

# Kačerginės vaikų sanatorijos šilumos energijos vartojimo mažinimo galimybės

## Jūratė Karbauskaitė

*Statybinės šiluminės fizikos laboratorija,  
Kauno technologijos universiteto  
Architektūros ir statybos institutas,  
Tunelio g. 60, LT-44405 Kaunas*

## Eugenijus Perednis

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

Analizuojama Kačerginės vaikų sanatorijos biokuro katilinės darbo efektyvumas ir pagamintos energijos kaštai. Pateikiami pastatų energijos audito ir energijos suvartojimo dešimties metų tyrimo rezultatai. Investicijų atsipirkimo laikas lyginamas su audito, įvertinančio trejų metų pastatų eksploatavimą, rezultatais. Darbo užmokesčio ir statybinių medžiagų kainų kitimas paveikė investicijų atsipirkimo laiką. Naujai atlikto audito rezultatai parodė, kad tikslinga renovuoti sanatorijos pastatus. Būtina keisti išorės duris, šiltinti pastoges, keisti langus, apšiltinti sienas ir grindis. Parengtos rekomendacijos pirmaeilei ir tolesnei pastatų renovacijai. Analizuojamas saulės kolektorių panaudojimas.

**Raktažodžiai:** biokuras, šilumos ūkis, pastatų konstrukcija, šilumos nuostoliai, temperatūra, pastatų renovacija

## ĮVADAS

Efektyvesnis energijos suvartojimas ir aplinkos taršos mažinimas kylant energijos kainoms pasidarė itin veiksmingas. Tai būtina įgyvendinti viešosios paskirties – sveikatos apsaugos ir švietimo įstaigose, siekiant optimizuoti valstybės išlaidas. Vienas gerų pavyzdžių, kurių patirtis gali būti naudinga visuomenei, yra Kačerginės vaikų sanatorijos šilumos ūkio tobulinimas. Kaip minėta [1], padedant Švedijos nacionalinės energijos agentūrai 2002 m. buvo diegiama integruotos biomasės ir saulės energijos panaudojimo sistema. Šis projektas buvo dalis Švedijos investicinės klimato programos (SICIP), kurios tikslas – įgyvendinti projektus, skirtus tobulinti energetikos sektorių ir šitaip mažiau šalinti į aplinką teršalų, sukeliančių šiltnamio efektą. Įdiegus ją, šiluma gaminama ir tiekama sanatorijos pastatams visiškai panaudojant atsinaujinančiąją energiją. Buvo sumontuota automatinė medienos atliekas deginanti katilinė, saulės kolektoriai karšto vandens ruošimui, visuose sanatorijos pastatuose įrengti nauji šilumos punktai, pakeisti šildymo, karšto ir šalto vandens tinklai. Šių priemonių dėka atlikti darbai leido gerokai sumažinti kenksmingų emisijų lygį, o tai ypač svarbu, kai sanatorijos pacientai yra įvairiomis ligomis sergantys vaikai.

Priemonės nukreiptos į tolesnį pagamintos energijos taupymą, t. y. efektyvų jos panaudojimą įvairios paskirties sanato-

rijos pastatuose [2]. Nesandarūs langai ir durys, prastai apšiltintos pastogės, išorinės sienos su maža šilumine varža buvo ir yra pagrindiniai šilumos nuostolių šaltiniai. Energijos auditas buvo atliktas 2005 m., pagal jį parengtas Kačerginės sanatorijos pastatų rekonstrukcijos planas. Energijos auditas patikslintas 2008 m., pasikeitus ekonominėms sąlygoms ir techniniams reikalavimams bei įvertinus atliktų priemonių efektyvumą.

## METODIKA IR DUOMENŲ ANALIZĖ

Projektinė pastatų šilumos galia ir projektinis energijos suvartojimas šildymui, tenkantis ploto vienetui kWh/m<sup>2</sup>, patikslintos faktinės suvartojimo vertės, remiantis 2005–2007 m. kuro suvartojimo duomenimis, pateikiami 1 lentelėje.

