
Šilumos ūkio įmonių veiklos matematinis modelis

1. Šilumos ūkio įmonių veiklos gamybinių rodiklių analizė

**Aurimas Lisauskas,
Vaclovas Kveselis,
Matas Tamonis**

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

Centralizuotas šilumos tiekimas ir pastangos gerinti jo efektyvumą Centrinės ir Rytų Europos (CRE) šalyse susiduria su esminėmis kliūtimis. Šios kliūtys labai susijusios su centralizuoto ekonomikos planavimo laikų paveldu, menka reguliavimo patirtimi, finansinių išteklių stoka investicijoms į šilumos tiekimo sistemų modernizavimą. Sprendimas gali būti rastas taikant kompleksinį požiūrį į šilumos ūkio problemas, analizuojant šilumos ūkio techninę ir ekonominę būklę pasitelkus bendrąjį veiklos matematinį modelį.

Šiame darbe analizuojama šilumos ūkio įmonių gamybinių ir ekonominių rodiklių kaita 1990–2002 m.

Raktažodžiai: centralizuotas šilumos tiekimas, ūkinės veiklos modeliavimas, šilumos tiekimo nuostoliai, šilumos gamybos ir tiekimo sąnaudos, šilumos ūkio įmonių ekonominiai rodikliai

1. ŠILUMOS ŪKIO RAIDOS VERTINIMAS

Pagrindinės šilumos ūkio plėtros problemos CRE šalyse yra susijusios su būtinybe atnaujinti ir modernizuoti centralizuoto planavimo laikais sukurtą infrastruktūrą bei ją suderinti su naujai besiformuojančiomis energetikos sistemomis. Pereinant į rinkos ekonomiką atskirose šalyse susiformavo skirtingi gamybos ir tiekimo kaštai, daugiau ar mažiau atspindintys šių šalių socialinę bei ekonominę padėtį. Nors trūksta nuodugnesnių tyrimų apie realų įgyvendintų energijos tausojimo priemonių efektyvumą, naudojamų technologijų būklę, jų finansinę naudą bei taikymo patirtį, akivaizdu, kad kai kuriais atvejais energijos intensyvumo mažinimo priemonių rinkos galimybes riboja susidariusi ekonominė padėtis.

Nepaisant kai kurių skirtumų, CRE šalių šilumos ūkio raida socialiniu/ekonominiu požiūriu turi daug bendrų bruožų:

- vyksta transformacija į rinkos ekonomiką,
- pradinei būklei būdingas didelis energijos intensyvumas bendrajam vidaus produktui (BVP) sukurti,
- atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas jau įtrauktas į politinę ir ekonominę šalių darbo tvarkę,
- palyginus su Europos Sąjungos (ES) šalimis, atidėliojama technologinė plėtra,

- išlieka socialiniai ir ekonominiai barjerai, ribojantys energijos efektyvumo didinimo rinkos potencialo panaudojimo galimybes bei grėsmė investicijų rinkos iškraipymui.

Baltijos šalys, ypač Lietuva priskiriamos prie CRE šalių, sėkmingiausiai tvarkančių savo šilumos ūkio sektorių. Nepaisant to, Lietuvos šilumos ūkyje tebėra daug neišspręstų problemų [1, 2]. Pereinant į rinkos ekonomiką atskirose šalies rajonuose susiformavo skirtingos šilumos gamybos ir tiekimo sąnaudos. Išryškėjo dideli šilumos kainų skirtumai tarp didesnių ir mažesnių miestų. Aukštesnių centralizuotai tiekiamos šilumos kainų susiformavimas rajonuose, kuriems būdingas mažesnis sukuriamas BVP, aštrina šalies socialines problemas. Dabartinį šilumos tiekimo sąnaudų lygį labai sąlygoja ne vien skirtingos kuro kainos, gamybos ir tiekimo sąnaudos, bet ir pereinamojo į rinkos ekonomiką laikotarpio pradžioje sukauptos skolos. Investicijų pritraukimą į mažesnius miestus riboja vartotojų polinkis mažinti šilumos vartojimą, kuris yra kur kas jautresnis kainų augimui, nei dideliuose miestuose.

Tai yra esminės problemos, kurios buvo nepakankamai įvertintos Europos energijos chartijoje bei kituose ES energetikos politiką reglamentuojančiuose dokumentuose [3, 4]. Esančios tendencijos, jei nebus imtasi priemonių, gresia ne tik centralizuoto

šilumos tiekimo (CŠT) sistemų egzistencijai, bet ir jau investuotų lėšų praradimu.

