

Ūilumos poreikių gyvenamuosiuose pastatuose analizė pagal ūilumą tiekianės ūimonės duomenis

**Jurgita Grigonienė,
Vaclovas Kveselis,
Matas Tamonis**

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

Pastatų ūildymas yra vienas stambiausio energetikos produkcijos vartojimo sektorių Lietuvoje ir kaimyninėse panašaus klimato valstybėse. Pastatų ūildymui Lietuvoje per metus suvartojama per 10 TWh ūilumos, tam iūleidžiama apie 1,4 mlrd. litų.

Ūilumos vartojimo efektyvumą geriausiai parodo santykinės pastatų ūilumos sūnaudos, kurias labiausiai sūlygoja pastatų ūiluminės charakteristikos ir klimatas (iūdorės temperatūra). Be ūio veiksnio, nemaža ūtakà ūilumos vartojimui gali turėti palaikoma patalpų vidaus temperatūra ir patalpų vėdinimo poreikiai.

Ūiame darbe aptariamas matematinis ūilumos poreikių modelis, kuris apima gyvenamųjų patalpų bendruosius ūilumos poreikius, ūskaitant nuostolius per iūdorines atitvaras ir nuostolius dël infiltracijos, patalpų vėdinimo bei poreikius karšto vandens ruoūai. Savitieji ūilumos nuostoliai per atitvaras buvo ūvertinti remiantis kitų autorių atliktų tyrimų rezultatais. Bendrųjų ūilumos poreikių atskirų dedamųjų analizei sudarytas funkcionalas, iūreiūkiantis geriausià teorinio modelio atitikimà faktiniam ūilumos vartojimui pastatuose pagal ūilumos tiekėjo mēnesinius duomenis. Matematinis modelis ir analizės rezultatai skirti būsimo ūilumos poreikių prognozavimui ir gali būti panaudoti planuojant ūilumos tiekimo sektoriaus raidà.

Raktaūodþiai: ūilumos sūnaudos, ūilumos nuostoliai, ūilumos poreikių modelis, vidaus temperatūra, ūilumos vartojimo efektyvumas

1. ŪVADAS

Kiekvieno miesto gyvenamųjų pastatų struktūra, kuri sūlygoja ūilumos poreikius, yra savita. Atlikta daug tyrimų, kurie rodo ūilumos poreikių priklausomybę nuo pastato aukdų skaičiaus, bendrojo pastato ploto, pastato konstrukcinio charakteristikų bei kitų veiksnio [1–3]. Iūsamii ūilumos poreikių priklausomybės nuo pastatų aukdtingumo analizė pateikta Nacionalinėje energijos vartojimo efektyvumo didinimo programoje [4]. Atlikti tyrimai rodo, kad susiformavę ūilumos poreikiai susiaurino ūilumos taupymo galimybes ir reikia naujo poþiūrio á pastatų renovacijos ekonominà pagrindimà [5].

Taip pat þinoma, kad projektiniai ūildymo poreikiai, apskaičiuoti pagal pastatų atitvarų izoliacijos charakteristikas, buvo padidinti 1,5 karto ir daugiau átraukiant ūvairius atsargos koeficientus.

Visi þinomi ūilumos sūnaudų pastatuose tyrimai yra iū esmės fragmentiūki, nes Lietuvoje nėra ūilumos rinkos analizei reikalingų statistikos duomenų surinkimo sistemos. Iūsamesnei ūilumos rinkos raidos analizei ūiame darbe panaudoti ketverių metų AB „Klaipėdos energija“ atsiskaitymo su vartotojais duomenys.

Ūilumos vartojimo efektyvumo kitimà geriausiai parodo santykinės pastatų ūilumos sūnaudos, kurias

sūlygoja klimatas, karšto vandens vartojimas, patalpose palaikoma temperatūra bei pastatų atitvarų ūiluminės charakteristikos. Ūilumos vartojimo gyvenamuosiuose pastatuose analizė apēmė:

⇒ idutinių metinių ūilumos sūnaudų tyrimus konkreiuose pastatuose,

⇒ palaikomos patalpų vidaus temperatūros ūvertinimus,

⇒ savitųjų ir bendrų metinių ūilumos sūnaudų palyginimà.

2. VIDUTINĖS METINĖS ŪILUMOS SŪNAUDOS PASTATUOSE

Pirmiausia esamas ūilumos vartojimas gyvenamuosiuose pastatuose buvo palygintas su projektiniais ir Nacionalinėje energijos vartojimo efektyvumo didinimo programoje (NEVEDP) pateikiamais bendrais ūilumos poreikių rodikliais [4]. Tuo tikslu buvo atlikta pastatų ūilumos vartojimo duomenų, naudotų NEVEDP, regresinė analizė, kuri ūgalino gauti ūias ūilumos poreikių priklausomybes nuo ūildomų pastatų ploto:

$$q_1 = 594,91 - 28,198 \cdot \ln(A), \quad (1)$$

$$q_2 = 506,83 - 34,783 \cdot \ln(A), \quad (2)$$

$$q_3 = 314,82 - 16,522 \cdot \ln(A), \quad (3)$$

$$q_4 = 185,57 - 6,1566 \cdot \ln(A); \quad (4)$$

čia A – bendras pastato šildomas plotas m^2 ,

q_1 – projektiniai šilumos poreikiai $kWh/m^2 \cdot metams$,

q_2 – šilumos poreikio lygis pagal NEVEDP $kWh/m^2 \cdot metams$,

q_3 – vartojimo lygis, kurį galima pasiekti vartotojo atpvilgiu ekonomiškai pagrįstomis investicijomis esamomis sąlygomis, $kWh/m^2 \cdot metams$,

q_4 – minimalus vartojimo lygis, atitinkantis NEVEDP numatytas maksimalias investicijas padidinti šilumos vartojimo efektyvumą $kWh/m^2 \cdot metams$.

