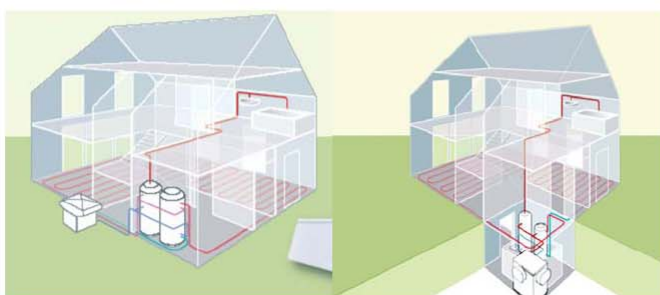
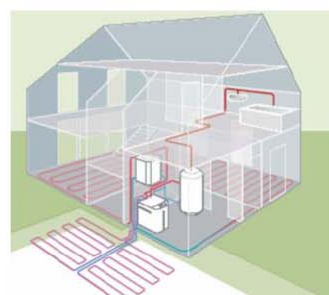


ATSINAUJINANTIEJI ŠILUMOS ŠALTINIAI – UŽ IR PRIEŠ

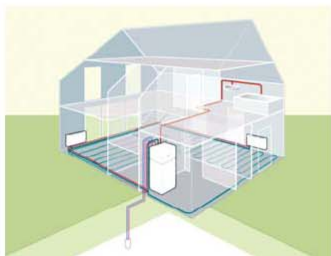


1 pav. Oro ir vandens šilumos siurblys

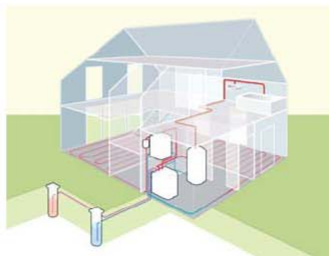


2 pav. Šilumos siurblio sistema su horizontaliuoju kolektoriumi

Jei Lietuvoje išgirsite žodį geoterminis – greičiausiai bus kalbama apie šilumos siurblius kaip panacėją nuo kylančių įprastinių šilumos energijos šaltinių kainų. Tačiau negalima geoterminio šilumos šaltinio tapatinti su šilumos siurbliais. Tai akivaizdžiai rodo „Eurostate“ atsinaujinančiųjų energijos šaltinių klasifikacija. Pagal ją yra dvi pagrindinės atsinaujinančiųjų energijos šaltinių grupės: gaminantys elektros energiją (hidroelektrinės, įskaitant potvynių, bangų elektrines; vėjo elektrinės; biomasės termofikacinės elektrinės, įskaitant biodujas; saulės fotoelementų elektrinės; geoterminės termofikacinės elektrinės) ir gaminantys šilumą (biomasės, įskaitant biodujas, katilines; saulės kolektorių sistemos; geoterminės šiluminės jėgainės (išskyrus šilumos siurblius); šilumos siurblių gaminama šiluma). Kaip matyti, geoterminės šiluminės jėgainės ir šilumos siurbliai yra įrašyti atskirai. Tikrosios geoterminės šilumos reikėtų ieškoti gerokai giliau, kilometrų gylyje, o omenų turima grunte, ore, vandenyje sukauptą Saulės energiją. 100 metrų gylio gręžinyje tikrosios geoterminės energijos galios rasime tik $-0,1 \text{ W/m}^2$!



3 pav. Šilumos siurblio šildymo sistema su vertikaliuoju geoterminiu kolektoriumi



4 pav. Šilumos siurblio sistema su gruntinio vandens gręžiniu

ŠILUMOS ŠALTINIAI IR SISTEMŲ RŪŠYS

Šilumos siurblių veikimo principas paprastas: naudojamosi antruoju termodinamikos dėsniu – paprastai šiluma juda iš šiltesnės vietos į šaltą. Jei norime atvirkščio proceso, teks panaudoti darbo ir energijos iš pašalies. Tai ir daro šilumos siurblys su šaltnešiu: išgarinamas šaltnešis (dažniausiai freonas) – kol kas procese naudojama nemo-