2005 m. patikslinta šilumos šaltinio galia buvo apie 25 % mažesnė nei realiai tuo metu reikėjo šilumos galios, nes pastatai eksploatuojami jau daugiau kaip 40 metų. Per tuos metų langų ir durų sandarumas pablogėjo, atitvarų šiluminė varža atitiko statybos laikotarpio reikalavimus, t. y. šiuo metu nepateisinamai maža.

Pagrindinis kuras yra medienos pjuvenos ir medžio skiedros. Jas į Kačerginės vaikų sanatoriją tiekia iš netoliese, Ežerėlyje, esančios medžio apdirbimo įmonės. 2 lentelėje pateikiami per pastaruosius metus sudeginto kuro kiekiai ir išlaidos jo įgijimui. Pažymėtina, kad kuro kaina pakilo maždaug 50 %

1 lentelė. Sanatorijos pastatų šilumos galia ir santykinis energijos suvartojimas

Rodiklis	Projektinė vertė	Patikslinta vertė 2005 m.	2005–2007 m. faktinis vidurkis
Šildymo galia kW	410	530	460
Energijos suvartojimas šildymui kWh/m <sup>2</sup> per metus	520	610	560
Energijos suvartojimas karštam vandeniui ruošti kWh/lovadieniui per metus	–	–	140

2 lentelė. Kuro suvartojimas ir išlaidos kurui 2005–2007 m.

Metai	Suvargota kuro erdm	Išlaidos kurui Lt	Kuro kaina Lt/erdm
2005	2 200	43 100	19,65
2006	2 280	44 300	19,42
2007	2 330	58 400	25,10

tik per pastaruosius metus. Todėl šilumos energijos taupymo perspektyvos atrodo labai patraukliai. Įvertinus saulės kolektorių sukaupiamą šilumą, iš 3 lentelėje pateikiamų duomenų galima teigti, kad nepaisant išorės oro sąlygų kitimo, metinis šilumos poreikis gana pastovus. Saulės kolektoriai šiuo metu gali patenkinti tik maždaug 4 % šilumos poreikių.

Analizuojant kuro ir šilumos ūkio eksploatacijos išlaidas (4 lentelė), matyti, kad kuro dedamoji sudaro apie 40 %, ir santykis, nors neturi nepastovios tendencijos, ateityje neturėtų gerokai sumažėti. Į šių išlaidų analizę neįtraukta elektros

energija, suvartojama katilinės ir šilumos ūkio reikmėms, nes neįmanoma atskirti kiekių be apskaitos prietaisų, bei išlaidos atsarginėms dalims ir remontui.

Ateityje numatomos išlaidos šilumos energijai turėtų sumažėti, nes jau įdiegtos taupymo priemonės pradeda reikštis. Toliau ypač daug dėmesio turėtų būti skiriama mokyklos, gyvenamųjų patalpų ir gydymo bei fizioterapijos pastatų atnaujinimui, atsižvelgiant į [3] nuostatas.

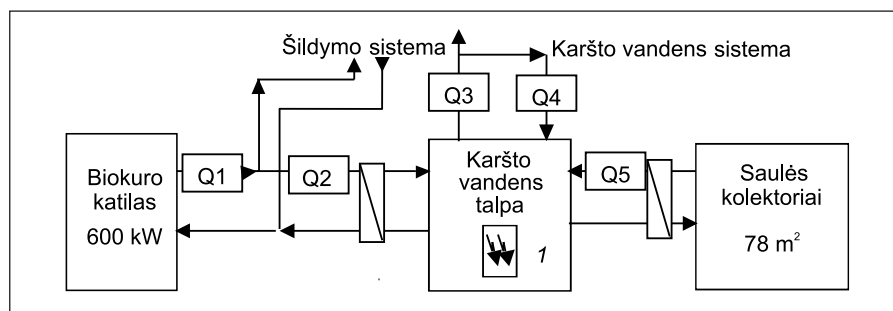
Energijos suvartojimo tyrimams šilumos tiekimo vamzdyne buvo sumontuoti energijos skaitikliai (1 pav.) Suvargotos

3 lentelė. Pagaminta šilumos 2005–2007 m.