Šilumos vartojimo priklausomybės nuo pastato ploto buvo gautos perskaičiuojant šilumos perdavimo koeficiento pastatų duomenis, šilumos perdavimo koeficiento bendrą šilumos perdavimo koeficiento pasiskirstymą šilumos perdavimo koeficiento pastatuose. Projektinio šilumos sąnaudų priklausomybė nuo pastato ploto nustatyta pagal Klaipėdos m. duomenis.

Būdingi projektiniai šilumos vartojimo duomenys parodyti 1 pav. Projektinis Klaipėdos m. pastatų šilumos poreikio vidurkis sudaro apie $380 kWh/m^2 \cdot metams$. Projektinio duomenų sklaida vidurkio atpvilgiu yra didesnė nei $\pm 20\%$.

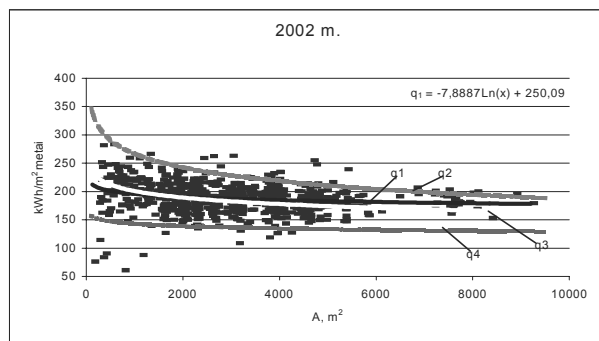
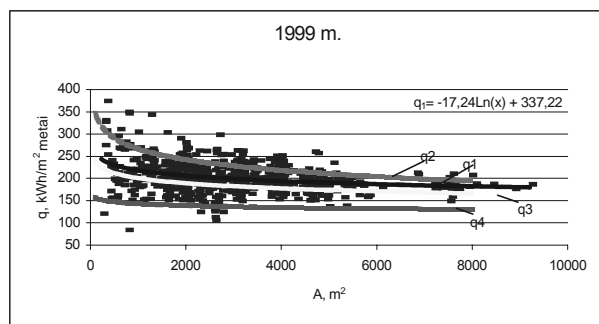
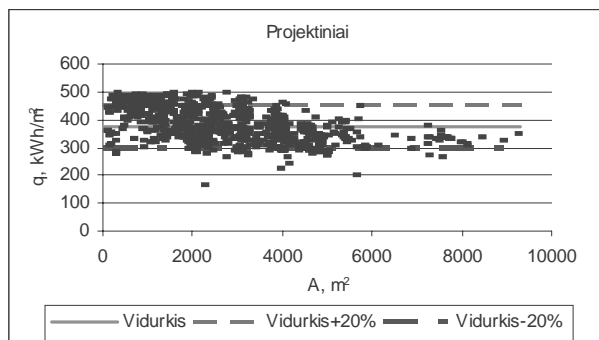
Faktinis šilumos vartojimas, 1999–2002 m. duomenimis, buvo gerokai žemesnis už projektinį. Faktinio šilumos vartojimo sklaida, kaip rodo 1 pav. pavaizduoti dvejų metų duomenys, yra kur kas didesnė už projektinį. Vidutinis faktinis šilumos vartojimo lygis (q_1) Klaipėdoje buvo artimas ar net truputį mažesnis nei NEVEDP numatytas vartojimo lygis (q_2), kurį galima pasiekti mažomis investicijomis.

Nemažos dalies pastatų šilumos vartojimas jau yra mažesnis negu minimalus vartojimo lygis (q_4) pagal NEVEDP. Toks mažas vartojimas gali būti paaiškinamas blogesniais komforto sąlygomis, kitu šilumos perdavimo koeficiento naudojimu ar ribotu šilumos ir karšto vandens poreikiu tenkinimu dėl socialinių problemų, nes gyvenamieji pastatai stambesniu mastu nebūvo atnaujinti.

Skirtumas tarp esamo vartojimo ir minimalaus vartojimo lygio pagal NEVEDP galėtų būti vertinamas kaip techninis energijos efektyvumo didinimo potencialas pastatuose, įgyvendinant maksimalų energijos taupymo priemonių paketą [7, 8]. Esamas žemesnis vartojimo lygis, mažesnis nei tas, kurį būtų galima pasiekti ekonomiškai pagrįstomis investicijomis ir energijos efektyvumo didinimą, galėtų būti vertinamas kaip techninio energijos efektyvumo didinimo potencialo susiaurinimas dėl esamų ekonominių ir socialinių sąlygų.