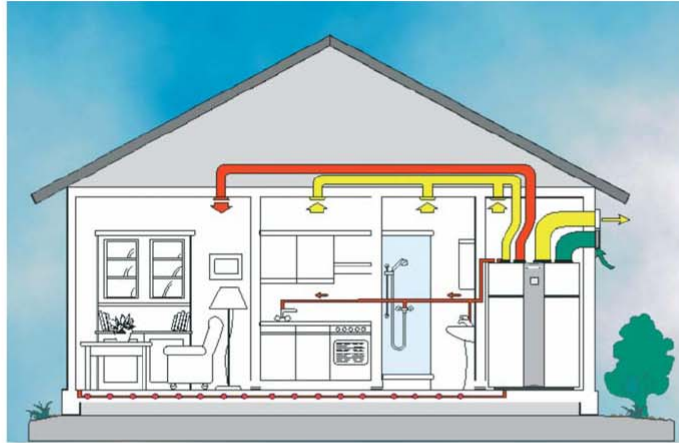
kama gamtos energija, kompresoriumi (čia jau tenka mokėti už elektrą) suspaudžiami garai, įkaitinami, šilumokaityje esantis šildymo sistemos vanduo sušildamas atšaldo ir sukondensuoja garus į pradinę skystąją būseną – atpalaiduojama pernešta gamtos (Saulės) energija. Energiją „nešti“ lengviau, jei tai daryti reikia „netoli“, t. y. kuo mažesnis temperatūrų skirtumas tarp gamtos ir šildymo sistemos, tuo efektyviau veikia sistema. Priklausomai nuo pasitelkiamo šilumos šaltinio skiriamos šios trys šilumos siurblių rūšys.

ORO IR VANDENS ŠILUMOS SIURBLIŲ SISTEMOS

Lauko oras – tai šilumos šaltinis, kurį galima naudoti neribojamai. Šilumos siurblys galima naudoti nuo +30 °C iki –20 °C temperatūros. Krintant lauko oro temperatūrai, mažėja šildymo galia, tad dažniausiai šilumos siurbliai eksploatuojami vienenerginiai arba divalenti būdu, taip siekiant sumažinti reikalingų investicijų dydį. Prietaisus galima statyti lauke (reikia atkreipti dėmesį į triukšmo lygį) arba pastato viduje. Oro ar vandens sistemos su šilumos siurbliais reikalingą energiją paima iš lauko oro. Jos turi daug privalumų: paprasta įrengti; itin mažai sąnaudų suvartojama šilumos šaltiniui prijungti; aukštoje lauko oro temperatūroje pasiekiami geri efektyvumo rodikliai; nereikia oficialaus leidimo; nekeliama jokie ypatingi reikalavimai sklypo plotui; nereikia samdyti papildomų įmonių (pvz., geologinių įmonių).

Investuoti į oro ir vandens šilumos siurblių sistemas reikia kiek mažiau nei į panašias sistemas su horizontaliais „geotermiais“ kolektoriais. Oro ir vandens šilumos siurbliai žiemą naudoja palyginti šaltą šilumos šaltinį. Dėl šios priežasties šilumos siurblio darbu palaikyti reikia šiek tiek daugiau elektros energijos nei kitokio modelio sistemoms. Nepaisant to, šiuo metu dėl sistemos įrengimo paprastumo Šveicarijoje, pavyzdžiui, beveik 54 % visų šilumos siurblių sistemų yra oro ir vandens šilumos siurblių sistemos, nes jas įrengti paprasta. Tačiau reikia turėti omeny, kad visą sistemą valdyti yra sudėtinga, tad norint pasiekti neblogą bendrą metinį efektyvumo koeficientą ypač svarbūs techniniai gamintojo sprendimai.

Racionalu šilumos šaltiniu naudoti ir iš buitinių ar pramoninių pastatų pašalintą orą. Pasitelkus nuolatinių aukštos temperatūros šilumos šaltinį, šios sistemos gali veikti



5 pav. Hibridinių prietaisų veikimo schema

itin efektyviai. Šilumos siurblys gali būti sumontuotas lauke arba katilinėje.

