

# Iðoriniø veiksnio, sàlygojanèio centralizuotai tiekiamos ðilumos poreikius gyvenamuosiuose namuose, analizė

**Jurgita Grigonienė,**

**Vaclovas Kveselis,**

**Aurimas Lisauskas,**

**Matas Tamonis**

*Lietuvos energetikos institutas,  
Regionø energetikos plėtros laboratorija,  
Breslaujos g. 3, LT-44403 Kaunas*

Detali Klaipėdos miesto ðilumos vartojimo gyvenamuosiuose pastatuose analizė parodė, kad maþus ðilumos poreikius 1999–2002 m. sàlygojo þemas komforto lygis ir tai gali bũti siejama su gyventojø mokumu [1]. Vartotojø mokumà lemia ðeimø pajamos ir ðilumos kaina (tarifas), kurie skirtingi dideliuose ir maþuose ðalies miestuose. Dėl to ðilumos poreikiams gyvenamuosiuose pastatuose apibendrinti reikia tirti skirtingø dydþio miestus kuo platesniame klimato sàlygø kitimo diapazone.

Neàvertinus situacijos maþuose Lietuvos miestuose, bũtø nepatikima daryti iðvadas apie ðilumos suvartojimo gyvenamajame sektoriuje ypatumus visos ðalies mastu. Tokiai analizei panaudoti keleto nedidelio Lietuvos miestø, kuriuose vartotojø skaièius kinta nuo kelio deðimèio iki kelio ðimto (Kaiðiadorys, Ðalėininkai, Senieji Trakai, Birõtonas ir Birþai), ðilumos tiekjø atsiskaitymo su vartotojais duomenys bei Lietuvos ðilumos tiekjø asociacijos skelbiami apibendrinti duomenys apie ðilumos vartojimà gyvenamuosiuose pastatuose [2].

Analizės rezultatai apibendrinti ðilumos poreikiø gyvenamuosiuose namuose priklausomybe nuo ðilumos kainos, miesto dydþio, laikotarpio bei klimato sàlygas apibũdinanèio rodiklio.

**Raktaþodþiai:** ðilumos poreikiai gyvenamuosiuose namuose, ðilumos poreikiø kokybės rodikliai, patalpø vidaus temperatũra

## 1. ÁVADAS

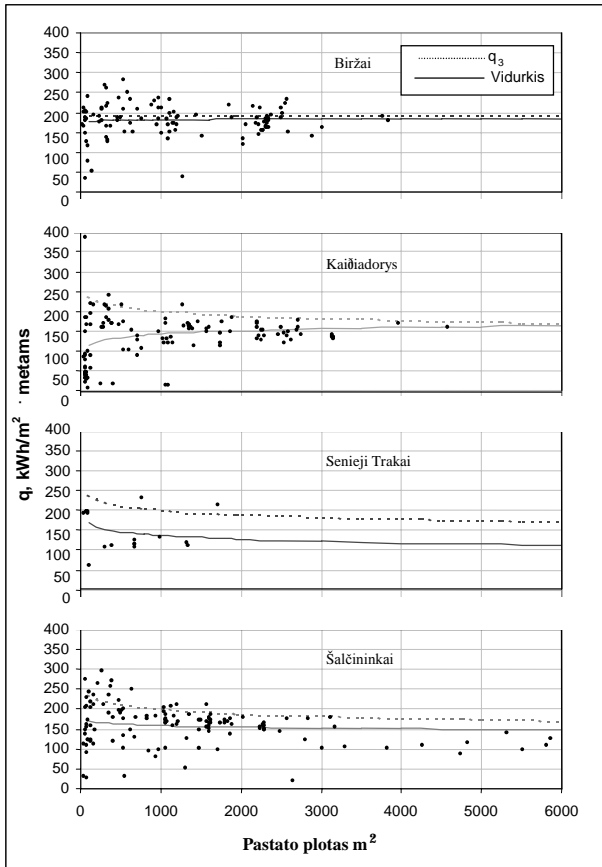
Ekonomiškai pirmaujanèiose ðalyse daug dėmesio skiriama ðilumos vartojimo stebėsenai namø ūkiuose, kaip vienam pagrindiniø energijos galutinio vartojimo sektoriø. JAV funkcionuoja pastoviai veikianèios organizacinės struktũros skirtos tokio duomenø rinkimui ir analizei Nacionalinės energetikos modeliavimo sistemos (NEMS) rėmuose. Tokios sistemos funkcionavimas leidþia modeliuoti ðilumos poreikius, atsiþvelgiant á gyvenamøjø pastatø charakteristikas, naudojamos energijos rũðis, technologinius energijos tiekimo ir vartojimo sprendimus, klimatà bei daugelà demografinio veiksnio [3]. Nustatytos ðilumos vartojimo priklausomybės namø ūkiuose nuo keleto deðimèio veiksnio sėkmingai naudojamos formuojant valstybės ekonominæ politikà, valdant poreikius bei sprendþiant socialines problemas.

Lietuvoje šilumos vartojimo gyvenamuosiuose pastatuose analizės galimybes ðiuo metu riboja statistiniø duomenø trũkumas, nes nėra sukurtos ir veikianèios vieningos duomenø surinkimo ir jø analizės sistemos.