Metai	Pagaminta šilumos, $Q_g$ , MWh	Gauta saulės šilumos, $Q_s$ , MWh	Iš viso suvargota šilumos, $Q_t$ , MWh	Sklaida %		
				$Q_g$	$Q_s$	$Q_t$
2005	884,47	32,98	917,45	3,44	6,03	3,53
2006	844,06	30,88	874,94	-1,28	-0,72	-1,26
2007	836,6	29,45	866,05	-2,16	-5,32	-2,27
Vidurkis	855,0	31,1	886,1			

4 lentelė. Išlaidų kurui ir eksploatacijai išsklotinė

Metai	MWh gauta	Išlaidos Lt		Išlaidos Lt/MWh		Kuro ir eksploatacijos išlaidų santykis
		kurui	ekspl.	bendros	kuro dedamoji	
2005	917,5	43 120	69 000	122,20	35,08	0,385
2006	874,9	44 310	76 700	138,31	34,67	0,366
2007	866,1	58 410	78 600	158,19	44,82	0,426
Ateityje				121,16	67,85	



1 pav. Šilumos kiekio matuoklių išdėstymo šilumos energijos gamybos biokuro katilinėje ir saulės kolektoriuose schema. Q1 – visos pagamintos biokuro katilės šilumos energijos matuoklis, Q2 – šilumos, tiekiamos į karšto vandens šilumokaitį, energijos matuoklis, Q3 – karšto vandens, tiekiamo sanatorijos pastatams, energijos matuoklis, Q4 – recirkuliacinės karšto vandens tiekimo linijos energijos matuoklis, Q5 – karšto vandens, pagaminto saulės kolektoriuose, šilumos energijos matuoklis, 1 – elektrinis kaitintuvas (6 kW)

5 lentelė. Šilumos energijos suvartojimo išsklotinė 2005–2007 m.

Iš viso	Šilumos suvartojimas MWh			Šiluma iš saulės kolektorių MWh
	šildymui	karšto vandens ruošimui	karšto vandens cirkuliacijai	
2005				
884,47	714,73	169,74	93,64	32,98
2006				
844,06	693,6	150,47	101,63	30,88
2007				
836,6	679,47	157,13	105,48	29,45

energijos šildymui, karšto vandens ruošimui ir tiekimui kiekiai pateikiami 5 lentelėje. Šilumos nuostoliai šildymo vamzdynuose sudaro apie 5 %, o karšto vandens tiekimo – apie 40 %, įskaitant cirkuliacijos nuostolius.

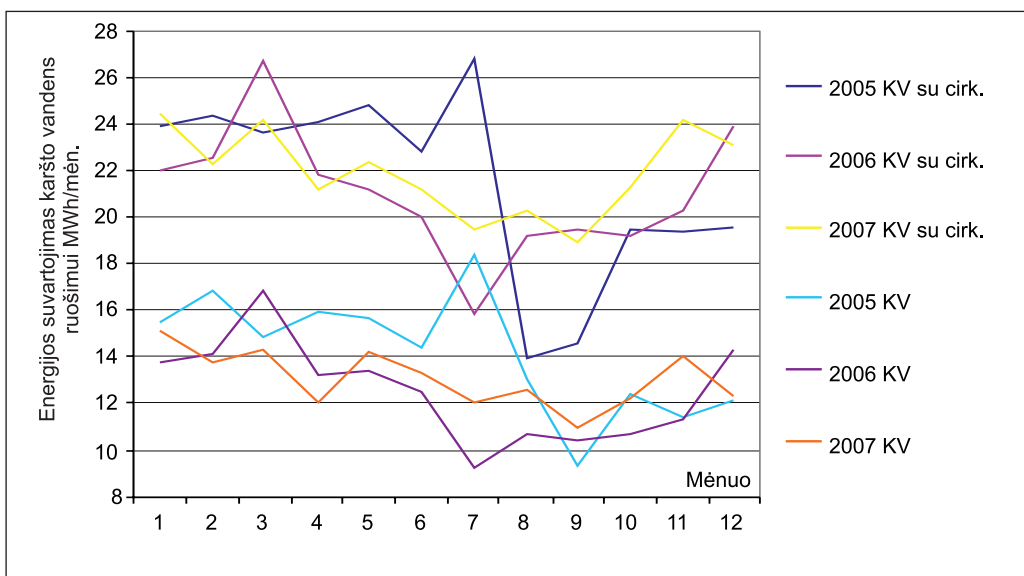
Energijos suvartojimas karšto vandens ruošimui ir cirkuliacijos palaikymui, kaip matyti 5 lentelėje, yra gana panašus per visus metus, tačiau nuokrypiai nuo vidurkio sudaro 30–70 %, atsižvelgus į metų laiką ir lovadienių skaičių (2, 3 pav.).