Nesant ryškios šilumos vartojimo priklausomybės nuo šildomo pastato ploto, nuodugnesnei analizei naudota standartinis normalusis skirstinys aprašomas formule:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-x^2/2}, \quad (5)$$



1 pav. Santykinio šilumos poreikio priklausomybė nuo šildomo pastato ploto Klaipėdoje

kuriuose standartinio parametro x reikšmės turi pras-
mą:

$$x_i = (q_i - \bar{q}) / S; \quad (6)$$

čia

q_i – faktinis i -ojo pastato šilumos poreikis,

\bar{q} – santykinio šilumos poreikio svorinis vidurkis,

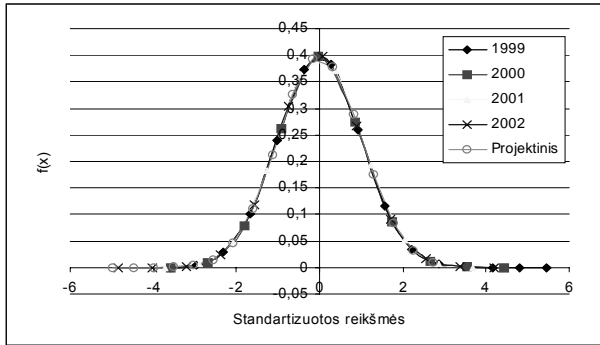
S – vidutinis kvadratinis šilumos poreikio nuokrypys.

Projektinio bei ketverių metų šilumos vartojimo duomenų standartizuotas normalusis skirstinys rodo, kad nagrinėjamo dydžio sklaida yra atsitiktinio pobūdžio (2 pav.).

Tuo tarpu normalioji (Gauso) kreivė

$$f_{\bar{x},s}(q) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(q_i - \bar{q})^2}{2S^2}} \quad (7)$$

turi aiškius poslinkius nagrinėjamo laikotarpio atpvilgiu (3 pav.). Visų nagrinėjamo metų Klaipėdos

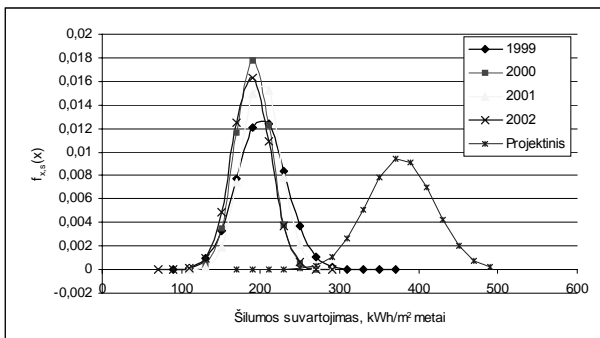


2 pav. Santykinio ūlumos poreikiø standartinio normaliojo skirstinio $f(x)$ priklausomybë nuo x pagal projektinius ir 4 metø Klaipëdos m. duomenis

1 lentelë. Klaipëdos m. statistinio parametror áverëiai

	Projektiniai	1999 m.	2000 m.	2001 m.	2002 m.
Imtis	1083	907	916	908	904
\bar{q}	376	201	190	200	188
S	41	31	22	24	24

miesto ūlumos vartojimo statistinio parametror áverëiai pateikti 1 lentelëje. Apskritai santykiniam ūlumos vartojimui yra būdingas maksimalios standartinio skirstinio reikðmës poslinkis maþesnio ūlumos sànaudø link.



3 pav. Santykinio ūlumos sànaudø normalinis pasiskirstymas Klaipëdoje pagal projektinius ir 4 metø faktinius duomenis

Ūlumos poreikiø raidos tendencijos, kurias galima stebëti ið metinio ūlumos sànaudø statistinës analizës, rodo pastatø, kuriø vartojimas yra ypaè didelis arba labai maþas, skaiëiaus maþëjimà. Sumaþëjusi, palyginti su projektiniais bei 1999 m., dispersijos S reikðmë rodo maþesnë santykinio vartojimo reikðmiø sklaidà apie vidurkà (1 lentelë). Labiausiai tikëtina, kad tai yra ūlumos taupymo ir geresnio reguliavimo pastatuose pasekmë.

3. MATEMATINIS ŪLUMOS POREIKIØ MODELIS

Iðsami pastatø metinio ūlumos sànaudø analizë parodo bendro metinio ūlumos vartojimo pokyëius bei tendencijas nagrinëjamu laikotarpiu. Taëiau ðie duo-

menys nieko nepasako apie ūlumos vartojimo pokyëius per metus. Taip pat lieka neaiðku, kokià átakà tam turi atskiri veiksniai.

Ðiai problemai nagrinëti buvo sukurtas matematinis ūlumos poreikiø modelis, kuris teoriðkai apraðo turimus faktinius vartojimo duomenis ir suteikia bûsimo vartojimo prognozavimo galimybæ. Ðis modelis parentas mënësio ūlumos poreikiais. Ðio poreikiø analizës galimybës sàlygoja turimø duomenø kokybë. Paprastai ūlumos tiekëjø atsiskaitymo su vartotojais duomenø bazëse yra duomenys apie ūlumos vartojimà vasaros sezonu, kuriuos derëtø priskirti karðto vandens ruoðai, ir bendrus ūlumos poreikius ūldymui bei karðto vandens ruoðai ūldymo sezono metu. Savo ruoþtu visi ūlumos poreikiai priklauso nuo ūlumos nuostoliø per pastatø atitvaras bei ūlumos nuostoliø, susijusio su patalpø vëdinimu, infiltracija bei kitais veiksniais. Teoriniam j -ojo pastato mënësio ūlumos poreikiø galios skaiëiavimui panaudota lygtis:

$$q_{U,j,n} = \begin{cases} U_j \cdot (t_{vd,j} - t_{is,n}), & \text{jei } t_{is,n} \leq t_{sz}, \\ q_{kv,j}, & \text{jei } t_{is,n} > t_{sz}; \end{cases} \quad (8)$$