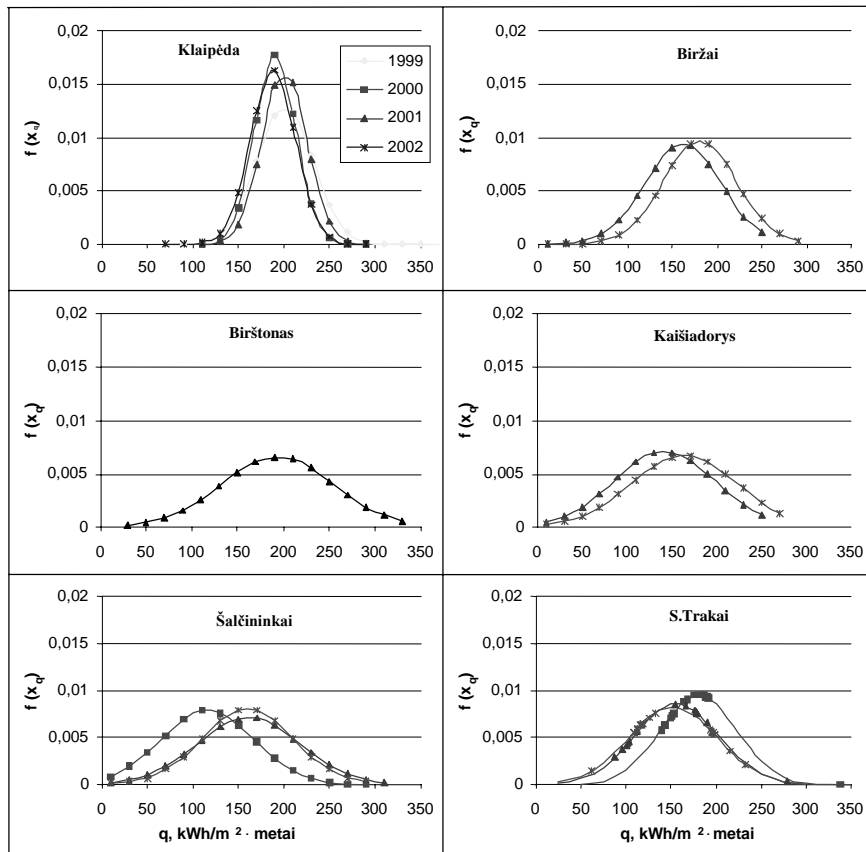
Klaipėdoje atlikti tyrimai parodė, kad ðilumos vartojimas pastatuose maþinamas bloginant komfortà, ir tai gali sukelti sunkiai prognozuojamas socialines pasekmes bei turėti átakos iðorinio kaðto (pvz., gydymo iðlaidø) augimui. Nepaisant to, neseniai ðalies Vyriausybės patvirtintoje Konvergencijos programoje orientuojamasi á tai, kad gyventojø iðlaidos pastatø renovacijai bus ið dalies kompensuotos ðilumos poreikiø sumaþėjimu [4]. Visa tai kelia papildomas paskatas analizuoti iðorinius veiksnius, sàlygojanèius ðilumos poreikius gyvenamuosiuose pastatuose.

## 2. VIDUTINĖS METINĖS PASTATØ ÐILUMOS SÀNAUDOS SKIRTINGUOSE MIESTUOSE

Esamai situacijai yra bũdinga tai, kad ne tik Klaipėdoje, bet ir maþuose Lietuvos miestuose maþai beliko pastatø, kuriuose ðilumos bũtø vartojama daugiau uþ Nacionalinėje energetikos vartojimo efektyvumo didinimo programoje (NEVEDP) priimtus vidutiniø metiniø ðilumos poreikiø rodiklius, kuriuos galima pasiekti minimaliomis šilumos taupymo investicijomis [1, 5]:



1 pav. Keturių miestų šilumos vartojimo priklausomybė nuo pastatų šildomo ploto 2002 m.



2 pav. Šilumos vartojimo normalinis pasiskirstymas 6 miestuose

$$q_3 = 314,82 - 16,522 \ln(A) \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{metams.} \quad (1)$$

Dar daugiau, vidutinės šilumos sąnaudos praktiškai yra pasiekusios NEVEDP rekomenduojamą bei ekonomiškai pateisinamomis investicijomis pagrąstą vartojimo lygį, o dažnai jos būna ir mažesnės. Kaip pavyzdį pateikiame keleto skirtingų miestų šilumos vartojimą (1 pav.).

Nors mažiems miestams, kaip ir Klaipėdai, atskiruose pastatuose būdinga didelė santykinio šilumos vartojimo sklaida atskiruose pastatuose, statistinė šių duomenų analizė leidžia atskleisti esminius skirtumus tarp šių miestų ir jų kaitą laike (2 pav.). Pastebėta, kad normalioji (Gauso) kreivė

$$f(x_q) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-x^2/2} \quad (2)$$

mažuose miestuose esminiai skiriasi nuo Klaipėdos. Lygtyje (2) standartinio parametro  $x$  reikšmės turi prasmę:

$$x_q = (q - \dot{q}) / S; \quad (3)$$

čia

$q$  – faktinis pastato šilumos poreikis kWh/m<sup>2</sup> · metams,

$\dot{q}$  – šilumos poreikio svorinis vidurkis kWh/m<sup>2</sup> · metams,

$S$  – standartinis nuokrypis kWh/m<sup>2</sup> · metams.

$S$  – standartinis nuokrypis kWh/m<sup>2</sup> · metams.

Santykinio šilumos vartojimo normalinio pasiskirstymo rodiklio šerečiai pateikti 1 lentelėje.

Visų pirma mažiems miestams būdingas didesnis standartinis nuokrypis  $S$  nuo svorinio (arba vyraujančio) šilumos sąnaudos vidurkio  $\dot{q}$ . Tai gali būti susieta su šilumos tiekimo reguliavimo kokybe ir vartotojų reakcija į šilumos tiekimo veiksnius. Klaipėdoje vyraujančio sąnaudos nagrinėjamo laikotarpio mažėjimo, tuo tarpu mažesniuose miestuose galima aptikti ir priešingą tendenciją. Reikia pažymėti ypač jėmą šilumos vartojimą 2000 m. Šalčininkuose, kai, pagal gyventojų atsiliepimus, itin pablogėjo komforto sąlygos (pradėjo pelyti patalpų sienos).