GRUNTO IR VANDENS ŠILUMOS SIURBLIŲ SISTEMOS

Šilumos siurblio sistema su horizontaliu kolektoriumi

Kolektorius – tai dažniausiai plastikinis (PE-HD) 25, 32 ar 40 mm skersmens vamzdelis. Vamzdeliai nutiesiami 0,8–1,5 m gylyje 0,5–1 m atstumu vienas nuo kito. Žemė turi būti neužstatyta, neuždengta (kad ant jos patektų lietus) ir neizoliuota. Priklausomai nuo žemės drėgmės ir dirvos ypatybių, absorberis šilumos siurbliui gali tiekti apie 25 W/m² šiluminės energijos. Horizontalių kolektorių įrengimas paprastai kai-

nuoja mažiau nei vertikaliųjų. Vertikalieji kolektoriai dažniausiai montuojami papildomai naudojantis specializuotos gręžimo įmonės paslaugomis. Vertikalojo kolektoriaus įrengimas individualiam 200 m² ploto namui šildyti gali kainuoti apytiksliai 15 000 Lt, o horizontalaus kolektoriaus nutiesimas – kone perpus pigiau. Horizontalusis kolektorius veikia kaip uždara sistema, kuriame šilumai pernešti paprastai naudojamas vandeninis glikolio tirpalas.

Horizontaliųjų kolektorių privalumai: veikia išties metus (vienvalentė eksploatacija); aukšta šilumos šaltinio temperatūra išties metus (apytiksliai nuo –2 °C iki +15 °C); uždara sistema su neužšalanciu vandeniniu glikolio tirpalu; paprasta pasitelkti šilumos šaltinį.

Šildymo ir karšto vandens ruošimo poreikių nustatymas

Nustatoma remiantis būtent Lietuvoje galiojančiais normatyvais, statybų techniniais reglamentais, o ne gamintojų skaičiuoklėmis ar panašiomis vadybos priemonėmis.

Šilumos siurblio parinkimas

Reikia atsižvelgti į elektros energijos tinklo tiekiamą galią, tarifus bei karšto vandens ruošimo galimybę. Parenkamas tinkamas šilumos siurblys.

Šildomo paviršiaus temperatūros nustatymas

Naujos statybos namuose – ne daugiau kaip 35 °C, senos statybos namuose – ne daugiau kaip 55 °C (užduotis šildymo sistemų projektuotojams).

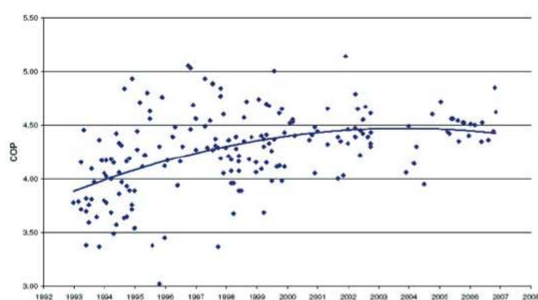
Šilumos šaltinio parinkimas

Šilumos šaltinis parenkamas atsižvelgiant į vietos sąlygas ir kliento pageidavimus: horizontalusis arba vertikalusis kolektorius, gruntinio vandens gręžinys arba lauko oro sistema.

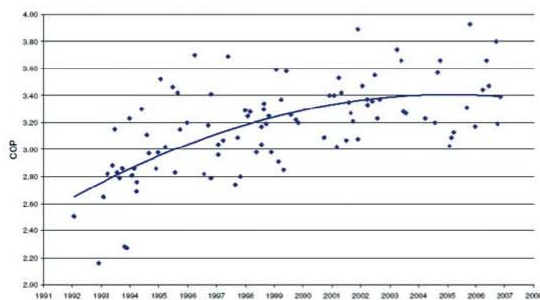
Hidraulinės įrangos ir elektros kontaktų išvedžiojimas

Paviršiams šildyti reikia rinktis žemos temperatūros šildymo sistemas su kuo žemesne tiekiamo šilumnešio temperatūra (geriausiai atveju ne didesne nei 35 °C). Išimties atveju šildymo temperatūra gali būti aukštesnė (pvz., senos statybos namuose). Katilinės elektros įranga, elektros kabeliai turi atitikti galiojančius normatyvus