ëia

$q_{U,j,n}$ – j -ojo pastato bendrojø ūlumos nuostoliø galia W/m^2 ,

U_j – bendrosios ūlumos sànaudos pastato nuostoliams kompensuoti, esant vieno laipsnio skirtumui tarp iðorës ir vidaus temperatûrø, $W/m^2 \cdot ^\circ C$,
 $t_{sz} = 8$ – apibûdina ūldymo sezono pereigos temperatûrà $^\circ C$,

q_{kv} – ūlumos sànaudos karðto vandens ruoðai W/m^2 ,

$t_{vd,j}$ – vidutinë nagrinëjamø metø pastato patalpø vidaus temperatûra $^\circ C$,

$t_{is,n}$ – vidutinë mënësio lauko temperatûra $^\circ C$.

Vasaros sezono ūlumos poreikiai, kaip rodo Lietuvos ir kitø ðaliø tyrimø duomenys, daugiausia priklauso nuo skaiëiaus gyventojø, tenkanëio gyvenamojo ploto vienetui [6], bei nuo gyventojø amþiaus [7]. Ūlumos tiekëjai visai neturi duomenø apie gyventojø amþiø ir apie butø dydþius daugiabuëiuose gyvenamuosiuose pastatuose. Dël to ūlumos poreikiø vasaros sezonu analizei panaudota ðitokia lygtis:

$$q_{kv,j} = a_{1,j} \cdot \bar{B} \cdot \ln \left(\frac{GS_j}{A_j \cdot GSA_0} \right)^{a_2}; \quad (9)$$

ëia

A_j – j -ojo pastato šildomas plotas m^2 ,
 GS_j – j -ojo pastato ploto ir gyventojø skaiëiaus santykis,

\bar{B} – vidutinis buto plotas m^2 ,

GSA_0 – vidutinis gyventojų skaičius, tenkantis gyvenamojo ploto vienetui, gyv/m^2 .

Remiantis statistikos duomenimis, priimta $\bar{B} = 53 m^2$, $GSA_0 = 0,007 gyv./m^2$. Lygties (9) parametrai a_1 ir a_2 buvo nustatyti remiantis turimais faktinio vartojimo duomenimis per metus. Analizės rezultatai rodo, kad regresijos parametras $a_2 = 0,25$ ir nepriklauso nuo laiko ar iđorės temperatūros.

Sudėtingiau spręsti apie savitųjų ūilumos nuostolių (W_0) priklausomybę nuo iđorės temperatūros, nes neámanoma gauti duomenų apie faktinius ūilumos nuostolius per atitvaras. Dėl to daroma prielaida, kad savitųjų ūilumos nuostolių dedamoji priklauso tik nuo pastatų dydžio ir lygi áinomų tyrimų duomenims [1].

Literatūros áaltiniuose nepavyko rasti aiđkio funkcinių priklausomybių savitiesiems ūilumos nuostoliams per pastatų atitvaras aprađyti. Tokiai priklausomybei nustatyti pasinaudota esamo gyvenamojo fondo ūilumos nuostolių per pastatų atitvaras ávertinimais pagal 1995 m. būklę bei jŭ prognozėmis, visiđkai atnaujinus visus pastatus atsiþvelgus á dabartinių standartų reikalavimus [1]. Ðio tyrimų rezultatai, perskaičiuoti áildomam pastatų plotui, parodyti 4 pav.

Buvo gauta ái priklausomybė savitiesiems ūilumos nuostoliams apskaičiuoti ($W/m^2 \cdot ^\circ C$):

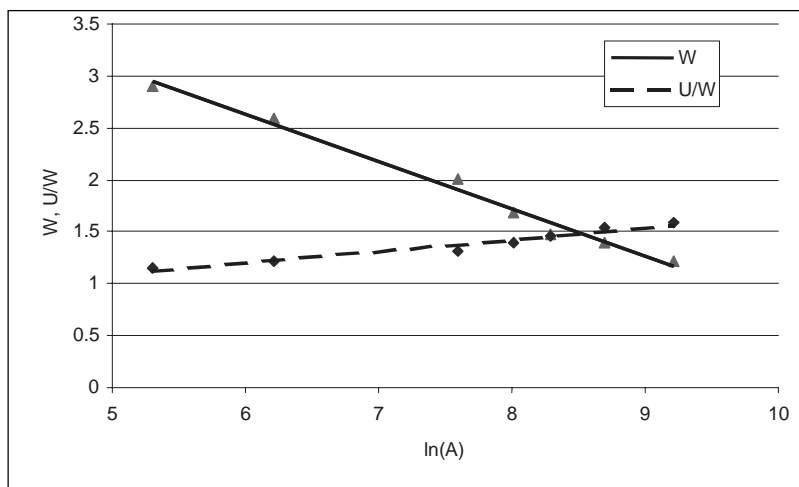
$$W_j = -0,4544 \cdot \ln A_j + 5,3592. \quad (10)$$

Tuomet pastato ūilumos sánaudų priklausomybė galėtŭ bŭti uþrađyta taip:

$$q_{W,j,n} = \begin{cases} W_j \cdot (i_{vd,j} - i_{is,n}), & \text{jei } i_{is,n} \leq t_{sz}, \\ 0, & \text{jei } i_{is,n} > t_{sz}; \end{cases} \quad (11)$$

ėia

W_j – ūilumos sánaudų nuostoliams per pastato atitvaras kompensuoti, esant vieno laipsnio skirtumui tarp iđorės ir vidaus temperatŭrų, $W/m^2 \cdot ^\circ C$,



4 pav. Savitųjų ūilumos nuostolių per atitvaras ir bendrųjų nuostolių santykio su savitaisiais priklausomybė nuo pastatų ploto pagal 1995 m. būklę

$q_{w,j,n}$ – j -ojo pastato ūilumos nuostoliai per atitvaras.