Tenka konstatuoti, jog iki šiol vykdytų energijos efektyvumo projektų sėkmingumas tiek Lietuvoje, tiek kitose CRE šalyse buvo nevienodas [5]. Tai gali būti susiję su:

- skirtingomis socialinėmis ir ekonominėmis sąlygomis,
- nepakankamai pagrįstomis vartojimo prognozėmis bei nepakankama informacija apie vartotojų reakciją į energijos kainų pokyčius,
- neadekvačiu iš centralizuoto planavimo laikų pavaldėtos vietinio energetikos ūkio infrastruktūros techninės ir ekonominės būklės bei galimybių vertinimu,
- su ekonomikos galimybėmis nesuderinta atskirų šalių vyriausybės politika,
- patikimos statistinės informacijos apie šilumos ūkį stoka.

Šiuo metu CRE šalyse vykdomas statistikos duomenų surinkimo ir apibendrinimo sistemų perorganizavimas pagal vieningą Nacionalinių sąskaitų sistemą (NSS) leidžia nuodugniau pažvelgti į kiekvienos šalies energetikos ūkio raidą pereinamuoju periodu [5]. Nepaisant to, labai trūksta informacijos šilumos ūkio sektoriuje. Nesant pilnos apskaitos, šilumos vartojimo duomenys atskirose šalyse gali gerokai skirtis ir duoti klaidingą informaciją šalių investicinei politikai. Sukurta savivaldybių energetikos ūkio informacinė sistema galėtų labai prisidėti prie išsamios šio ūkio analizės.

Dabartinės šilumos ūkio būklės įvertinimas turėtų duoti svarbų indėlį energetikos politikos įgyvendinimui ir valdymui, siekiant atitikti teisinius ir techninius reikalavimus pagal išpareigojimus ir rekomendacijas, kurias nustato tarptautinės institucijos ir išpareigojimai stojant į Europos Sąjungą. Įvertinimas turėtų pateikti visuomenei – taip pat planuotojams ir sprendimų priėmėjams – parengtą metodologiją reikalingos, patikimos informacijos apie energijos naudojimą ir tiekimą analizei.

2. INFORMACINĖS BAZĖS SUKŪRIMO PROBLEMAS

Nėra vienareikšmio centralizuotai tiekiamos šilumos apibrėžimo. Centralizuotam šilumos tiekimui paprastai nepriskiriamas šilumos tiekimas iš vietinių ar smulkių grupinių katilinių bei vietinių šildymo sistemų [7]. Šiame darbe šilumos ūkiui priskiriamos įmonės, kurių pagrindinė ekonominė ir komercinė veikla yra šilumos bei karšto vandens gamyba ir tiekimas.

1990–1993 m. CŠT praktiškai buvo sutelktas vienoje įmonėje „Lietuvos energetikos sistema“. Dar apie 10% CŠT priklausė gamybiniam susivienijimui

„Šiluma“. Vėliau centralizuojant šilumos ūkio valdymą 1994 m. beveik visas šilumos ūkis perduotas VĮ „Lietuvos energija“ priklausomybei.

Daugiausia informacijos apie CŠT rodiklius nagrinėjamu periodu galima rasti paskelbtuose kuro ir energijos balanso (KEB) duomenyse ir VĮ „Lietuvos energija“, o nuo 1998 m. – Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos (LŠTA) skelbiamose veiklos ataskaitose [8–10]. Tačiau paskelbti duomenys nėra pakankami. Ypač trūksta duomenų apie atskirų rajonų (miestų) šilumos ūkių rodiklius.

Regioninio planavimo reikmėms būtų naudinga turėti visą vaizdą apie CŠT atskirų rajonų ar regionų (apskričių) lygiu. Tai įmanoma pasiekti sistemingai formuojant savivaldybių energetikos informacinę sistemą (SEIS). Tokia sistema kuriama LEI Regionų energetikos plėtros laboratorijoje, remiantis tris šalių – instituto, Lietuvos savivaldybių asociacijos ir Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos susitarimu [11].