1 lentelė. Šilumos siurblio sistemų vertinimo metodas



6 pav. Grunto ir vandens šilumos siurblių (0–35 °C) šildymo sistemos vidutinės COP vertės kitimas



7 pav. Oro ir vandens šilumos siurblių (2–35 °C) šildymo sistemos vidutinės COP vertės kitimas

Į klausimą, ar augalai ir medžiai virš horizontaliojo geotermio kolektoriaus neaugs prasčiau, galima vienareikšmiškai atsakyti – NE. Teisingai suprojektavus ir sukonstravus horizontalųjį kolektorių, to atsitikti neturėtų. Dėl šios priežasties kolektoriaus vamzdžius pagal LST EN 15450 standartą reikia nutiesti mažiausiai 0,8 m gylyje bent 0,5 m atstumu vienas nuo kito. Priešingu atveju dirvoje gali susidaryti tarsi uždari ledo šarvai.

Šilumos siurblio sistema su vertikaliuoju gręžtiniu kolektoriumi

Jei neužtenka vietos horizontaliajam kolektoriui įrengti, sistemą galima montuoti vertikaliai. Tokios rūšies kolektoriai vadinami vertikaliaisiais kolektoriais. Vertikalieji kolektoriai įrengiami 30–100 m gylyje. Priklausomai nuo žemės drėgmės ir dirvos ypatybių, galima surinkti apie 50 W/m² šiluminės energijos. Pavyzdžiui, 120 m² ploto individualiam gyvenamajam namui, kuriam reikia 7,8 kW šilumos, galėtų būti įrengiami du 65 m ilgio vertikalieji kolektoriai. Norint projektuoti ir įrengti vertikalųjį kolektorių, būtina tiksliai išmanyti grunto ypatybes, jo sluoksninę struktūrą, savitąją grunto varžą, žinoti gruntinio ir paviršinio vandens buvimo vietą bei nustatyti tekėjimo kryptį. Kadangi atliekant gręžinį dažniausiai kliudomi sluoksniai, kuriais teka gruntinis vanduo, vertikaliam kolektoriui įrengti ir eksploatuoti reikalingas aplinkosaugos institucijų leidimas. Tankiai apgyvendintoje vietovėse esančiuose senos ir naujos statybos namuose, kurie turi nedaug laisvo žemės ploto, vertikalieji kolektoriai itin tinka, nes dėl vietos stokos horizontalių kolektorių ten įrengti neįmanoma. Išskyrus šią sąly-

Gamintojas	Modelis	Šaltnešis	Galia 0/35 (kW)	COP 0/35	COP 0/50	Triukšmo lygis 1 = ☺
CTC	CSW 10	R 407c	10,1	4,4	2,9	3
Ochsner	GMSW 10plus	R 407c	10,4	4,5	2,9	2
Vaillant	VWS101/2	R 407c	10,5	4,6	2,9	2
Alpha-InnoTec	SW 70-I	R 407c	6,9	4,3	2,9	3
Dimplex	SI 11 CS	R 407c	11,8	4,4	3,0	4
Buderus (žr. Dimplex)	WPS 120 I					
IVT	Greenline E9	R 407c	9,7	4,5	3,1	3
Junkers (žr. IVT)						
NIBE	Fighter 1110-8,5	R 407c	10,3	4,6	3,3	2
Viessmann	BWH 110.1	R 407c	11,1	4,4	3,3	3
Stiebel Eltron	WPF 10	R 410a	9,9	4,5	3,0	3
Thermia	Diplomat 8	R 407c	8,1	4,4	3,2	3
Waterkotte	DS 5014.3	R 407c	11,6	4,6	3,1	4

2 lentelė. Lietuvoje pristatomų skirtingų firmų grunto ir vandens šilumos sistemų duomenys

Energijos šaltinis	Minimalus SPF	Siektinas
Oras ir vanduo	2,7	SPF 3,0
Gruntas ir vanduo	3,5	4,0
Vanduo ir vanduo	3,8	4,5

3 lentelė. LST EN 15450:2008 standarte numatomos ir minimalios bei siektinos SPF ribos

gą, vertikalieji kolektoriai pasižymi tokiais pačiais privalumais kaip ir horizontalieji.