Savitieji ūilumos nuostoliai per atitvaras vidutiniam $2000 m^2$ pastatui pagal 1995 m. būklę sudarė apie $35,25 W/m^2 \cdot \text{metams}$, o visiđkai atnaujinus pastatą, jie sumaþėtŭ iki $17 W/m^2$ [1].

Nesant patikimesnių duomenų, (10) ir (11) priklausomybės gali bŭti naudojamos faktiniam bendrųjų ūilumos poreikių palyginimui su savitaisiais nuostoliais.

Bendrųjų ūilumos poreikių ir savitųjų nuostolių skirtumas apibŭdintŭ sánaudas, kurios tenka karđto vandens ruođai, pastatų vėdinimo bei infiltracijos nuostoliams padengti.

Apibendrinant pasirinktą teoriną modelą galima konstatuoti, kad bet kurio j -ojo gyvenamojo pastato poreikiai aprađomi áia funkcine priklausomybe nuo trijų neþinomų parametŭrų:

$$q_{U,j,n} = f(i_{vd}, U_j, a_{1,j}), \quad (12)$$

kurių reikđmės gali bŭti nustatomos minimizuojant áá funkcionalà:

$$\Phi = \frac{1}{N_n (N_j - 3)} \sum_{j=1}^{N_j} \sum_{n=1}^{N_n} |q_{fakt,j,n} - q_{U,j,n}| = \min; \quad (13)$$

ėia

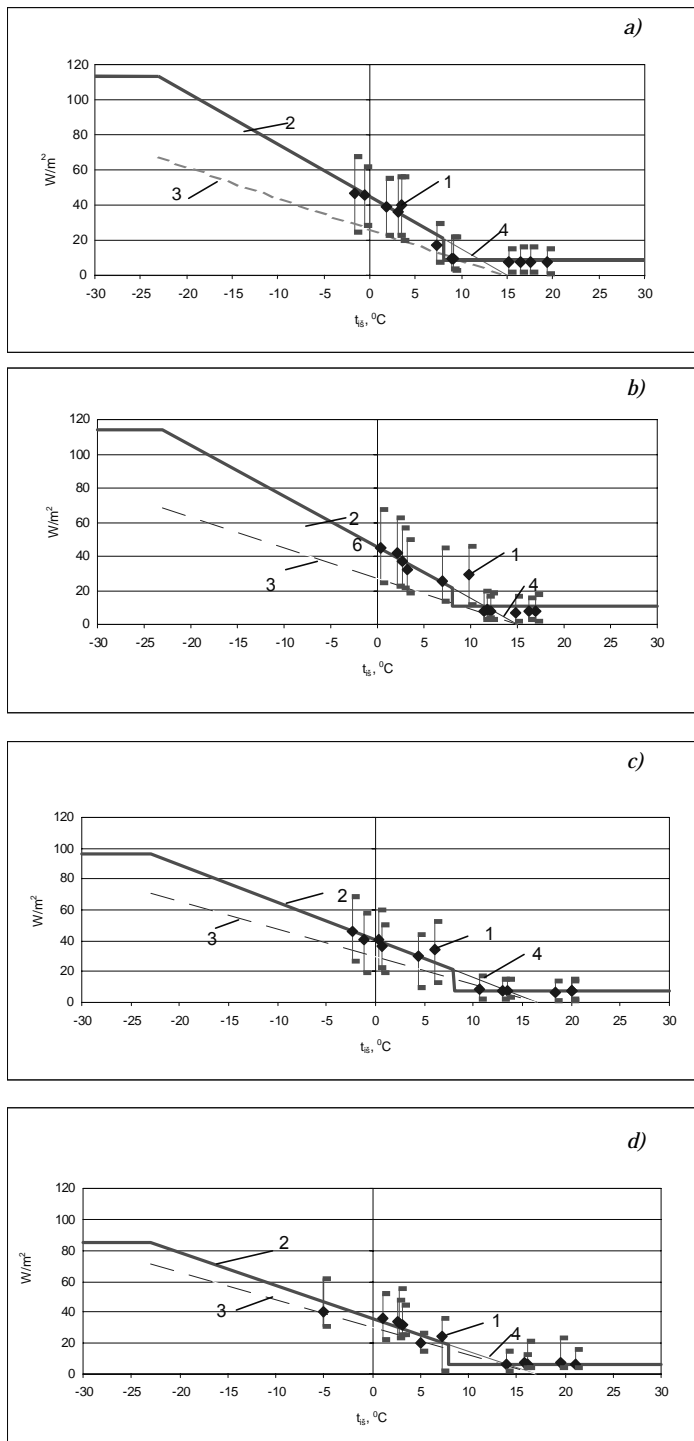
$q_{teor,j,n}$ – faktinės mėnesio ūilumos sánaudų W/m^2 ,
 N_j – analizuojamų pastatų skaičius,
 n – sudėties indeksas pagal mėnesio ūilumos vartojimą,

$N_n = 12$ – mėnesių skaičius.