Lyginant atskirų metų duomenis, matyti, kad karšto vandens suvartojimas sumažėjo maždaug 15 % per pastaruosius dvejus metus.

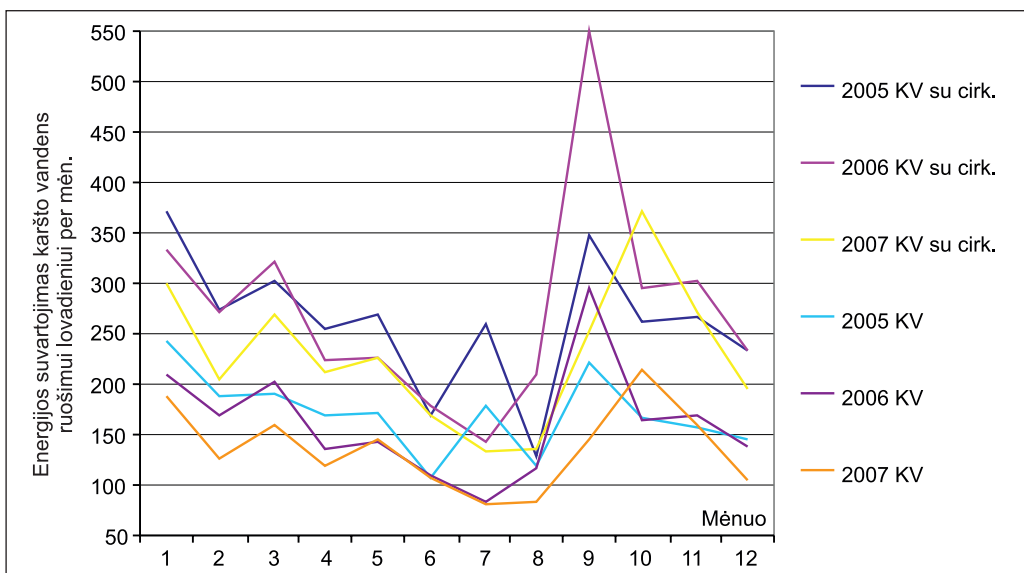
Energijos auditų skaičiavimams naudotinas vidutinis energijos suvartojimas per visą analizuojamą laikotarpį.

Energijos suvartojimas šildymui labiausiai priklauso nuo palaikomos temperatūros patalpose ir išorės oro temperatūros, t. y. nuo dienolaisnių. Dienolaisnių vertės ir vienerių