Gruntinį vandenį naudojanti šilumos siurblio sistema

Gruntinis vanduo, kurio temperatūra iš-tisus metus išlieka 8–10 °C, kaip šilumos šaltinis sukuria ypač geras sąlygas šilumos siurblio eksploatacijai. Tokiu atveju per gręžinį įleidžiamą siurblių siurbiamas gruntinis vanduo, kuris paskui teka per šilumos siurblio garintuvą arba tarpinę cirkuliacinę šilumokaičio sistemą, tada jis atvėsina ir gražinamas nuotekų šuliniu. Siekiant išvengti šiluminio trumpojo jungimo, tarp tiekiamojo šulinio ir nuotekų šulinio turėtų būti mažiausiai 10 m atstumas. Bandomaisiais gręžinių tyrimais iš anksto reikia nustatyti vandens tekėjimo kryptį, gręžinio efektyvumą ir vandens kokybę. Individualiuose namuose dažniausiai įrengiami geriamojo vandens poreikį atitinkantys gręžiniai, lieka pasirūpinti gręžiniu vandeniui grąžinti. Iš grūntinio vandens galima surinkti apie 4 kW energijos viename m³ per valandą, o temperatūra sumažėja 3–4 K. Grūntinio vandens gręžinio privalumai: veikia ištisus metus (vienvalentė eksploatacija); aukščiausias naudingumo koeficientas, nes naudojamas vanduo ištisus metus yra gana pastovios ir aukštos temperatūros (nuo 8 °C iki 12 °C).

ŠILUMOS SIURBLIAI IR JŲ NAUDOJIMO GALIMYBĖS

Šiandieniniai šilumos siurbLIAI yra vietą taupantys ir kompaktiški prietaisai. Jų pa-

statymo vietai nekeliami jokių ypatingų reikalavimų, o kai kurie oro šilumos siurbLIAI gali stovėti nebūtinai pastato viduje, o ir lauke. Šilumos siurblio sistemas galima optimaliai parinkti ir pritaikyti pagal kliento pageidavimus. Jos atitinka visus moderniems pastatams keliamus reikalavimus, todėl yra įtrauktos ir į Europos energijos taupymo potvarkį EnEv. Be šildyti ir geriamajam vandeniui ruošti skirtų šilumos siurblių, rinkoje siūloma daugybė hibridinių prietaisų, papildomai atliekančių reguliuojamos oro ventiliacijos, rekuperacijos ar patalpų oro kondicionavimo funkcijas. Pavyzdžiui, viename įrenginyje galima integruoti oro ir vandens šilumos siurblių, jo efektyvumą pagerinančių vėdinimo rekuperatorių ir karšto vandens ruošimo talpyklą (į ją tiesiogiai galima jungti ir saulės kolektorių).

Kai vėsinimas pasyvus, šiluma iš pastato perduodama į žemę, o vasarą, neveikiant šilumos siurbliui, įsijungia šildymo siurblys ir kolektoriaus siurblys. Nors yra sistemų, kurios papildomai gali atlikti ir aktyvaus vėsinimo funkciją. Visas šilumos siurblių šildymo sistemas galima lengvai sujungti su saulės kolektoriais, ruošiančiais karštą vandenį, arba pagalbinėmis šildymo sistemomis. Pirminės energijos atžvilgiu ypač praktiška tuo pačiu metu eksploatuoti ir saulės energijos sistemą, nes pirminės energijos sąnaudos už kiekvieną saulės sistemos pagamintą kilovatvalandę beveik lygios nuliui, taigi tokiu būdu eksploatuojamas gali sutaupyti už siurblio darbui reikalingą elektros energiją.

METINIS ŠILUMOS SIURBLIO SISTEMŲ NAŠUMO RODIKLIS IR SĄNAUDŲ KOEFICIENTAS

Šilumos siurblio konstrukcija ypač priklauso nuo šilumos šaltinio temperatūros ir į šildymo sistemą tiekiamo šilumnešio temperatūros. Šilumos siurblio sistemų vertinimo metodai pateikti Vokietijos standarte DIN 4701-10 ir Energijos taupymo potvarkyje EnEv. Pagal juos skaičiuojami naudingumo koeficientas ir pasiektas metinis našumo rodiklis, o būtinieji šilumos poreikiai įvertinami atsižvelgiant į pirminės energijos poreikius (1 lentelė).