Vėlesnių metų šilumos vartojimo padidėjimas gali būti siejamas su neišvengiamą būtinybę gerinti gyvenamųjų būstų komforto sąlygas. Tuo tarpu aukštos šilumos są-

1 lentelė. Miestų svorinio ūilumos vartojimo ir standartinio nuokrypio  $S$  statistiniai žverėiai

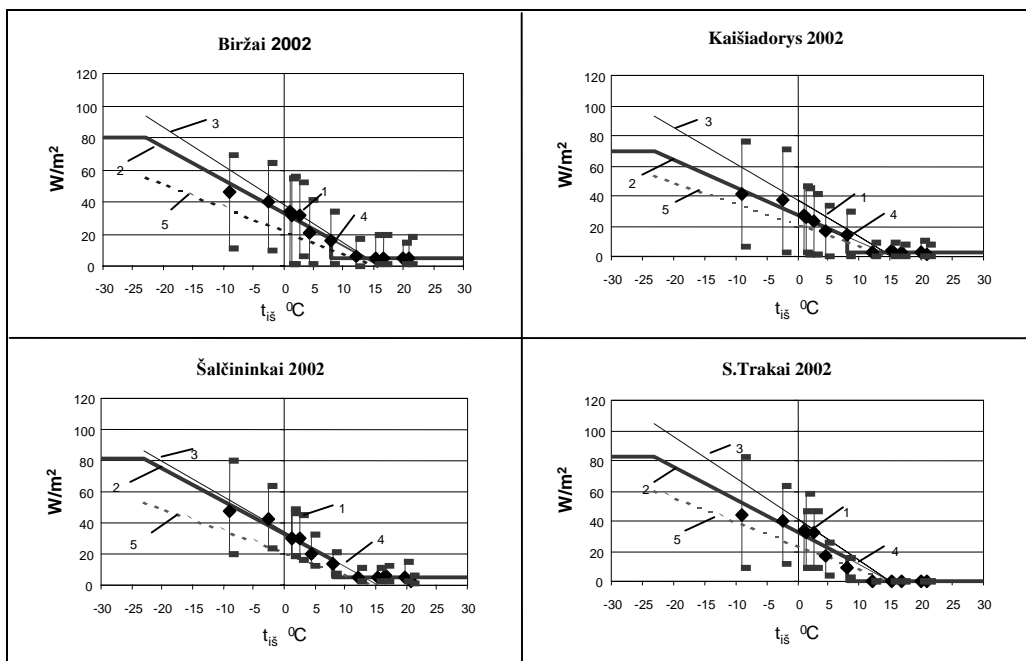
		2000 m.	2001 m.	2002 m.
Klaipėda	Imtis	916	908	904
	$\dot{q}$	190	200	188
	$S$	22	24	24
S. Trakai	Imtis	18	18	17
	$\dot{q}$	181	156	152
	$S$	42	46	48
Kaišiadorys	Imtis		103	108
	$\dot{q}$		142	164
	$S$		56	59
Đalėininkai	Imtis	110	125	128
	$\dot{q}$	116	161	160
	$S$	50	56	49
Biržai	Imtis		114	105
	$\dot{q}$		161	180
	$S$		42	41
Birštonas	Imtis		77	
	$\dot{q}$		189	
	$S$		62	

naudos Senuosiuose Trakuose 2000 m. gali būti susietos su ūilumos vartojimu be apskaitos prietaisų, o po jos ūvedimo 2001 m. ūilumos vartojimas staiga mažėjo. Plačiau apibendrinti ūilumos vartojimo pokyčius sukeliančias priežastis yra sudėtinga dėl ribotos informacijos apie kitus veiksnius, kurie galėjo sąlygoti ūilumos vartojimą.

### 3. KOMFORTO LYGIO VERTINIMAS MAŽŲ MIESTŲ GYVENAMUOSIUOSE PASTATUOSE

Ūilumos poreikių atskirais mėnesiais analizė ir turimi duomenys apie pastatų ūiluminės charakteristikas leidžia daryti pagrįstas išvadas apie komforto sąlygų palaikymą gyvenamuosiuose pastatuose. Vienas parametrų, atspindinčių komforto sąlygas, yra patalpų vidaus temperatūra  $t_{vd}$ . Normalios komforto sąlygos yra tuomet, kai gyvenamųjų patalpų vidaus temperatūra bei ūilumos sąnaudos patalpų vėdinimui atitinka nustatytas sanitarinės ir higieninės normos [6].

Vidutinių mėnesio ūilumos poreikių analizės, atliktos remiantis darbe [1] iždėstyta metodika, rezultatai Biržų, Kaišiadorių, S. Trakų ir Đalėininkų miestų faktiniam ūilumos vartojimui 2002 m. parodyti 3 pav. Èia parodytas vidutinis bendrasis miesto pastatų ūilumos vartojimas bei jo sklaida (1), teorinė vidutinių bendrųjų (lauptinė linija 2) ir savitųjų (punktirinė linija 3) pastatų ūilumos nuostolių priklausomybė nuo lauko temperatūros  $t_{is}$ . Đildymo sezono vidinius ūilumos poreikius aprašančios tiesės (4) susikirtimo taškas su temperatūros  $t_{is}$  ašimi gali būti interpretuojamas kaip vidutinė iđorės temperatūra, kuriai esant skaičiuotina patalpų temperatūra  $t_{vd}$  turėtų uđtikrinti vidiniai ūilumos ūaltiniai. Punktirinė tiesė 5 rodo savituosius pastatų ūilumos poreikius, jei jŲ atitvarų ūiluminė varža atitiktų dabartinių standartų reikalavimus [7].