2 pav. Karšto vandens (KV) suvartojimas atskirais mėnesiais



3 pav. Karšto vandens (KV) suvartojimas atskirais mėnesiais 1 lovadieniui



6 lentelė. Šilumos suvartojimas šildymui ir dienolaipsnių vertės

2007 mėnuo	Dienolaipsniai, kai $t_v = 20\text{ }^\circ\text{C}$		Šilumos suvartojimas per mėnesį kWh/m <sup>2</sup>		Faktinis šilumos šildymui suvartojimas dienolaipsniui (H) W/K
	faktiniai	norminiai	faktinis	perskaičiuotas į normines sąlygas	
1	579,7	781,2	45,82	61,74	3,29
2	733,6	680,4	52,43	48,63	2,98
3	458,8	632,4	35,93	49,52	3,26
4	388,5	426	40,17	44,04	4,31
5	198,4	235,6	8,45	10,03	1,77
6	68,2	130,2	0,29	0,55	0,18
7	89,9	96,1	0,18	0,20	0,085
8	46,5	111,6	0,18	0,44	0,164
9	216	243	8,88	9,99	1,71
10	384,4	399,9	24,77	25,77	2,68
11	573	546	37,97	36,18	2,76
12	595,2	691,3	41,81	48,56	2,93
Suminiai	<b>4 332,200</b>	<b>4 973,700</b>	Norminė vertė $H_N =$		<b>5,0</b>

metų (2007) energijos suvartojimo šildymui išsklotinė pateikiama 6 lentelėje. Kaip matyti iš pateikiamų duomenų, yra prielaidų manyti, kad neišlaikomos mikroklimato sąlygos.

Kaip minėta, sanatorijoje yra 9 įvairios paskirties pastatai. Temperatūra patalpose palaikoma kiek žemesnė nei reikalaujama pagal [4]. Administracijos patalpose temperatūra siekė 16–17 °C [2]. Kituose pastatuose – gyvenamajame, mokykloje ir fizioterapijos, kuriuose vaikai gydomi, mokosi ar ilsisi, vidutinė mėnesio temperatūra buvo aukštesnė, nei administracijos pastate, apytiksliai 17–18 °C.

Sanatorijos atitvarų šiluminės savybės pakankamai išsamiu būdu buvo apibūdintos [2], per laiką, praėjusį nuo pirminio energijos audito, buvo pakeista nemažai langų, nauji langai sudaro apie 16 %, tačiau energijos suvartojimo pokyčio įvertinti dar negalima (darbai atlikti 2008 m. pavasarį). Įrengti modernūs tualetai su grindų šildymu, tačiau šitokių grindų plotas tik apie 4 %. Įrengtas baseinas gydymo procedūroms. Išorinių atitvarų šiluminės savybės, įvertinus pokyčius, pateiktos 7 lentelėje.

Visais atvejais patalpose nebuvo palaikoma reikalaujama temperatūra, nes nepavyko. Taigi pastatų renovacijos plėtra tampa neišvengiama ir neatidėliotina.

Audito išvados rodė, kad pastatuose pakeitus langus ir duris naujais, papildomai apšiltinus pastoges, įrengus šiuolaikines vėdinimo sistemas, buvo galima 30–50 % sumažinti šilumos poreikius. Vien dėl šių atitvarų šiluminių savybių

pagerinimo būtų įmanoma sutaupyti bent apie 30–35 % šilumos. Langų ploto sumažinti nebuvo siūloma dėl higienos reikalavimų.

Naujai atlikto audito rezultatai parodė, kad pasikeitus kuro ir statybos darbų bei medžiagų kainoms, tikslinga apšiltinti išorines sienas, I a. grindis, kitų siūlytų priemonių atsipirkimas irgi ženkliai pasikeitė. Vertinimo pokyčius galima analizuoti pagal 8 ir 9 lentelėse pateikiamus duomenis. 2005 ir 2008 m. pasiūlymai apėmė šias mažų investicijų priemones.