Vienas pagrindinių šilumos siurblio sistemų efektyvumo kriterijų yra šilumos siurblio naudingojo veikimo koeficientas, arba vadinamasis COP.

$$COP = \frac{\Phi_{HP,hw}}{P_{HP} + P_{HP,aux}}$$

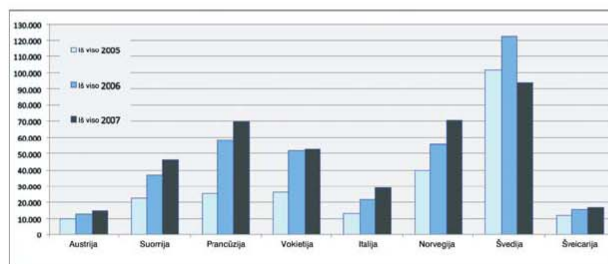
čia pagal EN 14511 standarto sąlygas skaitiklyje – gautas šilumos kiekis šildyti ir karštam vandeniui ruošti, o vardiklyje – su-naudota elektros energija PHP kompresoriui sukurti ir papildomos išlaidos „aux“ šilumokaičių hidrauliniams pasipriešinimui įveikti, atitirpinimui (oro šilumos siurblių) ir reguliatoriui maitinti. WPZ šilumos siurblių testavimo centras prie Buchso aukštosios technikos mokyklos Šveicarijoje savo informaciniuose biuleteniuose pažymi vis geresnius gamintojų pasiekiamus COP rezultatus (čia nepriklausomam auditui pateikia šilumos siurblių įrangą kiekvienas save ir klientus gerbiantis gamintojas).

Lietuvoje turime ne vieną šilumos siurblių gamintojų atstovą. WPZ centras 2008 m. Informaciniame biuletenyje pristato dažniausiai diegiamų grūnto ir vandens šilumos sistemų įrenginių duomenis (2 lentelė).

Kaip matyti, visų jų COP ir kiti rodikliai yra labai panašūs. Tai kodėl panašių namų savininkai už šilumą kartais moka labai skirtingas sumas ir lūkesčiai pigiai šildyti šilumos siurblio sistema žlunga?

SKIRTINGŲ GAMINTOJŲ ŠILUMOS SIURBLIŲ EFEKTYVUMO Palyginimas

Dažnai patraukliuose reklaminiuose leidiniuose pateikiami matavimo ar apklausų rezultatų duomenys tik apie šilumos siurblių, tarsi kalbant apie automobilį būtų vertinamas tik variklis. Šie duomenys, lygiai kaip ir prekių testavimo organizacijos ma-



8 pav. Prekybos šilumos siurbLIAis aštuonių Vakarų Europos šalyse pokyčiai

	En. vertė	Mat. Vnt.	Kuro kaina	Mat. Vnt.	kWh kaina Lt	Šilumos poreikis	Kaina metams*	Kaina metams**
Dyzelinis kuras	10,83	kWh/m	3	Lt/ltr	0,277	25000	6925	7618
Dujos (gamtinės)	9,4	kWh/m ³	1,26	Lt/m ³	0,134	25000	3351	3686
Dujos (gamtinės)	9,4	kWh/m ⁴	1,26	Lt/m ³	0,134	25000	3351	3083*****
Dujos (suskystintosios)	12,79	kWh/kg	2,6	Lt/kg	0,203	25000	5082	5590
Šilumos tinklai				kWh	0,237	25000	5925	5925
Elektra II tarif.				kWh	0,28	25000	7000	7000
Šilumos siurblys***				kWh	0,07	25000	1750	1750
Šilumos siurblys****				kWh	0,093	25000	2333	2333
Pjuvenų briketai	4,00	kWh/kg	0,7	Lt/kg	0,175	25000	4375	5469
Malkos	1300	kWh/m ³	200	Lt/m ³	0,15	25000	3846	5000

* Su sąlyga, kad šilumos šaltinyje (katile) nuostolių nėra.