Tik dėl turimų statistikos duomenų ribotumo tolimesnėje analizėje apsiribota trimis kintamaisiais (12) lygties parametrais.

4. VIDUTINIŪ MĖNESIO ŪILUMOS POREIKIŪ ANALIZĖ

Vidutiniŭ mėnesio ūilumos poreikių analizės, atliktos remiantis ankstesniame skyriuje iđdėstyta metodika, rezultatai Klaipėdos m. faktiniam ūilumos vartojimui nuo 1999 iki 2002 m. parodyti 5 pav. Analizei panaudoti daugiau kaip 900 Klaipėdos gyvenamųjų pastatų mėnesio ūilumos vartojimo duomenys. Ėia parodytas vidutinis bendrasis miesto pastatų ūilumos vartojimas bei jo sklaida (1), teorinė vidutiniŭ bendrųjų (lauptinė linija 2) ir savitųjų (punktyrinė linija 3) ūilumos nuostolių priklausomybė nuo lauko temperatŭros t_{is} . Šildymo sezono ūilumos poreikių tiesės (4) susikirtimo tađkas su temperatŭros t_{is} ađimi, pagal (8) lygtą, gali bŭti interpretuojamas kaip vidutinė balansinė iđorės temperatŭra, kuriai esant standarti-



5 pav. Klaipėdos m. mėnesio ūlumos poreikiø analizė pagal 1999–2002 m. ūlumos vartojimo duomenis. *a* – 1999 m., *b* – 2000 m., *c* – 2001 m., *d* – 2002 m.

nà patalpø temperatūrà turėtø ūptikrinti vidiniai ūlumos ūaltiniai. Kita vertus, ūis būdingas taðkas parodo ūlumos poreikiø priklausomybės nuo iðorės temperatūros charakteristikà, t. y. jo poslinkis aukðtesnės temperatūros kryptimi parodo gyventojø polinkà palaikyti aukðtesnà vidaus temperatūrà.

Nepaisant plaėios faktinio ūlumos vartojimo duomenø sklaidos, bendrieji ūlumos poreikiai ga-

na adekvaėiai atitinka mėnesio ūlumos poreikiø vidurkà (5 pav.). Per nagrinėtø ketveriø metø laikotarpà galima pastebėti nedidelio bendrøjø ūlumos poreikiø maþėjimo tendencijà. Ūlumos galios poreikiai karðto vandens ruoðai nedaug tekito.

Paþymėtina, kad kasmet bendrojo ūlumos vartojimo (2 kreivė) ir savitøjø ūlumos nuostoliø skirtumas maþėjo. Vidutinė bendrøjø ir savitøjø ūlumos sànaudø santykio \bar{U} / \bar{W} reikðmė yra artima 1,29 [1]. Taigi analizė rodo, kad 1999–2002 m. ūlumos sànaudos patalpø vėdinimui buvo didesnės ūþ teoriðkai reikalingas. Galima teigti, kad maþiau ūlumos suvartota maþinant ūlumos nuostolius vėdinant patalpas.

Pagal gautus analizės rezultatus, Klaipėdoje vidutinė balansinė temperatūra nagrinėjamu laikotarpiu kito nuo 15,1 iki 17 °C (2 lentelė), o nagrinėjamo laikotarpio ūlumos sànaudø karðto vandens ruoðai galios vidurkis sudarė 8,3 W/m².

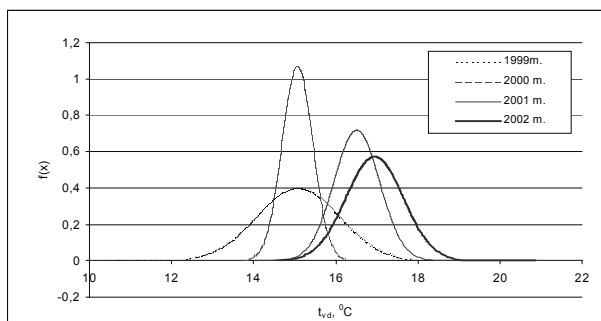
Ið gautø rezultatø galima spràsti, kad ūlumos vartojimas maþėja vartotojø komforto sàskaita.

5. KOKYBINIS ŪLUMOS POREIKIØ VERTINIMAS

Vertinant metinius ir mėnesio ūlumos poreikiø pokyčius galima daryti pagrãstas iðvadas apie komforto sàlygø pokyčius gyvenamuosiuose pastatuose. Vienas parametrow, atspindinėio komforto sàlygas, yra palaikoma patalpø vidaus temperatūra. Kaip rodo analizės rezultatai (2 lentelė), vidutinės balansinės temperatūros reikðmė nagrinėjamu periodu augo. Darant prielaidà, kad patalpø vidaus ūlumos ūaltiniø galia nesikeitė, galima daryti iðvadà, jog Klaipėdoje per ketverius nagrinėtus metus didėjo gyvenamøjø patalpø vidutinė vidaus temperatūra.