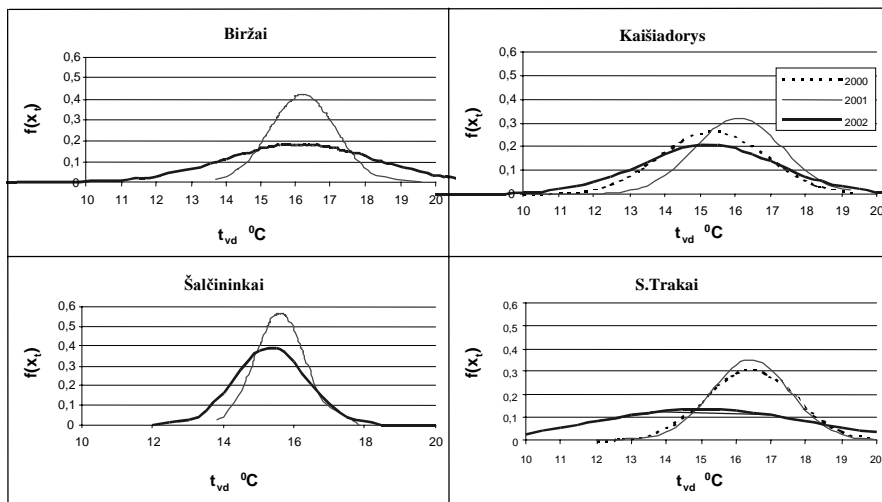
3 pav. Keturių mažų miestų gyvenamosioms patalpoms ūildyti galios poreikio priklausomybė nuo iđorės temperatūros

Svarbus signalas apie blogas komforto sąlygas mažų miestų gyvenamuosiuose pastatuose yra tai, kad vidutinės faktinės bendrosios ūilumos sąnaudos 2002 m. buvo mažesnės uđ vidutinius savituosius gyvenamųjų pastatų ūilumos nuostolius [7]. Nėra pagrindo manyti, kad ūilumos nuostoliai per pastatų atitvaras yra sumažinti iki dabartinių statybos reglamentus [6] atitinkančio lygio (5 taškinė linija 3 pav.), kadangi nei gyventojų apklausa, nei iđorinė

pastatų apžiūra to nerodo. Galima daryti išvadą, kad mažose miestuose gyvenamuosiuose pastatuose neįtikrinamos patalpų vėdinimo normos.

Skaičiuotinos vidaus temperatūros  $t_{vd}$  statistiniai šerėiai rodo, kad mažuose miestuose tik nedaugelyje gyvenamųjų pastatų palaikoma ankstesnėse statybos normose nustatyta 18°C vidaus patalpų temperatūra (4 pav.). Ėia standartizuoto parametro  $x_t$  reikšmė turi prasmę:

$$x_t = (t_{vd} - \dot{t}_{vd}) / S_t \quad (4)$$



4 pav. Skaičiuotinos patalpų vidaus temperatūros statistinis pasiskirstymas mažuose miestuose

2 lentelė. Mažose miestuose gyvenamųjų patalpų vidaus temperatūros  $t_{vd}$  statistiniai parametrai šerėiai

	2000 m.	2001 m.	2002 m.
S. Trakai	Imtis	18	17
	$\dot{t}_{vd}$	16,42	16,417
	S	1,28	2,90
Kaišiadorys	Imtis	90	108
	$\dot{t}_{vd}$	15,39	16,10
	S	1,49	1,92
Šalčininkai	Imtis	70	69
	$\dot{t}_{vd}$	15,61	15,34
	S	0,70	1,01
Biržai	Imtis	100	99
	$\dot{t}_{vd}$	16,21	16,11
	S	0,95	2,18
Birštonas	Imtis	77	
	$\dot{t}_{vd}$	15,68	
	S	1,09	

2 lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad  $\dot{t}_{vd}$  statistinio šerėio reikšmės nagrinėjamuose miestuose skirtingais metais kito nuo 15 iki 16,5°C. Iš gautų rezultatų būtų sunku išvengti akivaizdžią bendrą didėjimo ar mažėjimo tendenciją. Tariant, kad patalpų vidaus šilumos šaltinio galia nesikeičė, galima daryti išvadą, jog mažose miestuose gyvenamųjų patalpų vidutinė vidaus temperatūra, taip pat komforto sąlygos, palaikomos temperatūros požiūriu, nagrinėjamu laikotarpiu kito neįymiai.

Tokia gyvenamųjų patalpų skaičiuotina vidaus temperatūra negali būti vertinama, kaip atitinkanti komforto reikalavimus.

Sąlygų sudarymas normaliam komforto lygiui atkurti gyvenamosiose patalpose turėtų būti vienas svarbiausių valstybės ekonominės ir socialinės politikos prioritetų energetikos sektoriuje.

#### 4. ŠILUMOS POREIKIO PRIKLAUSOMYBĖS NUO ĮDOMINIO VEIKSNIŲ ANALIZĖ

Vyraujančio šilumos sąnaudų mažuose miestuose palyginimas su sąnaudomis Klaipėdoje gana ryškiai atskleidžia šilumos vartojimo skirtumus tarp mažų ir didelių miestų. Šilumos vartojimas Klaipėdoje yra didesnis vidutiniškai 30%, o palyginti su šilumos vartojimu Kaišiadoryse 2000 m., – net 60% (5 pav.).

Tokių didelių šilumos vartojimo skirtumus nulemia daug veiksnio, kurių kiekybiniam švertinimui labai trūksta reikalingos informacijos. Ūiu metu turimose duomenose pagrindu galima analizuoti tik šilumos kainos, klimato sąlygų, miesto dydžio bei pastatų struktūrą apibūdinančio rodiklio atkākā.

