

Energijos efektyvumo priemonių rinkos potencialo gyvenamuosiuose pastatuose vertinimas vieno miesto pavyzdžiu

**Darius Strazdas,
Vaclovas Kveselis,
Matas Tamonis**

*Lietuvos energetikos institutas,
Regionų energetikos plėtros laboratorija,
Breslaujos g. 3,
LT-3035 Kaunas*

Atlikta energijos vartojimo efektyvumo būklės analizė gyvenamuosiuose pastatuose Birštono miesto pavyzdžiu, remiantis faktiniais praėjusių 4 metų šilumos vartojimo duomenimis.

Pateikiamas investicijų poreikių ir jų laukiamo efektyvumo vertinimas santykinio naudos–kaštų kriterijaus pagrindu įvairių galimų investavimo scenarijų atvejais. Pateikiamas centralizuotai tiekiamos šilumos savikainos ir tiekimo sistemos apkrovimo ryšys.

Raktažodžiai: centralizuotas šilumos tiekimas, energijos vartojimo efektyvumas, energijos efektyvumo priemonės, energijos efektyvumo priemonių rinkos potencialas, gyvenamųjų namų šilumos poreikiai, investicijų poreikis, naudos–kaštų kriterijus

1. ĮVADAS

Mažas centralizuoto šilumos tiekimo ir vartojimo efektyvumas yra ne tik Centrinės ir Rytų Europos (CRE) šalių problema. Šioms problemoms didžiulį dėmesį skiria Europos Sąjungos (ES) energetikos komisija bei kitos tarptautinės institucijos. Pasaulio Bankas tarp kitų problemų, susijusių su centralizuotu šilumos tiekimu ir efektyviu energijos vartojimu, pažymi pateikiamą netikslią informaciją apie energijos tausojimo priemones, įskaitant technologijų būklę, finansinę naudą ir taikymo patirtį [1]. Apie tai galima spręsti ir iš šilumos vartojimo gyvenamuosiuose pastatuose duomenų, naudojamų energijos tausojimo investicijoms pagrįsti [2, 3].

Šio darbo tikslas – išanalizuoti energijos vartojimo gyvenamuosiuose pastatuose efektyvumą vieno Lietuvos miesto – Birštono – pavyzdžiu, remiantis faktinio šilumos vartojimo duomenimis, ir įvertinti rinkos potencialą energijos efektyvumo didinimo priemonėms gyvenamajame sektoriuje įgyvendinti.

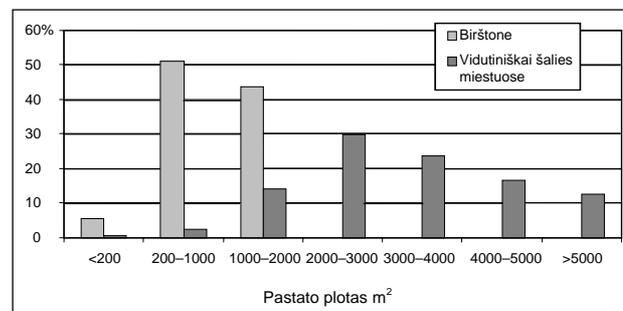
2. TRUMPA GYVENAMŪJŲ PASTATŲ FONDO CHARAKTERISTIKA

Birštonas, kaip kurortas, turi savitą gyvenamojo fondo struktūrą, kuri iš esmės skiriasi nuo vidutinių Lietuvos miestų rodiklių (1 pav.). Jame vyrauja mažesni nei vidutinio dydžio (apie 1000 m² ploto) pastatai, tuo

tarpu kituose Lietuvos miestuose – 2000 m² ir didesni pastatai. Gerai žinoma, kad mažesniems pastatams būdingos didesnės lyginamosios šilumos sąnaudos nei dideliems daugiaaukščiams gyvenamiesiems pastatams [4].

Pagrindinis šilumos tiekėjas mieste yra „Birštono energija“. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija šiai įmonei patvirtino 149 Lt/MWh šilumos tarifą. Birštono savivaldybės Tarybos sprendimu gyventojai už šilumą moka 126 Lt/MWh, o savivaldybė iš biudžeto skiria įmonei subsidijas.

Visi daugiabučiai gyvenamieji namai turi įrengtus modernius šilumos punktus su automatiniu šilumos reguliavimu ir buitinio karšto vandens ruošimu plokšteliniuose šilumokaičiuose. Šilumos mazgai buvo rekonstruoti 1998–2000 m. Tam tikslui investuota



1 pav. Gyvenamojo ploto pasiskirstymas pagal pastatų dydį

apie 760 tūkst. Lt. Namų šilumos įvaduose esančius apskaitos prietaisus eksploatuoja ŠT įmonė. Šilumos tiekimas automatiškai reguliuojamas pagal lauko temperatūros daviklius. Automatinio reguliavimo charakteristikos nustatomos atsižvelgiant į gyventojų pageidavimus. Kai kuriuose pastatuose, kur yra pakankamai kvalifikuotas asmuo, gyventojai patys reguliuoja šilumos tiekimą. Už patiektą šilumą gyventojai atsiskaito pagal įvadinio skaitiklio, o už karštą ir šaltą vandenį – pagal butuose įrengtų karšto ir šalto vandens skaitiklių rodmenis.

Birštono daugiabučius gyvenamuosius namus prižiūri UAB „Namų priežiūra“, kurios savininkas yra savivaldybė. Ji taip pat prižiūri namų vidaus šilumos įrenginius ir vykdo būtiniausias energijos taupymo priemones – tvarko lauko duris, laiptinių ir rūsių langus, stogus.

Už pastatų vidaus tinklų aptarnavimą daugiabučių namų gyventojai moka po 12 ct/mėn. už ploto kvadratinį metrą. Šis mokestis skiriamas namų inžinerinių sistemų (šilumos ir vandentiekio) priežiūrai bei remontui. Papildomai gyventojai moka po 7 ct/mėn. už pastato ir bendro naudojimo patalpų priežiūrą. Kiekvieno namo gyventojų įmokos ir išlaidos fiksuojamos atskiroje sąskaitoje. Šie tarifai nustatyti 1996 m. ir nebuvo keičiami.

