigeration systems / IAEA Heat Pump Centre newsletter. 1998. Vol. 16. N 2. P. 27, 28.
26. Федеральный закон „Об энергосбережении“ // Промышленная энергетика. 1997. № 8. С. 4–7.
27. Rasteniėnė V., Rogalskis K., Pavlovas N. Pirmosios gėoterminės jėgainės Lietuvoje // Statyba ir architektūra. 1999. Nr. 9. P. 57–60.

Kazys Marcinauskas, Eduardas Bubelis

HEAT IN LITHUANIAN COTTAGES: PREREQUISITES AND PREDICTIONS

S u m m a r y

The prerequisites that determine the implementation of heat pumps are discussed. The results of feasibility calculations of the two variants of application of heat pumps in cottages using soil heat are presented. It was established that: a) the payback period for the project implementation according to the first variant, when heat for building heating and hot water preparation for household needs is pro-

duced during a heating season by a heat pump using soil heat and is compared with the direct electrical heating and hot water preparation, amounts to 6.6 years, b) the payback period for realization of the second project variant, when complementary abilities of the heat pump as a multifunctional device, production of cold in summer time included, are implemented, is considerably shorter if compared with the first variant. It is noted that so far only prosperous citizens can afford heat pumps in their cottages.

Key words: renewable sources of energy, atmospheric pollution, heat pump

Казис Марцинаускас, Эдуардас Бубялис

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В КОТТЕДЖАХ ЛИТВЫ: ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРОГНОЗЫ

Р е з ю м е

В статье обсуждаются предпосылки, обуславливающие внедрение тепловых насосов. Представлены результаты технико-экономического расчета по двум вариантам применения в коттеджах теплового насоса, использующего тепло грунта. Установлено, что: а) срок окупаемости затрат на осуществление проекта по 1-ому варианту, когда тепло для обогрева здания и подогрева воды для бытовых нужд в течение отопительного сезона производит тепловой насос, использующий тепло грунта, по сравнению с прямым электроотоплением и электронагревом холодной воды составляет 6,6 года; б) затраты на осуществление проекта по 2-ому варианту, когда дополнительно к 1-ому варианту используются возможности теплового насоса – установки многофункционального назначения – для производства холода в летнее время, окупаются значительно скорее по сравнению с 1-ым вариантом.

Констатировано, что пока только более состоятельные жители имеют возможность применять тепловые насосы в своих коттеджах.

Ключевые слова: возобновляющиеся источники энергии, загрязнение атмосферы, тепловой насос