Duomenų analizei pasirinkta rodiklinė santykinio šilumos vartojimo priklausomybė nuo sąlygojančio veiksnio, aprašomose nedimensiniais indikatoriais:

$$\dot{q} = q_0 \cdot \prod_{i=1}^4 K_i^{\alpha_i} \quad (5)$$

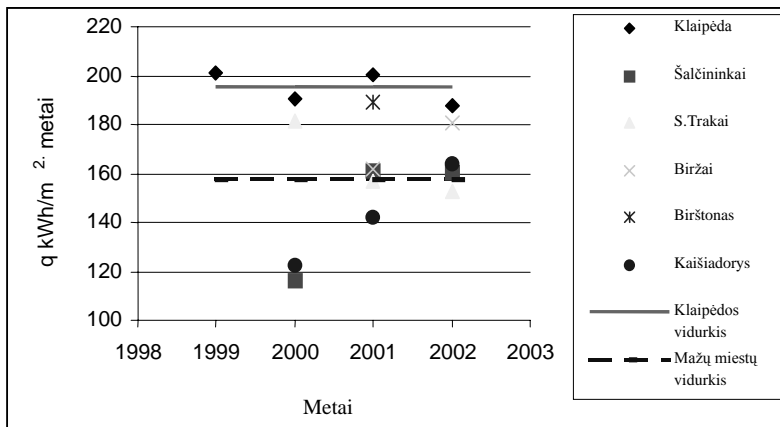
ėia  $K_1 = (\dot{t}_{vd} - \dot{t}_{sz}) / \Delta t_{st}$  – klimato sąlygų indikatorius, (6)

$K_2 = \text{metai} - 1998$  – laiko indikatorius, (7)

$K_3 = T_{th}/100$  – šilumos kainos indikatorius, (8)

$K_4 = GS/1000$  – miesto dydžio indikatorius, (9)

$\dot{t}_{vd}$  – vidutinė patalpų vidaus temperatūra °C,



5 pav. Vyraujanėio ūilumos sãnaudø maþuose miestuose palyginimas su Klaipėdos m. duomenimis

$t_{sz}$  – ūildymo sezono vidutinė lauko temperatūra °C,

$T_{th}$  – šilumos kaina (tarifas) Lt/MWh,

$GS$  – nagrinėjamo miesto gyventojø skaiėius,

$\Delta t_{st}$  – normatyvinės vidaus temperatūros (18°C) ir ilgametės statistinės ūildymo sezono vidutinės temperatūros (–0,5°C) skirtumas, ( $\Delta t_{st} = 18, 5$ ),

$\alpha_i$  – nagrinėjamø veiksniø poveikio stiprumà apibūdinantys parametrai.

Duomenys buvo analizuoti taikant standartina tiesinės regresijos funkcijà lygties (5) logaritminei transformacijai

$$\ln \hat{q} = \ln q_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_i \cdot \ln K_i, \quad (10)$$

kuri plaėiai naudojama àvairiø veiksniø poveikio statistinėje analizėje [8]. Gauti statistiniai nagrinėjamø parametrø àverėiai pateikti 3 lentelėje, o ūilumos vartojimo grafiniė priklausomybė nuo jø parodyta 6 pav.

Nepaisant to, kad analizuoti tik 1 lentelėje pateikti statistikos duomenys, gauta F statistikos vertė yra didesnė uþ Fiðerio kriterijaus reikðmæ esant 5% patikimumo lygmeniui [9]. Tai leidþia tvirtinti, kad funkcinė iðraiðka (5) su 3 lentelėje pateiktai parametrai àverėiais gana gerai apraðo ūilumos vartojimo priklausomybæ nuo nagrinėjamø iðoriniø veiksniø ir yra tinkama ūilumos vartojimui namø ūkyje àvertinti bei prognozuoti. Paþymėtina, kad nurodytam patikimumo lygiui pasiekti analizuojant teko atmesti 2000 m. Ðalėininkø bei S. Trakø ūilumos vartojimo duomenis.

3 lentelė. Penkiø miestø ūilumos vartojimo priklausomybės nuo nagrinėjamø veiksniø statistiniai àverėiai\*

$\ln(K_4)$	$\ln(K_3)$	$\ln(K_2)$	$\ln(K_1)$	$\ln(q_0)$
$\alpha_4 = 0,045$	$\alpha = -0,2$	$\alpha_2 = 0,042$	$\alpha_1 = 0,072$	$\ln q_0 = 4,99$
$se_4 = 0,023$	$se_3 = 0,281$	$se_2 = 0,066$	$se_1 = 0,214$	$se_q = 0,122$
$r^2 = 0,664$	$S_y = 0,082$			
$F = 4,93$	$Df = 10$			
$ssreg = 0,132$	$ssresid = 0,063$			

\* Statistiniø àverėiø paþymėjimai suderinti su standartinės funkcijos LINEST iðvedamais rodikliais.

Analizės rezultatai rodo, kad didþiausia átakà ūilumos vartojimui namø ūkyje turi ūilumos kainos ( $K_3$ ) bei miesto dydþio, apibūdinamo gyventojø skaiėiumi ( $K_4$ ), indikatoriai. Pastarasis indikatorius, nors ir netiesiogiai, daugiau ar maþiau atspindi ir ūilumos vartojimo priklausomybæ nuo gyventojø pajamø lygio, kuris paprastai yra maþesnis maþuose miestuose. Atlikti tyrimai rodo, kad maþø miestø ūilumos vartojimas gyvenamuosiuose pastatuose yra apie 17% maþesnis negu Klaipėdoje. Ðel nagrinėjamu laikotarpiu esanėio ~50% ūilumos kainos skirtumo nagrinėtuose miestuose ūilumos vartojimas skyrėsi apie 18%. Abiejø

ðiø veiksniø poveikis sàlygoja apie 35% maþesnà ūilumos vartojimà maþuose miestuose, palyginus su Klaipėda.