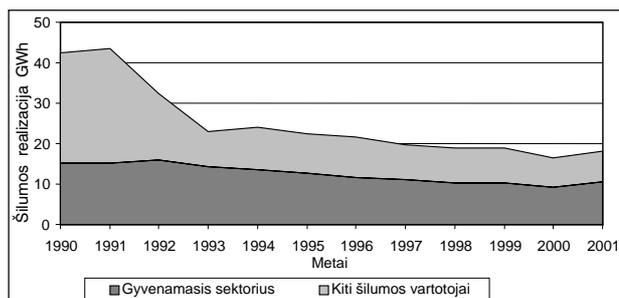
Surinktos lėšos naudojamos reguliariems aptarnavimo darbams ir būtinam remontui. Įmonė prižiūri vamzdynus ir šilumos mazgus, atlieka hidraulinius išbandymus, plauna sistemas. Ši sistema gyvenamojo fondo priežiūrai per metus leidžia sukaupti iki 116 000 Lt, arba apie 2,28 Lt/m². Dalį šių išlaidų reikėtų traktuoti kaip išlaidas energijos taupymo priemonėms pastatuose. Vis dėlto palyginti nedidelės įmokos neleidžia įgyvendinti stambesnių pastatų renovacijos projektų.

3. BENDRIEJI ŠILUMOS POREIKIAI

Esminiai šilumos sąnaudų pokyčiai visoje Lietuvoje vyko 1992–1996 m., kai dėl kaimyninės šalies energijos išteklių blokados ir išaugusių kuro kainų tiekta mažiau šilumos visuose Lietuvos miestuose. Birštono šilumos poreikių kaita būdinga ir bet kuriam kitam Lietuvos miestui (2 pav.).

Pagrindiniai centralizuotai tiekiamos šilumos vartotojai Birštone yra gyventojai, suvartojantys apie 56% visos centralizuotai tiekiamos šilumos.

Šilumos vartojimo pokyčiai gyvenamajame sektoriuje nagrinėjamu periodu buvo švelnesni nei kitų vartotojų grupėje, į kurią įtraukti ir pramonės poreikiai. Vis dėlto gyvenamajame sektoriuje patalpoms šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti 2001 m. sunaudota tik 10,5 GWh, tuo tarpu 1991 m. – apie 15,1 GWh šilumos. Metinės gyventojų išlaidos centralizuotai tiekiamai šilumai 2001 m. sudarė apie 1,5 mln. Lt.



2 pav. Bendrųjų ir gyvenamojo sektoriaus šilumos poreikių dinamika Birštone

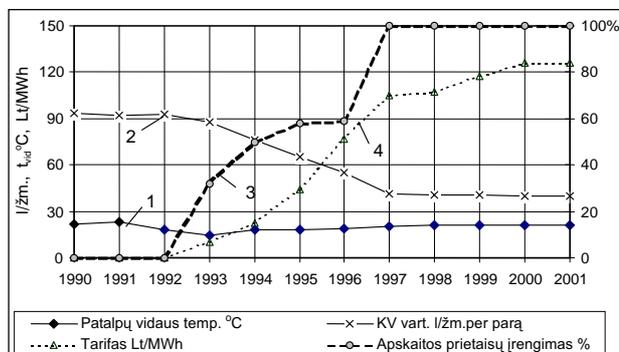
Iki 1992 m. pabaigos šilumos realizacija gyvenamajame sektoriuje buvo apskaičiuojama pagal projektinius dydžius. Visai realizuojamos šilumos apskaitai įvesti prirėkė net 5 metų. Šiuo metu „Birštono energija“ turi pilną 4 metų kas mėnesinių šilumos vartojimo duomenų bazę (DB).

Šilumos vartojimo mažėjimui nagrinėjamu laikotarpiu turėjo įtaką šie veiksniai:

- šilumos apskaitos įvedimas,
- sumažėjęs karšto vandens vartojimas,
- pastatų vidaus temperatūros ribojimai 1993 m. energetinės blokados metu bei vėlesniu laikotarpiu,
- šilumos tarifų augimas,
- priemonės, mažinančios pastatų šilumos nuostolius.

Šių rodiklių kaita parodyta 3 pav. Nuodugnesnė šilumos poreikių struktūros ir raidos analizė 1998–2001 m. pagal šilumos vartojimo rodiklius, sukauptus „Birštono energija“ atsiskaitymo su vartotojais DB, pateikta lentelėje.

Kadangi tirtuoju laikotarpiu klimato sąlygos (šildymo sezono trukmė ir išorės oro temperatūra) skyrėsi, apskaitos duomenys buvo perskaiciuoti vidutinėms statistinėms klimato sąlygoms. Pastaraisiais metais klimatas buvo švelnesnis, palyginti su ilgalaikiu



3 pav. Šilumos sąnaudas lemiančių rodiklių kaita: 1 – vidutinės patalpų vidaus temperatūros vertinimai šalies mastu °C [8]; 2 – būdingų kelių miestų karšto vandens sąnaudų rodikliai l/žm. per parą [9]; 3 – šilumos apskaita Birštone vartotojams %; 4 – šilumos tarifas Lt/MWh [10]

Lentelė. Šilumos ir karšto vandens vartojimas gyvenamajame sektoriuje						
Eil. Nr.	Vartojimo rodiklis	Matavimo vnt.	Metai			
			1998	1999	2000	2001
1	Šildomas plotas	m ²	55086	57674	56130	54646
2	Faktinis šilumos patalpoms šildyti vartojimas	GWh	8,76	8,72	7,92	9,33
3	Šilumos sąnaudos šildymui, perskaičiuotos norminėms klimato sąlygoms	GWh	8,88	9,05	9,19	9,96
4	Faktinis šilumos karštam vandeniui ruošti vartojimas	GWh	1,52	1,57	1,38	1,18
5	Suminis faktinis šilumos vartojimas	GWh	10,29	10,29	9,3	10,51

matavimų duomenimis. 2000 m. šilumos poreikio sumažėjimas dėl klimato pokyčių siekė daugiau nei 10%.

Visiems yra žinoma, kad naujas šilumos mazgas nepagerina pastato šiluminių charakteristikų, o tik leidžia tolygiau paskirstyti šilumą pastate ir tiksliau reguliuoja pastatui tiekiamos šilumos srautą priklausomai nuo išorės temperatūros.

Analizuojant šilumos vartojimo duomenis nesunku pastebėti, kad naujų šilumos punktų įrengimas 1998–2000 m. šilumos poreikiams didesnės įtakos neturėjo.