** Įvertinus realius nuostolius šilumos šaltinyje (katile).

*** Šilumos siurblys pagamina visą reikalingą šilumos energiją neįjungdamas el. tenų.

**** Šilumos siurblys pagamina visą reikalingą šilumos energiją jungdamas el. tenus (oro-vandens).

***** Kondensacinis katilas

4 lentelė. Vidutinio 200 m² ploto namo tikėtinos sezono išlaidos šildyti ir karštam vandeniui ruošti

tavimų rezultatai, paprasčiausiai yra perversinami. Todėl naujajame šilumos siurblių standarte LST EN 15450:2008 (3 lentelė) vertinamas laikotarpio naudingojo veikimo koeficientas SPF (Seasonal Performance Factor).

$$SPF_{g,t} = \frac{Q_{out,g,h} + Q_{out,g,DHW}}{E_{in,g} + W_g}$$

Čia skaitiklyje – šiluminės energijos poreikis šildyti ir karštam vandeniui ruošti, o vardiklyje – visai šildymo šilumos siurblių sistemai reikalinga visa elektros energija (įskaitant papildomą elektrinį kaitintuvą, cirkuliacinius siurblius). Šiuo požiūriu šilumos siurblius galima lyginti su automobiliu: šilumos siurblys atitinka variklį, visa šildymo šilumos siurblių sistema atitinka automobilį, o iš laiko testo per šildymo sezoną gautas sistemos darbo koeficientas atitinka degalų suvartojimo važiavimo tam tikromis sąlygomis režimu rodiklį duomenis.

Vokietijoje dabar jau veikia dotacijų sistema, kurios pagrindas ir yra SPF rodiklis.

Norintysis dalį lėšų gauti iš valstybės (nuo 10 Eur/gyvenamo ploto m²) už modernios ekologiškos ir taupančios energiją sistemos įsirengimą turi pats įrodyti kontroliuojančiai institucijai, kad instaliuota sistema veikia efektyviai: tam tereikia pavasarį šilumos skaitiklio rodmenis padalinti iš atskirai visą šilumos siurblio sistemos suvartotą energiją fiksuojančio skaitiklio rodmenų.

ŠILUMOS SIURBLIŲ NAUDOJIMAS VAKARŲ EUROPOJE IR LIETUVOJE

Europiečius į nevilgtį varo augančios naftos ir dujų kainos. Šilumos siurbliai atskirais atvejais taupo 30–50 proc. šildymosi sąnaudų. Tad visi gamintojai suskubo atnaujinti savo įrenginius, apmokyti jų instaliuotojus. Ir jų pardudama kasmet vis daugiau: 2007 m. Europoje instaliuota apie 400 000 šilumos siurblių. Šiame sektoriuje pirmąją Švedija, kur ši rinkos dalis jau beveik užpildyta, liko tik senuosius modernizuoti, renovuoti (8 pav).

Kokia šilumos kainų situacija pas mus? Kol kas Lietuvoje instaliuota apie 1000 vnt. šilumos siurblių sistemų. Tad esame dar pačioje rinkos augimo fazės pradžioje. Tačiau pastaruoju metu ir pas mus (nors investuoti pradžioje tenka daugiausia) šilumos siurblys tapo pigiausios šiluminės energijos gavimo šaltiniu (4 lentelė) – paklausa jau susiformavo, tad Lietuvoje galima rasti beveik visų didžiausių šilumos siurblių gamintojų atstovus.

Iš 4 lentelės matome, kad šilumos siurblys ja udabar yra pigiausios šilumos šaltinis, jei jis teisingai parinktas pagal pastatą ir šildymo sistemą. Neteisingai parinktas šilumos siurblys yra pinigų švaistymas investuojant ir eksploatuojant.

Šiuo metu investicijų į energetiką požiūriu šilumos siurbliai yra turbūt vienintelis iš klasifikuotų atsinaujinančiųjų energijos šaltinių, turintis realų atsipirkimo terminą. Šio teiginio įrodymas – savaime, be jokių dotacijų ar specializuotų tarifų sparčiai besivystanti šilumos siurblių rinka Lietuvoje.



9 pav. Šilumos siurblių diegimo rinkos būklė kai kuriose ES šalyse 2007 m. (šaltinis – EHPA)