Šilumos ūkio raidos analizei reikalingų duomenų aprašymui kuriamoje SEIS pasirinkta informacinė eilutė:

$$Y_i = (\text{vardas}, e_kodas, \text{mato_vienetas}, y_1, y_2, \dots, y_{30}, \dots, y_{30}); \quad (1)$$

čia

vardas – eilutėje formuojamų duomenų identifikatorius ar pavadinimas,

e_kodas – eilutės duomenų kodas,

mato_vienetas – eilutėje formuojamų duomenų mato vieneto simbolinis pažymėjimas,

y_τ – rodiklio τ metų vertė.

Veiklos rodiklių analizei duomenų bazėje (DB) kaupiamos metinės rodiklių vertės (y_1 atitinka 1990 m. pabaigos rodiklio vertę).

Duomenų bazės valdymo sistema (DBVS) atrenka duomenis pagal pirmuosius tris eilutės elementus, esančius DB žodyne (klasifikatoriuje). Taigi DB žodyno eilutė turi šią struktūrą:

$$Z_i = (\text{vardas}, e_kodas, \text{mato_vienetas}), \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Klasifikatoriuje saugomas rodiklio mato vienetas naudojamas tik eilutėje Y_i saugomų duomenų matavimo vieneto identifikavimui. Iš DB nuskaityti rodikliai gali būti išvedami norimais matavimo vienetais.

Žodynas (klasifikatorius) – tai eilučių rinkinys, kuris yra patalpintas į vieną duomenų lentelę arba bylą. Duomenų lentelės eilučių skaičius ribojamas tik žodyno Z ilgiu. Kuriamų arba saugomų lentelių skaičius nėra ribojamas. Jų rinkinys sudaro informacinių duomenų metalentelę. Į ją įeinančių lentelių sąrašas saugomas bylų (pirminių lentelių) klasifikatoriuje:

$$F_j = (\text{bylos_vardas}), j = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

Surinkti pakankamus šilumos ūkio įmonių veiklos duomenis praėjusio 10-čio laikotarpiui yra sunkus uždavinys, todėl atskirų įmonių veiklos vertinimui tenka naudoti imitacinio modeliavimo principus.

Imitacinio šilumos ūkio matematinio modelio pagrindu pasirinktos į tinklus patiekiamos šilumos apimtys. Tokį pasirinkimą sąlygojo tai, kad:

- apie tiekiamos šilumos apimtis yra pakankamai daug oficialiai skelbiamos informacijos,
- pateikiamos į tinklus šilumos apimtys gali būti panašios atskirose šilumos tiekimo sistemose (ŠTS), aptarnaujančiose panašų gyventojų skaičių,
- pateikiamos į tinklus šilumos apimtys gali būti nesunkiai susietos su kitais įmonės gamybos rodikliais.

Taikant imitacinį modeliavimą buvo laikomasi tokių principų:

- iš turimų DB duomenų nustatoma nagrinėjamo santykinio rodiklio svertinio vidurkio kitimas nagrinėjamu laikotarpiu,
- nežinomoms santykinio rodiklio vertėms informacinė eilutė užpildoma imitacinėmis i -ojo rodiklio svertinio vidurkio diskretinėmis reikšmėmis,
- neturint duomenų apie į tinklus tiekiamos šilumos kiekius, pirmiausia nustatomas jų įvertis pasirinktiems metams, remiantis iš anksto nusistatytomis šio santykinio rodiklio priklausomybėmis nuo kitų šilumos ūkio įmonių žinomų statistinių rodiklių, o kitų eilučių duomenys užpildomi pagal pasirinktas imitacinio modelio taisykles.

Tokia modeliavimo schema:

- leidžia pilnai panaudoti turimus ar prieinamus statistinius duomenis,
- įgalina imitaciniu modeliu apimti visą šalies šilumos ūkį teritoriniame pjūvyje per visą pasirinktą istorinį laikotarpį,
- sudaro galimybę reguliariai tikslinti šilumos ūkio veiklos vidutinius rodiklius, papildant duomenų bazę naujais duomenimis,
- sudaro prielaidas prognozuoti nagrinėjamų rodiklių kitimą artimiausiu laiku.

Šiais principais formuojama šilumos ūkio informacinė sistema sudaro prielaidas:

- tobulinti teorinę bazę savivaldybių energetikos ūkio makroekonominiams rodikliams įvertinti bei esamos politikos tolimesnio koregavimo tikslams pagrįsti,
- įtraukti į informacinę sistemą analitinius modulius, skirtus savivaldybių energetikos ūkio veiklos makroekonominiams rodikliams koreguoti,
- tobulinti ekonominio ir finansinio energetikos įmonių veiklos vertinimo matematinių modelių algoritmus bei programinę įrangą.