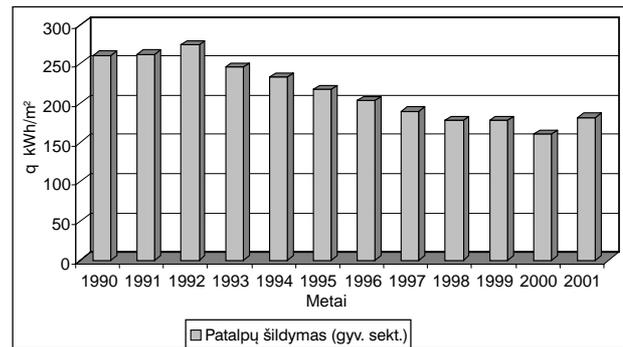
Vartotojų požiūriu šilumos punktų modernizavimo efektas gali būti vertinamas suminių išlaidų šilumai pokyčiu. Per tirtą laikotarpį suminės išlaidos (įvertinant klimato sąlygas) sumažėjo 4,6%. Tačiau šio sumažėjimo negalima priskirti vien punktų modernizavimui, nes neįmanoma įvertinti visų kitų veiksnių įtakos. Taigi padarytų 760 tūkst. Lt investicijų atsipirkimo skaičiavimas ar efektyvumo įvertinimas šiuo atveju yra problemiškas, nes jos labai sąlygojo ne realų išlaidų (energijos ar kuro poreikių) sumažėjimą, o komforto sąlygų pagerinimą.

Labiausiai šilumos poreikiai mažėjo 1993–1997 m. didėjant šilumos kainoms bei diegiant šilumos apskaitą. Tuo metu bendras šilumos vartojimas gyvenamuosiuose pastatuose sumažėjo apie 30%. Tolenis vartojimo mažinimas, nepabloginant komforto, galėtų būti įmanomas tik iš esmės pagerinus pastatų šilumines savybes – sandarumą, išorinių atitvarų izoliaciją, ventiliacijos sistemas ir pan. Tokių investicijų efektyvumas nagrinėjamas toliau.

4. SANTYKINĖS ŠILUMOS SĄNAUDOS

Energijos vartojimo efektyvumo kitimą geriausiai parodo santykinės pastatų šilumos sąnaudos (4 pav.).

Birštone gyventojų būstams šildyti priskirtoms sąnaudoms didesnės įtakos neturėjo šilumos tiekimo ribojimai, susiję su energetikos išteklių ribojimu 1992–1993 m. Galima pastebėti, kad 1998–2001 m. šilumos poreikiai stabilizavosi ir susiję tik su klimato rodiklių pokyčiais bei vartojimo reguliavimu.

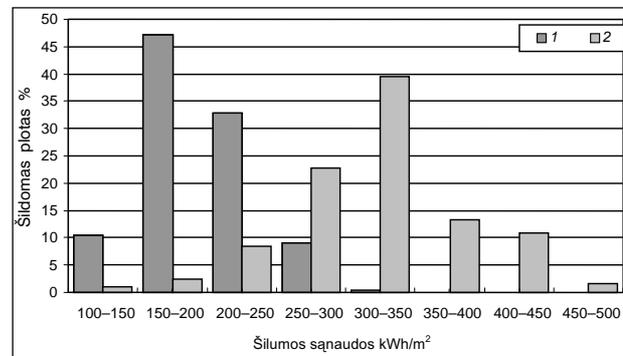


4 pav. Gyvenamojo sektoriaus santykinės šilumos sąnaudos

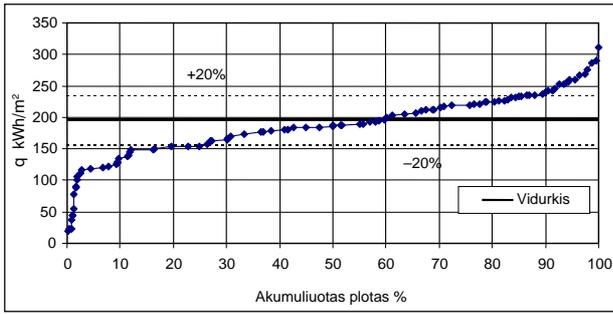
Šilumos vartojimo efektyvumo didėjimo procesą gerai iliustruoja gyvenamųjų namų ploto pasiskirstymas pagal santykinės šilumos sąnaudas (5 pav.).

1990–2001 m. apie 40% sumažėjo pastatų, vartojusių 300–350 kWh/m² per metus, plotas ir atitinkamai išaugo plotas pastatų, per metus vartojančių 150–200 kWh/m².

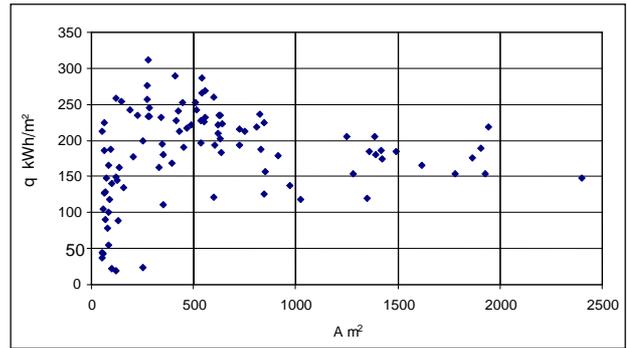
Santykinio šilumos vartojimo ir akumuliuoto šildomo ploto kreivė rodo, kad tik apie 12% šildomo ploto naudoja 20-čia procentų daugiau šilumos nei bendras vartojimo vidurkis (6 pav.). Pagal [4], pa-



5 pav. Birštone gyvenamųjų namų ploto pasiskirstymas pagal santykinės šilumos sąnaudas: 1 – vidutinės 1998–2001 m. sąnaudos, 2 – 1990 m. skaičiavimų pagal projekcinę galią duomenys



6 pav. Vidutinio santykinio šilumos vartojimo 1998–2001 m. pasiskirstymas pagal akumuliuotą santykinį gyvenamąjį plotą



8 pav. Gyvenamojo sektoriaus vartotojų 1998–2001 m. vidutiniai šilumos poreikiai

statų konstrukciniai ypatumai ir kokybė gali sąlygoti apie $\pm 20\%$ šilumos poreikių skirtumus.

„Birštono energijos“ DB sukaupti 4 metų faktiniai vartojimo duomenys leidžia giliau pažvelgti į vartojimo pokyčių tendencijas (7 pav.).

Kaip matyti šiame paveiksle, pastaraisiais metais išaugo pastatų dalis, kurioje šilumos poreikiai yra nuo 200 iki 250 kWh/m² per metus, ir atitinkamai sumažėjo mažiau šilumos sunaudojančių pastatų dalis. Šie pokyčiai gali būti susiję su automatiniu šilumos reguliavimu, geriau palaikančiu reikiamą patalpų temperatūrą. Kita vertus, tai rodo ir apie tam tikrą šilumos poreikių stabilizacijos procesą, kadangi per pastaruosius 4 metus bendros šilumos sąnaudos mažai besikeitė. Dideli pokyčiai ir kituose santykinų šilumos sąnaudų intervaluose.