Kiekvienam pastatui apskaiėiuotø balansiniø temperatūrø sklaida parodyta 6 pav. Matyti akivaizdus kreivio poslinkis aukðtesniø vidaus temperatūrø linkme. Pa-lyginti su 1999 m., padidėjo patalpø vidaus temperatūrø reikðmiø iðsibarstymas vidurkio atþvilgiu. Patalpø vidaus temperatūros palaikymo poþiūriu visa tai byloja apie gerėjanėias komforto sàlygas Klaipėdos m. gyvenamuosiuose namuose.

Svarbiu komforto àvertinimo rodikliu galima laikyti bendrøjø ir savitøjø ūlumos sànaudø santykà Atsiþvelgus á pateiktus duomenis (4 pav.) ūitoks santykis labai priklausytø nuo gyvenamøjø pastatø plotø. Analizei geriau tiktø nedimensinis rodiklis:



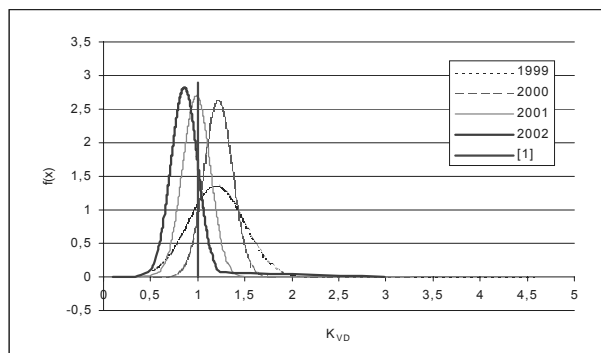
6 pav. Klaipėdos m. balansinio temperatūros normalinio (Gauso) pasiskirstymo kreivės

$$K_{VD} = \frac{U \cdot W_0}{W \cdot U_0}, \quad (14)$$

kuriame

$$\frac{U_0}{W_0} = 0,1144 \cdot \ln(A) + 0,5094. \quad (15)$$

Rodiklio reikšmė $K_{VD} = 1$ atitiktų teoriškai pagrįstus vėdinimo poreikius. Tokie poreikiai buvo būdingi 2001 metams. Ankstesnių metų vėdinimo poreikiai buvo didesni, o 2002 m. patalpų vėdinimas neatitiko komforto sąlygų (7 pav.) Gauti analizuojamų parametror statistiniai šerėiai pateikti 4 lentelėje.



7 pav. Bendrųjų šaundv ir savitųjų nuostolių santykio normalusis (Gauso) pasiskirstymas nagrinėjamu laikotarpiu

Teoriškai apskaičiuotų bendrųjų ir savitųjų šilumos nuostolių santykio vidutinės reikšmės 1999–2002 m. turi akivaizdų poslinkį mažesnių reikšmių kryptimi, palyginti su reikšme [1], kuri gauta pagal 1995 m. duomenis.

Atliktoji analizė rodo, kad šilumos poreikiai mažėja komforto mažinimo sąskaita ir tai gali būti siejama su gyventojų mokumo galimybėmis. Á tai būtina atsišvelgti prognozuojant būsimus šilumos poreikius gyvenamuosiuose pastatuose.

6. IŠVADOS

1. Parodyta, kad pastatų šilumos poreikių sklaida yra atsitiktinio pobūdžio. Šiai sklaidai nuodugniau švertinti reiktų turėti kur kas daugiau duomenų ne

2 lentelė. Analizuojamų parametror statistiniai šerėiai Klaipėdai

Parametras	1999 m.	2000 m.	2001 m.	2002 m.
\bar{t}_{is}	1,94	3,99	1,65	1,81
\bar{t}_{vd}	15,1	15,1	16,5	17,0
a_1	8,21	11,00	7,50	6,85
\bar{A}	3072	3066	3061	3064
\bar{U}	2,97	3,00	2,45	2,13
\bar{W}	1,78	1,78	1,78	1,78
\bar{U} / \bar{W}	1,67	1,72	1,39	1,21

3 lentelė. Temperatūros t_{vd} statistiniai parametror šerėiai

	1999 m.	2000 m.	2001 m.	2002 m.
Imtis	907	916	908	904
\bar{t}_{vd}	15,1	15,1	16,5	17,0
S	1	0,37	0,56	0,69

4 lentelė. Analizuojamo parametro K_{VD} statistiniai šerėiai

Parametras	1999 m.	2000 m.	2001 m.	2002 m.
Imtis	913	916	912	906
K_{VD}	1,19	1,21	0,98	0,86
S	0,294	0,151	0,147	0,141

tik apie pastatų konstrukcines charakteristikas, bet ir apie kitus jv gyventojų poreikius sąlygojančius veiksnius.

2. Atliktų tyrimų duomenys byloja, kad analizuotų 4 metų šilumos poreikių sklaida vidurkio atžvilgiu mažėja. Taip pat matyti pastatų, kurių šilumos vartojimas yra ypav didelis arba labai mažas, skaičiaus mažėjimas. Labiausiai tikėtina, kad tai yra šilumos taupymo ir geresnio reguliavimo pastatuose pasekmė.

3. Pateiktas šilumos poreikių pastatuose matematinis modelis ágalina švertinti vidutinę metinę patalpų temperatūrą ir bendruosius šilumos poreikius, kurių palyginimas su savitaisiais šilumos nuostoliais per pastatų atitvaras ir šilumos šaundomis karšto vandens ruošai parodo pastatų vėdinimo būklę, kaip svarbų komforto rodiklį.