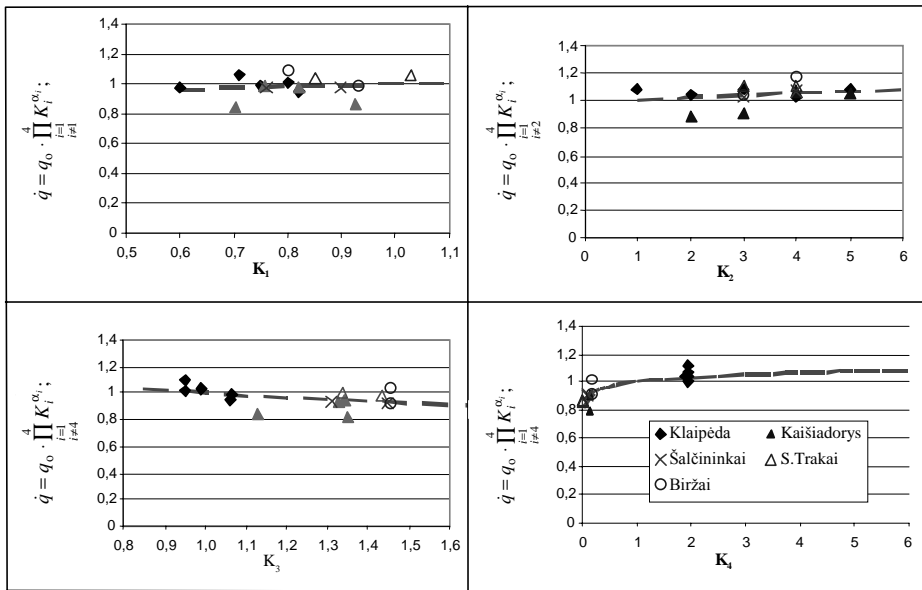
Atlikta analizė taip pat rodo neþymia ūilumos vartojimo priklausomybæ nuo klimato sàlygas apibūdinanėio indikatoriaus  $K_1$  bei nagrinėjamà laikotarpà apibūdinanėio indikatoriaus  $K_2$ . Nedidelis ūilumos vartojimo augimas tirtu laikotarpiu gali apibūrinti gyventojø pragyvenimo lygio (pajamø) augimà ir poreikà gerinti savo komforto sàlygas. Aukðtesnės nei ilgametės statistinės nagrinėjamø metø ūildymo sezono temperatūros praktiðkai nepakeiėia ūilumos vartojimo lygio.

Gautos tyrinėtø miestø ūilumos vartojimo funkcinės priklausomybės gali bũti panaudotos vertinant ūilumos vartojimo bũklæ ir kituose Lietuvos miestuose, kuriuose ūilumos vartojimas detaliau neanalizuotas.

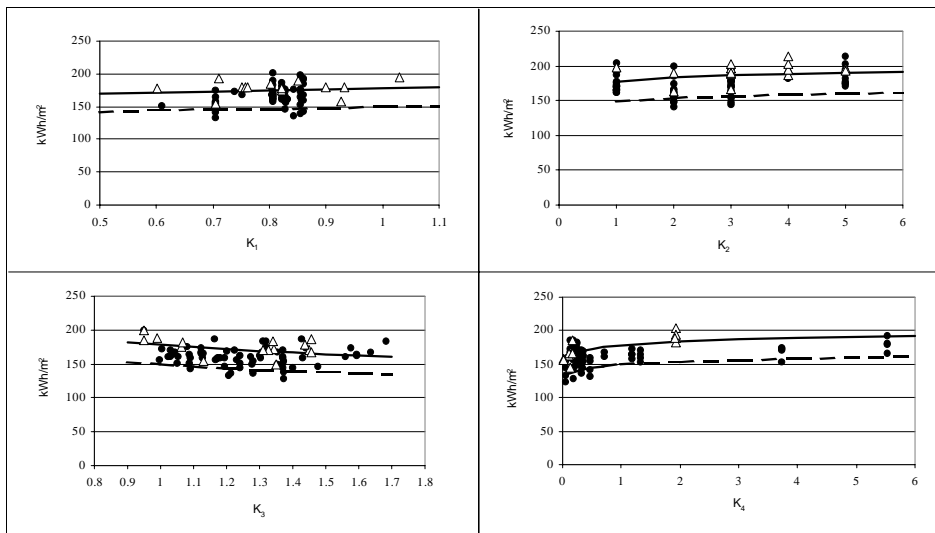
## GALUTINIO ūILUMOS VARTOJIMO NAMØ ūKYJE ANALIZÈ

Galutinis ūilumos vartojimas namø ūkyje yra vienas esminiø makroekonominio rodikliø, nusakanėio ðio energetikos ūkio poðakio indėlã á bendràjà vidaus produktà (BVP). Laikoma, kad nustatytos funkcinės ūilumos vartojimo priklausomybės galioja daugumai ðalies centralizuotai tiekiamos ūilumos vartotojø.

Be ðiame darbe atliktø tyrimø, naudingos informacijos galima rasti Lietuvos ūilumos tiekėjø aso-



6 pav. Šilumos vartojimo priklausomybė nuo tirtų išorinių veiksnių



7 pav. Šilumos vartojimo priklausomybė nuo tirtų išorinių veiksnių: D – tirtų miestų duomenys, • – LETA skelbiami duomenys

ciacijos (LETA) skelbiamose metinėse ataskaitose [2]. Čia galima rasti duomenį apie centralizuotai tiekiamos šilumos realizacijos apimtį gyvenamajame sektoriuje bei duomenį apie centralizuotai šildomą pastatų bendrą plotą, taip pat šilumos kainą. Tai leidžia apskaičiuoti gyvenamųjų pastatų šilumos sąnaudų svorinį vidurkį ūvairiems miestams. Miesto gyventojų skaičiui bei faktinei vidutinei šildymo sezono temperatūrai įvertinti duomenis tenka ieškoti kituose informacijos šaltiniuose. Nesant duomenų apie šio miesto patalpų vidaus temperatūrą ūverčius ( $t_{vd}$ ), buvo tarta, kad ji buvo visur vienoda ir lygi 16°C.