Visų prie centralizuoto šilumos tiekimo sistemos (CŠT) prijungtų gyvenamojo sektoriaus vartotojų pastarųjų ketverių metų vidutinis šilumos suvartojimas parodytas 8 pav. Duomenys, gauti iš Birštono vartotojų duomenų bazės, apima visus CŠT gyvenamojo sektoriaus vartotojus – daugiabučius bei individualius namus ir atskirus butus. Į analizę buvo įtraukti tik pastatai, neturintys kitų šildymo šaltinių. Neįtrauktą vartotojų (atskirų butų, individualių namų, turin-

čių kitą šilumos šaltinį, vartotojų, vartojančių tik karštą vandenį) plotas sudarė apie 3% viso centralizuotai šildomo gyvenamojo sektoriaus ploto.

Pastatų šilumos vartojimo duomenys gali būti palyginti su Nacionalinėje energijos vartojimo efektyvumo didinimo programoje (NEVEDP) pateikiamais bendrais šilumos poreikių rodikliais [6]. Čia pateikti duomenys leidžia įvertinti dabartinius bei būsimus šilumos poreikius, įgyvendinus NEVEDP numatytas įvairias energijos taupymo priemones. Jų regresinė analizė įgalino gauti šias šilumos sąnaudų priklausomybes nuo bendrojo pastato ploto:

$$q_1 = 28,97 - 11,789 \cdot \ln(A); \quad (1)$$

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

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

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

čia A – bendrasis pastato šildomas plotas m²;

q_1 – vidutinis vartojimas Birštone kWh/m² per metus, (1998–2001 m. vidurkis);

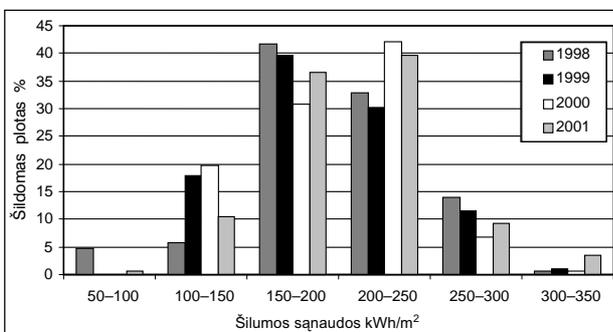
q_2 – projektinis vartojimo lygis kWh/m² per metus;

q_3 – ekonomiškai pagrįstas (NEVEDP) vartojimo lygis kWh/m² per metus;

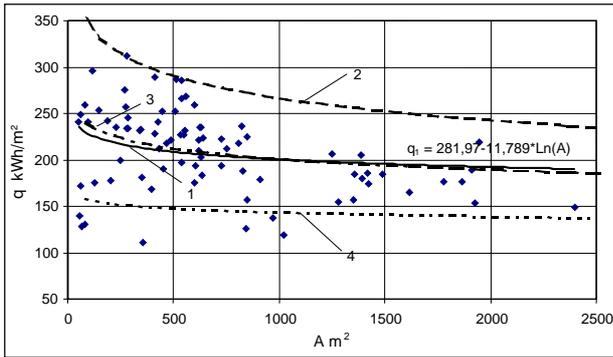
q_4 – minimalus vartojimo lygis, atitinkantis NEVEDP numatytas didžiausias investicijas kWh/m² per metus.

Skirtumas tarp projekcinio vartojimo lygio pagal NEVEDP ir mažiausio vartojimo lygio vertinamas kaip techninis energijos efektyvumo didinimo potencialas pastatuose įgyvendinant maksimalų energijos tausojimo priemonių paketą. Vartojimo lygis, atitinkantis q_3 išraišką, NEVEDP rengėjų vertinamas kaip ekonomiškai priimtinas, tačiau jis nėra pagrįstas realiai prieinamais finansiniais ištekliais.

Būdingos pastatų šilumos poreikio aproksimacijos kreivės parodytos 9 pav.: 1 – tiriamų pastatų



7 pav. Birštono gyvenamųjų pastatų ploto pasiskirstymas pagal santykinę šilumos vartojimo sąnaudas, pakoreguotas įvertinant daugiametę statistinę šildymo sezono temperatūrą



9 pav. Birštono šilumos sąnaudų palyginimas su NEVEDP programos rodikliais

faktinio poreikio vidurkis, 2 – projektinis ir 3 – siektinas poreikiai bei 4 – poreikių lygis įgyvendinus maksimalų investicijų paketą [2].

Birštono duomenys rodo, kad vidutinis vartojimas jau yra pasiekęs NEVEDP rekomenduojamą siektiną vartojimo lygį (9 pav., 1 ir 3 kreivės). Vos keleto pastatų, kurių šilumos sąnaudos didžiausios, vartojimo lygis siekia šalies pastatų projektinius šilumos poreikius. Kai kurie pastatai jau dabar naudoja mažiau šilumos nei turėtų vartoti įgyvendinus maksimalų priemonių paketą. Visa tai rodo, kad realius šilumos poreikius labiau sąlygoja palaikomos komforto sąlygos, o ne pastatų techninės charakteristikos. Tai nėra kliūtis atskiriems pastatams, naudojantiems daugiau šilumos, atnaujinti.

5. INVESTICIJŲ POREIKIS ŠILUMAI TAUSOTI

Tariant, kad šilumos tarifas artimiausiais metais išliks pastovus, galima atlikti analizę, kuri padėtų nustatyti optimalias vartotojų investicijas į šilumos tausojimo priemones pastatuose. Pagrindiniai kriterijai, kuriais remiantis būtų galima pagrįsti investicijas, yra investicijų efektyvumas sutaupomos energijos požiūriu, investicijų išlaidos, atsiperkamumas ir sutaupymai, kurie parodo, kiek vienas investuotas litas sumažins metines išlaidas šilumai. Pastarąjį kriterijų būtų galima aprašyti formule

$$B_1 = \Delta Q \cdot T \cdot L; \quad (5)$$

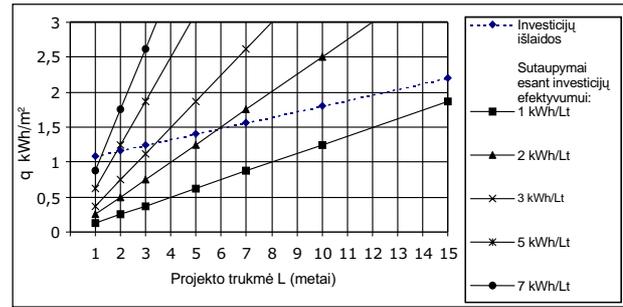
čia B_1 – sutaupymai (Lt/Lt),

ΔQ – investicijų efektyvumas sutaupyto energijos požiūriu kWh/Lt per metus,

T – šilumos kaina (tarifas) Lt/kWh,

L – projekto trukmė metais.