Pažymėtina, kad numatomas pakeisti langų plotas buvo mažesnis, kai kuriose patalpose siūlyta palikti senuosius langus, skalbykloje – senąsias duris. Pertvarkyti vėdinimą irgi buvo numatyta tik valgykloje. Kaip matyti iš duomenų, pakitus per šiuos metus energijos (kuro), statybos darbų ir medžiagų kainoms, bendra investicijų suma padidėjo maždaug 1,4 karto, atsipirkimo patrauklumas sumažėjo 1,6 karto. Lyginant ilgai atsiperkančias priemones, darbų kaina gaunasi šiek tiek didesnė, skiriasi jau 1,6 karto, o atsipirkimas pailgėja 1,5 karto, tik darbų sudėtis skiriasi. Dabar siūloma apšiltinti išorines sienas, įrengti vėdinimo sistemas daugumoje patalpų, panaudojant šilumogrąžos įrenginius, bet nebesiūloma iš esmės pertvarkyti šildymo sistemų. Jų atsipirkimas palyginti didelis, atsižvelgiant į jau modernizuotus šilumos punktus.

Ypač daug dėmesio reikia skirti vėdinimo sutvarkymui, nes pagal normas [7] valgyklos, fizioterapijos ar laboratorijos

7 lentelė. Atitvarų plotai ir šiluminių savybių atitikimas norminėms vertėms

Atitvara	Negerinta / nekeista		Gerinta / keista		Norminis šilumos perdavimo koeficientas (U) W/(m <sup>2</sup> K)
	plotas m <sup>2</sup>	šilumos perdavimo koeficientas (U) W/(m <sup>2</sup> K)	plotas m <sup>2</sup>	šilumos perdavimo koeficientas (U) W/(m <sup>2</sup> K)	
Išorinės sienos	1 940,3	1,04	–	–	–
Langai	443,6	2,55–2,65	81,3	1,9	1,6
Durys	83,2	2,5–2,6	3,78	1,9	1,6
Pastogės perdanga	2 229,8	1,2	–	–	–
Sienos pastogėje	153,8	1,24	–	–	–
I a. grindų perdanga	88,8	1,25	88,8	0,44	–

8 lentelė. Pasiūlymų grupė, kai atliekami greičiausiai atsiperkantys renovacijos darbai

Šilumos taupymo priemonė	Investicijos Lt	Plotas m <sup>2</sup>	Šilumos sutaupymas Lt/m.	Atsipirkimo laikas metais
<b>2005 m. auditas</b>				
Langų pakeitimas	16 2880	533,7	19 800	8,23
Išorinių durų pakeitimas	28 770	76,1	20 150	1,43
Pastogės perdangos apšiltinimas	96 660	2 182,1	55 380	1,75
Išorinių sienų izoliavimas iš vidaus	7 230	144,7	1 990	3,63
Vidinių sienų, susisiekiančių su stogu, izoliavimas iš pastogės pusės	7 870	157,4	3 340	2,36
Vėdinimo įrangos virtuvėje pakeitimas	10 290	121,0	85,02	8,58
Iš viso	<b>313 700</b>		<b>101 860</b>	<b>3,1</b>
<b>2008 m. auditas</b>				
Langų pakeitimas	190 730	541,7	16 320	11,7
Durų pakeitimas	58 300	87,0	23 400	24,9
Pastogės perdangos apšiltinimas	135 300	2 182,1	43 050	3,1
Vidinių sienų, susisiekiančių su stogu, izoliavimas iš pastogės pusės	15 070	153,8	2 540	5,9
Vėdinimo įrangos mokyklos-valgyklos pastate pakeitimas	34 160	328,5	3 870	8,8
Iš viso	<b>433 600</b>		<b>89 180</b>	<b>4,9</b>