4. Kokybinė šilumos poreikių analizė ágalina pagrįstai teigti, kad nepaisant santykinio metinio šilumos šaundų sumažėjimo, komforto sąlygos, sprendžiant pagal vidutinę patalpų temperatūrą gyvenamuosiuose pastatuose, pagerėjo, bet tai pasiekta mažinant pastatų patalpų vėdinimo intensyvumą.

5. Siūlomas teorinis modelis gali būti panaudotas ūilumos poreikių prognozei, atsišvelgiant à pasta-tø atitvarø gerinimà iki standartais nustatytø reika-lavimø, darant prielaidà, kad ūilumos karšto vandens ruoðai poreikiai ið esmės nesikeis, o patalpø vėdini-mo sànaudos augant pragyvenimo lygiui atitiks hi-gienos standartø reikalavimus.

PADĖKA

Autoriai dėkoja AB „Klaipėdos energija“ generaliniam direktoriui p. V. Valuėiui uþ bendradarbiavimà ir galimybæ pasinaudoti ūilumos vartojimo duomenimis.

Gauta 2004 11 12

Literatūra

1. Stankeviėius V., Karbauskaitė J. Gyvenamøjø namø ūilumos nuostoliai. Kaunas: Technologija, 2000. P. 142.
2. Martinaitis V. Energijos tausojimo galimybės ir investicijø poreikis daugiabuėiuose namuose // Tarptautinės mokslinės konferencijos „Energetikos decentralizavimas: miestø energetikos ateitis“ pranešimø medžiaga. Klai-pėda, 1999.04.22–24. P. 85–90.
3. Paulionis K., Juchneviėienė D. Gyvenamuosiuose namuose suvartojamos ūilumos energijos sànaudø analizė // Ūiluminė technika. 2003. Nr. 3. P. 9–11.
4. Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa. Patvirtinta 2001.10.26 LR ūkio ministro àsa-kymu Nr. 319. Vilnius, 2001.
5. Martinaitis V., Rogoþa A., Bikmanienė I. Criterion to evaluate the “twofold benefit” of the renovation of buildings and their elements // Energy and Buildings. 2004. Vol. 36. P. 3–8.
6. Grigonienė J., Kveselis V. Tarptautinės konferencijos „Energija pastatams“ pranešimø medžiaga. Vilnius, 2002.05.24.
7. The National Energy Modelling System: An Over-view, May 1994. Energy Information Administration, DDE/EIA-0589.
8. IEA, Energy Efficiency and the Enviroment. Paris, 1991.
9. Household Energy Consumption and Expenditures 1990, EIA February, 1993.

Jurgita Grigonienė, Vaclovas Kveselis, Matas Tamonis

HEAT CONSUMPTION BY PREMISES ACCORDING TO DATA OF A HEAT-SUPPLYING ENTERPRISE

Summary

The heating of buildings is the largest consumer of energy in Lithuania (nearly 40% of the final energy demand) and neigh-bouring countries of a similar climate, where premises usually are heated about seven months per year. The total final heat

consumption across the country exceeds 10 TWh, and consu-mer’s costs for heat supply are about 1.4 bill. Litass.

The efficiency of heat use can be best demonstrated by comparing relative heat consumption figures of buildings, which depend upon climate conditions (ambient tempera-ture) and thermal resistance of the building envelope. Be-sides, indoor temperature and ventilation requirements al-so have a significant influence to heating demand.

In the paper, a theoretical model of heat demand is con-sidered evaluating heat losses thorough outer constructions and those related to ventilation, air infiltration, and other fac-tors. Specific heat losses for outer constructions have been evaluated using results of investigations carried out by other authors. An approximating function was elaborated for the analysis of interaction of different factors reflecting the re-corded heat demand in buildings with the best accuracy.

Key words: heat consumption, heat consumption model, indoor temperature, heat use efficiency

Юргита Григонене, Вацловас Квеселис, Матас Тамонис

АНАЛИЗ ПОТРЕБНОСТИ В ТЕПЛЕ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПО ДАННЫМ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Резюме

Отопление зданий является одним из самых крупных видов потребления продукции энергетического хозяйства в Литве, как и в других государствах со схожими климатическими условиями. Общее годовое потребление тепла в Литве составляет 10 TWh, при этом на отопление расходуется около 1,4 млрд. литов.

Ūilumos poreikių anali-zė gyvenamuosiuose namuose atliktas remiantis vieno šilumos tiekimo įmonės duomenimis. Parodoma, kad šilumos poreikiai gyvenamuosiuose namuose yra didžiausias energijos suvartojimo šaltinis Lietuvoje ir šalia esančiuose šalyse su panašiu klimatu, kuriose namai paprastai šildomi apie septynis mėnesiai per metus. Bendras galutinės šilumos suvartojimas visoje šalyje viršija 10 TWh, o šilumos tiekimo sąnaudos yra apie 1,4 mlrd. litų.

Teorinis šilumos poreikio modelis yra nagrinėjamas, vertinant šilumos nuostolius išoriniuose pastatuose ir susijusius su ventiliacija, oro infiltracija ir kitais veiksniais. Pastatų šilumos nuostoliai yra vertinami remiantis kitų autorių atliktų tyrimų rezultatais. Paruoštas šilumos poreikio apytikslus modelis, atspindintis įrašytose pastatuose šilumos poreikio duomenis su didžiausia tikslumu.

Key words: šilumos suvartojimas, šilumos suvartojimo modelis, vidinė temperatūra, šilumos naudojimo efektyvumas