Sutaupymai ir atsiperkamumas vartotojams, esant skirtingam investicijų efektyvumui sutaupomos energijos požiūriu ir kintamoms investicijų išlaidoms, paivaizduoti 10 pav. Čia investicijų išlaidos parodytos punktyrais. Investicijų išlaidose įvertintos metinės pa-



10 pav. Investicijų atsiperkamumas vartotojo išlaidų ir gaunamos naudos požiūriu, esant 8% paskolos palūkanoms

lūkanos, mokamos už paskolą. Jos priklauso nuo palūkanų (šiuo atveju 8%) ir projekto trukmės, t. y. kuo ilgesnis projektas, tuo didesnės šios išlaidos. Investicijų išlaidų ir sutaupytų šilumos išlaidų sankirta parodo projekto atsipirkimo laiką.

Nagrinėtų Birštono gyvenamųjų namų atveju ($T = 0,126$ Lt/kWh) investicijos energijos efektyvumui didinti pastatuose būtų patrauklios ($L < 5$ metai) tik tuomet, kai 1 Lt investicijų per metus leistų sutaupyti daugiau kaip 2 kWh šilumos (10 pav.).

Tuo tarpu šilumos tiekėjų investicijos vartojimo pusėje turėtų sumažinti išlaidas kurui pirkti:

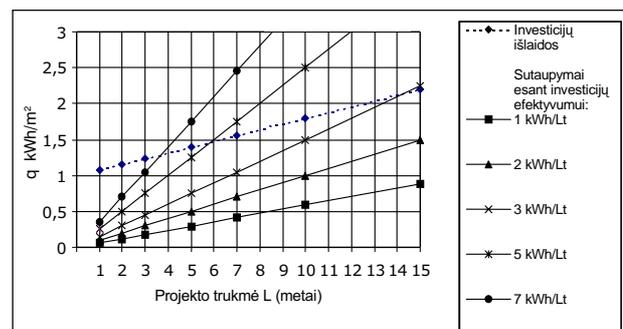
$$B_2 = \Delta Q \cdot KK \cdot L; \quad (6)$$

čia KK – kuro kaina Lt/kWh,

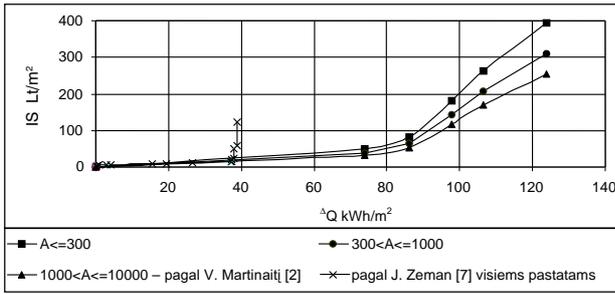
B_2 – išvengtos išlaidos Lt/Lt.

Išvengtos sąnaudos kurui šilumos tiekėjui atsipirktų tik esant metinei šilumos ekonomijai didesnei, nei 3 kWh/Lt (11 pav.).

Investicijų į gyvenamųjų pastatų energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones efektas priklauso nuo daug veiksnių ir tiksliau gali būti įvertintas tik remiantis energijos audito duomenimis. Išankstiniam investicijų efektyvumo įvertinimui pakanka šiuo metu plačiai žinomų tyrimų duomenų. Nuodugni investicijų poreikių ir jų laukiamo efektyvumo analizė, suskirstant į 5 skirtingos apimties atnaujinimo



11 pav. Investicijų atsipirkimas dėl išvengtų išlaidų kurui



12 pav. Santykinų investicijų priklausomybė nuo numatomo šilumos sąnaudų sumažėjimo ir pastato ploto

paketus įvairiu aukštų skaičiumi pastatams, pateikta [2]. Šie duomenys buvo naudojami atnaujinant Nacionalinę energijos efektyvumo didinimo programą (NEVEDP) [6]. Perskaičiuoti vidutiniams įvairaus aukštų skaičiaus pastatų plotams, investicijų efektyvumo įvertinimai parodyti 12 pav. Atskaitos bazė – pradinės lyginamosios šilumos sąnaudos buvo 280 kWh/m² per metus. Toliau daroma prielaida, kad, esant žemesnėms faktinėms santykinėms sąnaudoms, nagrinėjamam pastatui jau yra įdėtos investicijos, atitinkančios tą pačią investicijų efektyvumo funkcinę priklausomybę.

Pirminiam pastatų atnaujinimo efektyvumo įvertinimui reikalingos santykinės investicijos (IS) atsižvelgiant į faktinį, nuo projektinių duomenų besiskiriantį, šilumos vartojimo lygį, buvo apskaičiuotos remiantis funkcine priklausomybe pagal formulę (12 pav.):

$$INV_i = IS_{2i} - IS_{1i} = f(QB - QS_{2i}, A_i) - f(QB - QS_{1i}, A_i); \quad (7)$$

čia i – pastato indeksas ($1 \leq i \leq N_p$), N_p – pastatų skaičius;

INV – investicijų poreikis šilumos efektyvumui padidinti nuo dabartinio vartojimo (QS_1) iki numatomo sąnaudų dydžio (QS_2);

QS_1, QS_2 – dabartinės ir po atnaujinimo numatomos santykinės šilumos sąnaudos atitinkamai kWh/m² per metus;

IS_1, IS_2 – jau įdėtų ir numatomų investicijų dydis vartojimo efektyvumui padidinti Lt/m²;

QB – tariamas pradinis vartojimo lygis kWh/m² per metus;

$$QB = \begin{cases} 280, & \text{jei } QS_1 \leq 280; \\ QS_1, & \text{jei } QS_1 > 280; \end{cases}$$

$$\Delta Q = \begin{cases} QS_1 - QS_2, & \text{jei } QS_1 \leq 280 \\ 280 - QS_2, & \text{jei } QS_1 > 280 \end{cases}$$

ΔQ – numatomas santykinis šilumos vartojimo sumažėjimas kWh/m² per metus;

A_i – pastato plotas m².