9 lentelė. Pasiūlymų grupė, kai atliekami ilgai atsiperkantys renovacijos darbai

Šilumos taupymo priemonė	Investicijos Lt	Plotas m <sup>2</sup>	Šilumos sutaupymas Lt/m.	Atsipirkimo laikas metais
<b>2005 m.</b>				
Langų pakeitimas	162 880	533,7	19 800	8,2
Išorinių durų pakeitimas	28 770	76,1	20 150	1,4
Pastogės perdangos apšiltinimas	96 660	2 182,1	55 380	1, ū
Vidinių sienų, susisiekiančių su stogu, izoliavimas iš pastogės pusės	7 870	157,4	3 340	2, é
Grindų apšiltinimas	380 100	2 100,0	24 520	15,50
Šildymo sistemų pakeitimas	127 600	2 320,0	8 900	14,3
Virtuvės įrangos atnaujinimas	25 000	121,0	1 640	15,2
Vėdinimo įrangos didžiojoje salėje įrengimas	14 690	195,8	1 060	13,9
Vėdinimo įrangos virtuvėje pakeitimas	10 290	121,0	1 200	8,6
Stogų dangos pakeitimas	560 100	3 008,0		
Lietaus vandens šalinimo nuo stogo pertvarkymas	12 060	2 320		
Patalpų po darbų perdažymas	52 200	2 320		
Sanitarinių mazgų remontas	40 000	8 vnt		
Nuogrindų įrengimas	10 130	675		
Iš viso	<b>1 535 580</b>		<b>137 980</b>	<b>11,1</b>
<b>2008 m.</b>				
Langų pakeitimas	190 730	541,7	16 320	11,7
Durų pakeitimas	58 300	87,0	23 400	24,9
Pastogės perdangos apšiltinimas	135 300	2 182,1	43 050	3,1
Vidinių sienų, susisiekiančių su stogu, izoliavimas iš pastogės pusės	15 070	153,8	2 540	5,9
Grindų apšiltinimas	395 630		38 860	10,2
Išorinių sienų apšiltinimas	491 370		36 890	13,3
Vėdinimo įrangos pakeitimas	91 370		12 080	7,6
Iš viso	<b>1 378 500</b>		<b>152 200</b>	<b>9,1</b>

patalpose darbo metu palaikytina atitinkamai nuo 3,6 iki 18 kartų oro apykaita, o orui šildyti tada reikia maždaug tiek šilumos, kiek jos šiuo metu sunaudojama šildymui. Ir miegamųjų vėdinimui reikia 2,5-kartinės oro apykaitos. Nepalikant atitinkamų parametrų, gali sumažėti gydymo efektyvu-

mas. Vėdinimo trūkumo sukeltos problemos mokyklose gana išsamiai analizuojamos [7–9], o sanatorijoje higienos sąlygos ypač svarbios. Įrengus šilumogražos įrenginius vėdinimo sistemose, galima sugrąžinti, atsižvelgus į patalpų pašildymą, nuo 40 iki 65 % oro šildymui reikalingos šilumos.

## IŠVADOS

1. Sanatorijos pastatų šildymui, įvertinus atliktus renovacijos darbus, suminis kuro suvartojimas sumažėjo apie 5 %, karšto vandens paruošimui – apie 15 %, elektros energijos suvartojimas – apie 2,5 %. Didžiausias poveikis gautas, sutvarkius šilumos tiekimo vamzdinius ir šilumos paskirstymo punktus. Atitvarų pagerinta palyginti nedaug (tik pastaraisiais metais, vertinimuose neįtraukta).

2. Renovuojant pastatus pirmiausia būtina keisti išorės duris, langus, šiltinti pastoges ir sienas. Prioritetų seka beveik nepakito per pastaruosius trejus metus, prisidėjo grindų apšiltinimas.

3. Reikalaujamam pagal normas mikroklimatui sukurti ir palaikyti būtina suprojektuoti ir įrengti šiuolaikines vėdinimo sistemas su šilumogrąžos įrenginiais. Šios priemonės atsipirkimo, patobulėjus įrangai, trukmė sumažėjo apytiksliai vieneriais metais, arba 15 %.

4. Įrengto saulės kolektoriaus sukaupiamos šilumos kiekis yra panašus, palyginus turimus trejų metų duomenis, ir sudaro 400 kWh/m<sup>2</sup> kolektoriaus. Saulės šiluma vasaros laikotarpiu gali dengti apie 30 % šilumos poreikių karštam vandeniui.