Kaip ir buvo galima tikėtis, taikant statistinius patikimumo kriterijus analizėje teko atmesti duomenis, kurie ryškiai (daugiau kaip 30%) skyrėsi nuo visų

miestų šilumos vartojimo vidurkiu. Jie sudarė apie 10% minėtose ataskaitose pateiktų duomenų. Tarp atmetų buvo kai kurie miestai (pvz., Palangos, Viasigino, Elektrėnų ir pan.) šilumos vartojimo duomenys, kurie galėjo turėti daugiau specifinių ypatumų, nebūdingų kitiems miestams. Duomenų analizės rezultatai matyti 7 pav.

Analizė parodė, kad ūvertinus čia minėtus nukrypimus, bendros šilumos vartojimo tendencijos visuose miestuose yra panašios, kaip ir detaliau tirtuose miestuose. Esminis skirtumas yra tik tai, kad vidutiniai LETA šilumos vartojimo duomenys ~12% mažesni nei anksčiau minėtuose miestuose.

Viena iš tokių skirtumų priežasčių gali būti nesuderinti šilumos vartojimo namų ūkyje duomenys su oficialiai skelbiamu šildomu pastatų plotu, tačiau gali būti ir kitos priežastys, kurių neįmanoma atskleisti remiantis turima informacija.

Galima pastebėti, kad Klaipėdos m. šilumos vartojimas namų ūkyje yra didesnis nei kitose didžiojo Lietuvos miestuose. Išlieka

didelė šilumos vartojimo sklaida mažuose miestuose, kuriuose gyventojų mažiau nei 50 000. Tai rodo, kad miesto gyventojų skaičius nėra geriausias parametras gyventojų mokumo arba pajamų lygiui apibūdinti; jiems įvertinti kitų statistikos duomenis nėra.

Svarbus veiksnys išlieka šilumos vartojimo priklausomybė nuo šilumos tarifo. Nagrinėjant didesnį miestų skaičių gauta ryškesnė šilumos vartojimo priklausomybė nuo klimato rodiklių. Laikui bėgant išlieka neįymus šilumos vartojimo augimas. Iš turimų duomenų galima spręsti, kad eliminavus kitus veiksnius ataką 1999 m. pasiektas mažiausias šilumos vartojimo lygis.

Nepaisant išryškėjusių skirtumų, galima teigti, kad apibendrinti šilumos vartojimo duomenys gali būti ekstrapoliuoti kitiems Lietuvos miestams, ūitaip išplečiant tyrimo rezultatus ir išvadų taikymo geografi-

jà, ðilumos vartojimui namø ûkyje apraðyti rekomenduojant lygtà:

$$\dot{q} = 170,5 \cdot K_1^{0,072} \cdot K_2^{0,042} \cdot K_3^{-0,2} \cdot K_4^{0,045}, \quad (11)$$

kuri atitinka visø nagrinëtø duomenø vidurkà nuo 1999 m. ir gali bûti naudojama ðilumos poreikiams prognozuoti.

Ðiuos rezultatus reikëtø vertinti kaip pirmà iðbaigtà tyrimà, nustatant kiekybinius ðilumos vartojimo namø ûkyje funkcinis ryðius ðiuo metu sukauptos informacijos pagrindu. Atlikti rinkos tyrimai parodo ðilumos vartojimo namø ûkyje informacinës sistemos sukûrimo svarbà, àtraukiant gerokai daugiau veiksnio, turinèio átakos ðiems procesams.

## 6. IÐVADOS

1. Sukurta analizës metodika sèkmingai pritaikyta, analizuojant ðilumos vartojimo tendencijas bei iðoriniø veiksnio átakà maþuose miestuose.

2. Ðilumos vartojimas maþuose miestuose kol kas iðlieka þemesnis nei dideliuose. Þemesnis ðilumos vartojimas maþuose miestuose negali bûti vertinamas kaip ðilumos vartojimo efektyvumo padidėjimas, nes jis pasiektas ne gerinant pastatø ðilumos izoliacijos kokybà, o bloginant komforto sàlygas.

3. Gyvenamøjø namø patalpø priimtino komforto palaikymo prasme situacija yra panaði visuose nagrinëtuose maþuose miestuose. Tai reiðkia, kad vartotojai ið esmës yra sumañinà savo ðilumos poreikius iki minimumo ir patalpose palaiko þemesnà temperatûrà bei tenkinasi blogesniu patalpø vëdinimu, nei nustato techniniai reglamentai.

4. Vartojimo lygis akivaizdþiai priklauso nuo ðilumos tarifø. Esami ~ 50% ðilumos tarifø skirtumai nulemia apie 20% ðilumos vartojimo skirtumus.

5. Darant prielaidà, kad gyventojø pajamos tiesiogiai priklauso nuo miesto gyventojø skaièiaus, bûtø galima teigti, kad gyventojø mokumo lygis apie 15% sumañina ðilumos vartojimà maþuose miestuose, palyginti su didþiaisiais ðalies miestais.

Gauta 2005 05 26

## Literatûra

1. Grigonienė J., Kveselis V., Tamonis M. Ðilumos poreikiø gyvenamuosiuose pastatuose analizė pagal ðilumà tiekianèios ámonës duomenis // Energetika. 2004. Nr. 4. P. 29–35.
2. Lietuvos ðilumos tiekøjø asociacijos veiklos apþvalga. Vilnius, 1997–2003.
3. The National Energy Modelling System: An Overview, May 1994. Energy Information Administration, DDE/EEA-0589.
4. Lietuvos konvergencijos programa. Pritarta LRV 2005 m. sausio 21 d. nutarime Nr. 54.