Pažymėtina, kad tokiu būdu apskaičiuotas investicijų poreikis gerai derinasi su žinoma kitų šalių patirtimi. Išsamūs investicijų poreikio ir jų efektyvumo įvertinimai 1992–1993 m. atlikti Pilzeno mieste (Čekija) [7]. Čia visi Pilzeno pastatai buvo suskirstyti net į 11 kategorijų priklausomai nuo jų pastatymo metų, dydžio, aukštų skaičiaus bei kitų rodiklių. Įdomu tai, kad ekonomiškai pateisinamomis investicijomis nustatytas galimas šilumos sutaupymas ne didesnis kaip 40 kWh/m². Tokiam sutaupymui reikalingos investicijos, perskaičiuotos į Lietuvos piniginius vienetus, yra pakankamai artimos investicijoms, reikalingoms Lietuvos sąlygomis (12 pav., 4 kreivė).

Lietuvos sąlygomis išnagrinėtas gerokai platesnis investicijų bei šilumos sutaupymų intervalas gali būti susijęs su pastatų specifika. Vertinant tokių investicijų visuomeninę naudą reikėtų atsižvelgti į tai, kad čia pateikti vertinimai atspindi tik „gryną“ pirminės energijos tausoavimo efektą pinigine išraiška.

6. INVESTICIJŲ Į GYVENAMOJO SEKTORIAUS PASTATUS RINKOS ĮVERTINIMAS

Turint statistinius metinius atskirų pastatų šilumos poreikius galima preliminariai įvertinti tikėtiną investicijų efektyvumą ir rinkos potencialą.

Ribotos lėšos gali būti racionaliai panaudotos investuojant į pastatus, kuriuose tikimasi didžiausio investicijų efektyvumo – prioritetą turi būti teikiamas daugiausiai šilumos vartojantiems pastatams. Tolenis žingsnis – nustatyti efektyviausių investicijų scenarijų, siekiant geriausių rezultatų – trumpiausio atsipirkimo laiko ir daugiausia sutaupyto šilumos.

Investicijų efektyvumo analizė apėmė tris pagrindinius investicijų scenarijus:

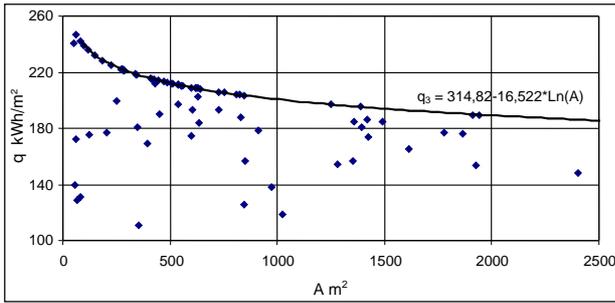
1) Investicijos šilumos poreikiui sumažinti iki pasirinkto lygio. Investicijos ir sutaupymai skaičiuojami pastatams, kurių šilumos poreikių lygis yra aukštesnis už numatytą šilumos poreikių lygį. Šiuo atveju tariama, jog pastatų šilumos poreikis po atnaujinimo yra lygus pasirinktajam poreikiui;

2) Atnaujinimui atrenkami pastatai, kurių vartojimo lygis yra aukštesnis už NEVEDP rekomenduojamą siektiną vartojimo lygį (9 pav., 3 kreivė), ir investicijos skaičiuojamos mažinant poreikius iki šio lygio;

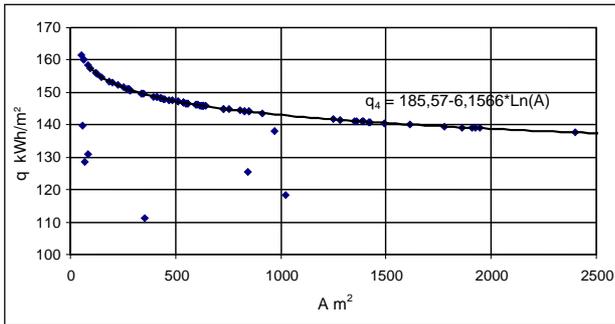
3) Atnaujinimui atrenkami pastatai, kurių vartojimo lygis yra aukštesnis už NEVEDP pateiktą mažiausią vartojimo lygį (9 pav., 4 kreivė), ir skaičiuojamos reikalingos investicijos poreikiams sumažinti iki šio lygio.

Galutinis 2 ir 3 atnaujinimo scenarijų šilumos poreikių rezultatas pavaizduotas atitinkamai 13 ir 14 paveiksluose.

Įvertinimai parodė, kad Birštono gyvenamųjų namų energijos taupymo potencialas, kuris gali būti



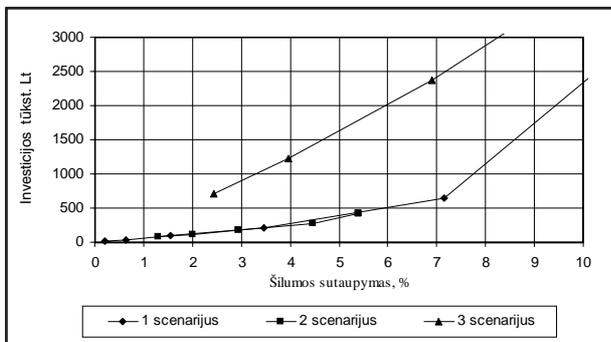
13 pav. Šilumos poreikiai po pastatų atnaujinimo pagal 2 scenarijų (NEVEDP siektinas lygis)



14 pav. Šilumos poreikiai po pastatų atnaujinimo pagal 3 scenarijų (mažiausias poreikių lygis)

išnaudotas priimtino atsipirkimo laiko investicijomis, yra gana ribotas. Mažinant didžiausio poreikio lygį atnaujinamų pastatų skaičius didėja, kartu didėja investicijos ir sutaupymai, tačiau gerokai pailgėja investicijų atsipirkimo laikas.

Skirtingų investavimo scenarijų efektyvumas parodytas 15 pav. Investicijos, kurių atsipirkimo laikas tikėtinais yra trumpesnis kaip 15 metų ir kurios galėtų 10% sumažinti šilumos poreikius, siekia apie 2,3 mln. Lt. Modeliavimo rezultatai taip pat parodė, kad apie 5% šilumos galima sutaupyti investuojant ~430 tūkst. Lt, kurie vartotojams atsipirktų per 4–5 metus.