5. Siekiant efektyviau vartoti energiją, be pastatų atitvarų renovacijos, reikėtų racionaliau naudoti atsinaujinančiųjų šilumos šaltinių išteklius.

Gauta 2011 01 10

Priimta 2011 02 25

## Literatūra

- Šuksteris V., Perednis E. Monitoring operation of renovated heat production, distribution and consumption systems at Kacergine children sanatorium. *10th International Conference on Solar Energy at High Latitudes NORTH'SUN 2005, Vilnius, Lithuania, May 25, 2005*. Vilnius, 2005. P. 1–4.
- Perednis E., Karbauskaitė J. Kačerginės vaikų sanatorijos šiluminės energijos vartojimas. *Energetika*. 2006. Nr. 2. P. 63–67.
- Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2006–2010 metų programa. Patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. gegužės 11 d. nutarimu Nr. 443. *Valstybės žinios*. 2006. Nr. 54-1956. [http://www.ena.lt/main\\_veikla\\_vartojimas.htm](http://www.ena.lt/main_veikla_vartojimas.htm)
- HN 42-2004. Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas. *Valstybės žinios*. 2004. Nr. 105-3911.
- STR 2.05.01: 2005. Pastatų atitvarų šiluminė technika. 2005 03 18 įsakymas Nr. D1-156. *Valstybės žinios*. 2005. Nr. 100-3733.
- STR 2.09.04: 2008. Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui. 2008 10 22 AM įsakymas Nr. 552.
- STR 2.09.02: 2005. Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas. *Valstybės žinios*. 2005. Nr. 111.
- Ignatavičius Č., Ignatavičius G., Tuomas E. *1997–2000 metų mokyklų renovacijos rezultatai*. Vilnius: Homo liber, 2002. 123 p.
- Jurelionis A., Karbauskaitė J. Renovuotų Lietuvos mokyklų klasių oro kokybė. *Energetika*. 2005. Nr. 4. P. 42–53.
- Pikutis R., Šeduikytė L. Technical-economical estimation of the renovated Lithuanian schools. *Energetika*. 2006. Nr. 1. P. 22–27.

Jūratė Karbauskaitė, Eugenijus Perednis

## TRENDS OF ENERGY CONSUMPTION EFFICIENCY AT THE KAČERGINĖ CHILDREN'S SANATORIUM

### Summary

Energy consumption in a biomass boiler room and a renovated heat production at the Kačerginė children's sanatorium are presented according to the energy performance audits. The efficiency of the biomass boiler and energy production costs were determined. Building construction structural elements were investigated and their actual state was evaluated with respect to changes in construction estimates and fuel prices. Pay-back periods of investments are compared in regard to the results of audits carried out within a 3-year period. Changes in labour and material market prices have affected significantly the pay-back of the investments and the benefit of the proposed measures. Recommendations for the renovation of buildings and primary measures are discussed according to changes in economic efficiency. Suggestions on the further development of renewable energy sources are proposed.

**Key words:** biomass, heat production, building construction, heat losses, renovation of buildings

Юрате Карбаускайте, Эугениус Переднис

## ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГИИ В КАЧЕРГИНСКОМ ДЕТСКОМ САНАТОРИИ

### Резюме

Представлен анализ энергетического аудита и потребления теплоэнергии в Качергинском детском санатории. В зависимости от наружной температуры исследованы эффективность сжигаемого биотоплива и стоимость выработанной энергии. Сроки окупаемости инвестиций сравниваются с результатами аудита, отражающего результаты трехлетней эксплуатации зданий. Изменения заработной платы и цен на строительные материалы значительно повлияли на сроки окупаемости инвестиций и эффективность проведенных мероприятий. Целесообразно провести реновацию зданий. Необходимо менять наружные двери и окна, утеплить чердак, стены и пол. Подготовлены рекомендации для первоочередной и дальнейшей долгосрочной реновации зданий.

**Ключевые слова:** биотопливное теплохозяйство, конструкция зданий, температура, теплопотери, реновация зданий