5. Nacionalinë energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa. Patvirtinta 2001.10.26 LR ûkio ministro ásknymu Nr. 319. Vilnius, 2001.

6. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.04:2002. Pastato šildymo sistemos galia. Energijos sąnaudos šildymui.

7. Stankevičius V., Karbauskaitė J. Gyvenamøjø namø ðilumos nuostoliai. Technologija. Kaunas, 2000. P. 142.

8. Ūkio statistika. Teorijos ir praktikos apybraiþos. Vilnius, 1995. P. 137.

9. Èiãããããããã Æ. Í. Ñòàðèñòè-àñèèà ì àòì àù ì ì ñòðì áì èý ýì ì èðè-àñèèò òì ðì òè. Ì ì ñèàà: Æùñøàý øèìèà, 1988. 227 ñ.

Jurgita Grigonienė, Vaclovas Kveselis,  
Aurimas Lisauskas, Matas Tamonis

## ANALYSIS OF EXTERNAL FACTORS DETERMINING HEAT DEMAND IN RESIDENTIAL BUILDINGS

### Summary

A detailed analysis of heat consumption in residential buildings of the Klaipeda city showed that low heat demands in 1999–2002 were determined by a low comfort level, and this can be related to the solvency of consumers [1]. Families' incomes and heat tariff, which are different in large and small towns, determine the consumers' paying capacity. Therefore, for generalization of heat demand in residential buildings it is necessary to investigate towns of different sizes in a possibly wider range of climate conditions.

Underestimating the situation in small Lithuanian towns, it would be not reliable to draw conclusions on the peculiarities of heat consumption in the residential sector of the whole country. Data on heat suppliers' settlement with consumers of several small Lithuanian towns in which the number of consumers varies in the range from several tens to several hundreds (Kaišiadorys, Šalėninkai, S. Trakai, Birštonas and Birþai), and data on heat consumption in residential buildings published by Lithuanian District Heating Association are used for such analysis.

The results of the analysis are generalized by the dependence of heat demand in residential houses on the characteristic indices of heat tariff, the size of town, the structure of residential buildings and climatic conditions.

**Key words:** heat demand in residential buildings, quality indices of heat demand, temperature of internal accommodation

Ð ðàèòà Æðèáííáíà, Æàøèíàñ Èàáñàèèñ,  
Àøðèì àñ Èèñàóñèàñ, Ì àòàñ Òàìííèñ

ÁÍ ÆÈÈÇ ÁÍ ÆØÍ ÈÕ ÕÆÈÕÍ ÐÍ Æ,  
Í ÆÕÑÈÍ ÆÈÈÀÞ Õ ÈÕ Í Í ØÐÁÁÍ Í ÑÒÈ  
Æ ÕÁÍ ÈÁ Æ ÆÈÈÕÕ ÇÁÁÍ ÈÕÕ

Ð à ç þ ì à

Æàðàèùí ùé áì àèèç ì ì ðàáàèáí èý ðàì èà à æèèùò çàáì èýò ã. Èèàèí àáù ì ì èàçàè, +òì ì èçèèè òðì ááí ù

iđodaáeái eý ðaí eà á 1999–2002 áá. áúe íáoñeí áeái ðaí, +ðí á æeéúð ííí áúái eýð ííááaðæeáæeáñú íeçeáy íí óðíáí þ eíí òíðða ðaí íaðaðóða. Ýóí ííæað áúðú ñáyçáí í ñ íeáðáæeáñí íñí áííñóúþ æeðáeáe.

Í eáðáæeáñí íñí áííñóú ííððááeðáeáe çaañeð íð eð áíóíáíá e ðaðeðíá íá ðaí eí, eíðíðúá ðaçeé+íú á áíeúøeð e íæeúð áíðíáð ñðáíú. Áeý óíáí, +ðíáú íáíáúeðú ááííúá íí ííððááeái eþ ðaí eà á æeéúð çááí eýð, íáíáóíáeí ú eññeááíááí eý á ðaçíúð áíðíáð íðe áíçííæíí øeðíeíí æeáíaçííá eéei aðe+añeð óñeíáeé.

Áaç ó+aðá ñeðóðeé, ñeéááúáþúáeñý á íæeúð áíðíáð Èeðáú, óðóáíí ñóáeú íá íñíááííñóýó ííððááeái eý ðaí eà á æeéúíí ñæeðíðá á íañøðááá ñðáíú á óaeíí. Íðe íðíáááíeé áíæeçá

eñííeúçíááíú ááííúá, ííeó+áííúá ó ðaí eíñíáá-æaþúeð íðááíðeýðeé, íá íñííáá eíðíðúð íðíeçáíæeðñý ðañ+að ñ ííððááeðáeýí e íæeúð áíðíáíá, +eñeí ííððááeðáeáe á eíóíðúð eíeááeáðñý íð íañeíeúeéð aañýðeíá áí íañeíeúeéð ñíðáí (Èaeøýáíðeñ, Øæeú+eíeíeáe, Ñýíæeð Òðaeáe), a ðaeæá íáíáúáiíúá ááííúá í ííððááeái eé ðaí eà á æeééúííí ñæeðíðá, íóáeééóáíúá Áññíøeáðeáe ííñóááúeéíá ðaí eà.

Ðaçeúðaðú áíæeçá íáíáúáiú íí óaðáeðaðeçóþúeí ííeáçaðáeýí: ðaðeðáí íá ðaí eí, ááeé+eíá áíðíáá e eéei aðe+añeíí óñeíáeýí á ða+áíeá íañeíeúeéð eáð.

Èeþ+ááúá ñeíáa: ííððááíñðe á ðaí eà á æeéúð çááí eýð, ííeáçaðáeé eá+añoáá ííððááeái eý ðaí eà, áíóðáííýý ðaí íaðaðóða ííí áúái eé