15 pav. Investicijų efektyvumas esant skirtingiems scenarijams

Skaičiuojamas atsipirkimas vartotojams paremtas sąskaitų už šilumą sumažėjimu. Taigi rezultatai atspindi atvejį, kai investicijos energijos efektyvumui vykdomos vartotojų pusės iniciatyva (pvz., bendrijų) esant vienanarei šilumos kainai. Tuo tarpu išlaidos kuriai sumažėja tik apie 40%, palyginti su vartotojų šilumos sutaupymu. Investicijų atsipirkimas šilumos ūkio įmonei, geriausiu atveju, būtų ilgesnis kaip 10–12 metų. Šio skirtumo priežastis yra vienanaris tarifas. Jeigu tarifas būtų padalintas į dvi dalis – kintamų ir pastovių šilumos tiekimo kaštų tiksliai atspindint jų kilmę, tai investicijų atsipirkimo laikas vartotojams būtų panašus kaip ir šilumos tiekėjui.

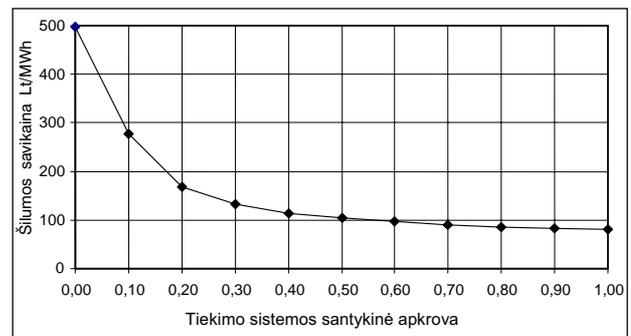
Lyginant skirtingus investavimo scenarijus, efektyviausios tikėtinos investicijos yra atnaujinant pastatus iki siektino poreikių lygio pagal NEVEDP rekomendacijas (9 pav., 3 kreivė).

Anksčiau pateiktuose įvertinimuose šilumos sutaupymai (%) skaičiuoti nuo esamo tirtų pastatų vartojimo. Visų ŠT įmonės pardavimų atžvilgiu efektas būtų mažesnis, kadangi Birštono gyventojai vartoja tik apie 56% visos realizuojamos šilumos.

7. ŠILUMOS VARTOJIMO EFEKTYVUMO DIDINIMO POVEIKIS CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO SISTEMAI

Visos konkretaus vartotojo, perkančio šilumą iš centralizuotos sistemos, sutaupomos išlaidos energijai visuomeninės naudos požiūriu gali būti vertinamos nevienareikšmiai. Jų sumažėjimas sąlygoja kitų savivaldybės subjektų ekonominę veiklą: dalies pajamų negauna šilumos tiekėjai, didėja santykinės šilumos tiekimo sąnaudos, dėl to reikia koreguoti šilumos tarifus arba pertvarkyti esamą tiekimo ir generavimo sistemą.

Tipiškas šilumos tiekimo sistemos apkrovos ir tiekiamos šilumos savikainos ryšys pateiktas 16 pav. Įvertinant tai, kad daugelis šilumos tiekimo sistemų (tarp jų ir Birštono), sumažėjus šilumos vartojimui, šiuo metu apkrautos tik apie 50%, tolesnis apkro-



16 pav. Šilumos tiekimo savikainos ir apkrovos ryšys tipiškose šilumos tiekimo sistemoje

vos mažėjimas nesiimant atitinkamų techninių šilumos tinklų modernizavimo priemonių, turėtų didelę įtaką šilumos tiekimo sąnaudoms (šilumos tiekimo savikainos augimui).

Šiuo atveju dėl šilumos realizavimo sumažėjimo 5,4% metinės šilumos tiekėjo pajamos sumažės 74,4 tūkst. Lt, tuo tarpu kuro pirkimo išlaidos sumažės tik 29,5 tūkst. Lt. Galima tikėtis, kad šiek tiek sumažės savivaldybės išmokamos kompensacijos mažas pajamas gaunančioms šeimoms, tačiau šis sumažėjimas negali kompensuoti įmonės nuostolių dėl sumažėjusios realizacijos ir, norint išlaikyti tą patį tarifą, savivaldybei tektų didinti subsidijas šilumos tiekėjui.

Remiantis 16 pav. pateikta šilumos savikainos ir tinklų apkrovos tarpusavio priklausomybe, prognozuojama savikaina, tariant, kad šiuo metu sistema apkraunama 50%, padidės apie 1 Lt/MWh kiekvienam sumažėjusios realizacijos procentui, o visos realizuojamos šilumos savikaina išaugs apie 3 Lt/MWh. Tai nėra didelis pokytis, tačiau realizacijos sumažėjimas gyvenamajame sektoriuje 20% padidintų šilumos tiekimo savikainą 13–14 Lt/MWh, arba daugiau kaip 10%.

Taigi investicijos vartojimo sferoje sumažina kuro pirkimo ir kompensacijų išlaidas, tačiau kartu sukelia didesnę investicijų ir subsidijų poreikį šilumos tiekimo sferoje.

Šie šilumos taupymo priemonių įgyvendinimo aspektai dažnai neįvertinami skaičiuojant investicijų naudą vien atskiro vartotojo požiūriu ir atsižvelgiant tik į vartotojų išlaidų sumažėjimą. Tuo tarpu visuomenės (valstybės) požiūriu sutaupoma energija turi būti vertinama tiek, kiek sutaupoma importuojamo kuro. Jeigu naudojamas vietinis kuras, pavyzdžiui, niekur kitur nepanaudojamos medienos atliekos ar šiaudai, visuomeninę naudą reikėtų vertinti pasitelkus dar sudėtingesnius ekonominius ryšius, įvertinančius gamybos sumažėjimą kuro gamybos sektoriuje ir su tuo susijusias ekonomines bei socialines pasekmes. Tokia analizė turėtų būti atliekama makroekonominių skaičiavimų lygyje, o jos rezultatai naudojami formuojant vyriausybės ekonominę politiką, skatinančią subalansuotas investicijas tiekimo ir vartojimo sferoje.

8. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Pirminės energijos sutaupymo galimybės ir investicijų apimtys gali būti įvertintos, turint šilumos suvartojimo duomenis ir pastatų charakteristikas bei naudojantis sukurta programa, kurioje įtraukta informacija apie EE priemonių investicijų efektyvumą.

2. EE potencialo vertinimas gali būti labai naudingas sudarant ir optimizuojant miestų energetinius

planus, nustatant galimas efektyvesnio energijos vartojimo priemones, taip pat prognozuojant šilumos poreikius.

3. Birštono gyvenamojo sektoriaus pastatų analizės rezultatai rodo ribotą EE priemonių rinkos potencialą, nors techninės galimybės leidžia sumažinti šilumos poreikį gyvenamajame sektoriuje daugiau kaip 20%.

4. Vertinant energijos taupymo investicijų efektyvumą valstybinės politikos požiūriu, reikėtų įvertinti tik pirminės energijos (išvengtų išlaidų importuojamam kurui) ekonomiją ir įvertinti investicijų poreikių centralizuoto šilumos tiekimo sistemų pritaikymui padidėjimą dėl sumažėjusių šilumos poreikių.

Gauta
2003 03 26

Literatūra

1. ECA Infrastructure and Energy / District Heating and Energy Efficiency // <http://www.worldbank.org/energy/>.
2. Martinaitis V. Energijos tausojimo galimybės ir investicijų poreikis daugiabučiuose namuose // The International Scientific Conference Energetic Decentralisation: The Future of Urban Energetic. Klaipėda, 22–24 April, 1999. P. 85–90 (in Lithuanian).
3. Kveselis V., Grigonienė J. Analysis of District Heating Market Changes in Lithuania // Proceedings of the Energy Efficiency, Energy Markets and Environmental Protection at the New Millennium Conference. Sopron 2001-06-13-15. P. 125–130.
4. Stankevičius. V., Karbauskaitė J. Energijos suvartojimo normos gyvenamųjų patalpų šildymui ir kitoms reikmėms tenkinti, atsižvelgiant į gyvenamųjų namų tipus / Užsakovas Energijos taupymo direkcija. Kaunas, Architektūros ir statybos institutas, 1993.
5. Tamonis M. Šilumos ūkio problemos ir jų sprendimo galimybės miestų savivaldos lygyje // The International Scientific Conference Energetic Decentralisation: The Future of Urban Energetic. Klaipėda, 22–24 April, 1999. P. 43–52 (in Lithuanian).
6. Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa (sutrumpintas variantas). Vilnius, Lietuvos energetikos ministerija, 2002.
7. Zeman J., Popelk A., Pyš M., Secest T. Energy Efficiency. A New Energy Source Demand-Side Analysis in Pilzen and Cesky Krumlov // II International Scientific Conference Decentralisation of Energetic: The Future of Urban Energetic. Klaipėda. 9–11 May, 2002. P. 67–74.
8. Tamonis M., Kveselis V. ir kt. Vilniaus m. savivaldybei priklausančio šilumos ūkio veiklos ekonominė-finansinė analizė 1997–1998 m. šildymo sezono eigoje // LEI mokslinio darbo ataskaita / Užsakovas Vilniaus m. savivaldybės Energetikos ir ūkio departamentas. Kaunas, 1998.
9. Tamonis M., Kveselis V. ir kt. Vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo kainodaros metodikos parengimas ir jos skaitmeninis patikrinimas „Aukštaitijos vandenų“ įmo-

nės pavyzdžiu // LEI ūkiskaitinis darbas Nr. 19-162.6.6. Kaunas, 1997.

10. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija // <http://www.regula.is.lt>.

Padėkos

Autoriai dėkoja MUNEE programos vadovei p. A. Morin už paramą ir paskatas atlikti šią studiją, taip pat „Birštono energija“ direktoriui p. A. Kondrotui, pateikusiam daug vertingos informacijos apie įmonės veiklą per pastaruosius dešimt metų.

Darius Strazdas, Vaclovas Kveselis, Matas Tamonis

ASSESSMENT OF ENERGY EFFICIENCY MARKET POTENTIAL IN RESIDENTIAL BUILDINGS ON AN EXAMPLE OF ONE TOWN

S u m m a r y

Energy saving possibilities and the scope of investments initially can be estimated having heat consumption data and building characteristics on the basis of investment efficiency for EE measures. Nevertheless, such estimations cannot be used directly for project appraisal and only indicate building and saving possibilities, which should be proven by energy audits for individual buildings.

Assessment of EE potential at the same time can be very useful in planning and optimizing municipal energy plans, allocation of available means, and can serve as an indicator of heat demand prognosis for DH companies.

Results of analysis in Birštonas suggest a rather limited market potential for EE measures, while technical possibilities allow reduction of heat demand in the residential sector by more than 20%. Regardless of the long payback of such measures under present conditions, the potential can be extended by increased fuel prices or efficiency of EE investments.

For the assessment of EE on the state policy level, one should evaluate higher costs for rehabilitation of the DH system up to the economic level after reduction of heat demand.

Key words: district heating, energy performance of buildings, energy consumption in buildings, energy efficiency measures in building sector, potential savings through energy efficiency measures, benefit-cost

Acknowledgement

Authors are grateful to the manager of the MUNEE network Ms. A. Morin for a wide support and encourage-

ment of the research. Authors are also thankful to Director of “Birštono energija” Mr. A. Kondrotas for support and valuable information on the activity of the company for a period over 10 years.

Дарюс Страздас, Вацловас Квеселис, Матас Тамонис

ОЦЕНКА РЫНОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОДНОГО ГОРОДА

Р е з ю м е

Возможная экономия первичной энергии и объем инвестиций могут быть оценены на основе данных теплотребления и характеристики зданий, а также пользуясь созданной компьютерной программой, в которой имеется информация об эффективности инвестиций в энергосбережение. Такую оценку нельзя применять непосредственно для проектирования, а только для определения возможностей сбережения тепла, которые в дальнейшем должны быть уточнены на основе энергетического аудита зданий. Оценка потенциала энергоэффективности может оказаться довольно выгодной для планирования и оптимизации энергетических планов городов, для определения потребности финансовых средств, а также для прогнозирования потребности тепла на предприятиях теплоснабжения.

Результаты анализа в случае г. Бирштонас указывают на весьма ограниченный рыночный потенциал для средств энергосбережений, хотя технические возможности позволяют снизить теплотребление в секторе жилых зданий до 20%.

В данных условиях, имея в виду довольно долгий срок окупаемости инвестиций, потенциал может повыситься с увеличением цены на топливо или со снижением стоимости энергосберегающих средств.

Кроме эффективности инвестиций на уровне государственной энергетической политики, необходимо учитывать также увеличение объема требуемых инвестиций для восстановления сетей теплоснабжения до экономически обоснованного уровня.

Ключевые слова: централизованное теплоснабжение, эффективность потребления энергии, средства энергосбережения, потенциал энергетической эффективности, теплотребление жилых зданий, потребность в инвестициях, критерий выгоды–затрат