Tolesniuose informacinės sistemos plėtros etapuose numatoma galimybė įtraukti socialinių ir aplinkosaugos veiksnių, kurie gali iš esmės lemti šilumos ūkio raidos perspektyvas, įtakos įvertinimą.

3. ŠILUMOS GAMYBOS IR REALIZACIJOS RODIKLIAI

Turimi statistiniai duomenys apie tinklais tiekiamos šilumos apimtis 1990–2002 m. yra labai riboti. Tai susiję su tuo, kad nagrinėjamo laikotarpio pradžioje šilumos gamyba daugiausia buvo sutelkta Alytaus, Kauno, Klaipėdos, Panevėžio, Šiaulių bei Vilniaus šilumos tinklų įmonėse, kurios vėliau reorganizuotos. Ypač pasigendama informacijos apie patiekto į tinklus šilumos kiekius iš pramonės katilinių. Perodo pradžioje šilumos gamintojai neįvertindavo nuosavų šilumos reikmių (šilumos sąnaudų mazutui šildyti ir pan.).

Siekiant subalansuoti šilumos gamybos ir realizacijos apimtis šiame darbe vartojama į tinklus patiekto šilumos kiekio sąvoka apibrėžiama lygbe:

$$Q(\tau) = \sum_i Q_{g,i}(\tau), \quad (i = 1, 2, 3, 4); \quad (4)$$

čia Q – šilumos, patiekto iš šilumos generavimo šaltinių į tinklus, kiekis GWh,

$Q_{g,i}$ – į tinklus patiekto šilumos dedamosios generavimo pusėje GWh,

τ = metai – 1989 metų rodikliai.

Indeksai:

$i = 1$ – šilumos gamyba garo arba vandens šildymo katilinėse,

$i = 2$ – šilumos gamyba kogeneraciniame cikle,

$i = 3$ – iš kitų gamintojų pirкта šiluma,

$i = 4$ – nuosavos šilumos sąnaudos (su minuso ženklu).

Kita vertus, į tinklus patiekta šiluma tenka vartotojų poreikiams tenkinti ir tiekimo nuostoliams kompensuoti:

$$Q(\tau) = \sum_i Q_{r,i}(\tau), \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5); \quad (5)$$

čia $Q_{r,i}$ – patiekto į tinklus šilumos dedamosios tiekimo ir paskirstymo pusėje,

Indeksai:

$i = 1$ – techniniai tiekimo nuostoliai,

$i = 2$ – komerciniai tiekimo nuostoliai,

$i = 3$ – pramonės vartotojams parduota šiluma,

$i = 4$ – namų ūkiui parduota šiluma,

$i = 5$ – valstybės poreikiams parduota šiluma.

Šilumos tiekimo techniniai nuostoliai iki 1994–1995 m. buvo nustatomi atliekant periodinius viso šilumos tinklo ar jo atskirų paskirstomųjų atšakų kontrolinius matavimus, vadovaujantis oficialiai patvirtintomis metodikomis. Šilumos apskaitos neturin-

tiems vartotojams buvo paskirstomas visas pagamintos šilumos kiekis, proporcingai vartotojų įrengtai galiai atėmus nustatytus šilumos tiekimo nuostolius. Šiuo periodu šilumos ūkio įmonės komercinių nuostolių neturėjo.

Balansinių (4) ir (5) lygčių pagrindu buvo atlikta DB esančių rodiklių kontrolė ir atranka. Iš DB buvo atmesti rodikliai, kurie netenkino sąlygos:

$$Abs \left(\frac{\sum_i Q_{g,i}(\tau)}{\sum_i Q_{r,i}(\tau)} - 1 \right) \cdot 100 > 2\% . \quad (6)$$

Nekeičiant DB esančių rodiklių reikšmių, tolesnėje analizėje buvo vartojamos tik sunormuotos rodiklių reikšmės:

$$\hat{Q}_{r,i}(\tau) = \frac{Q_{r,i}(\tau)}{Abs \left(\frac{\sum_i Q_{g,i}(\tau)}{\sum_i Q_{r,i}(\tau)} - 1 \right)} , \quad (7)$$

$$\hat{Q}(\tau) = \frac{Q(\tau)}{Abs \left(\frac{\sum_i Q_{g,i}(\tau)}{\sum_i Q_{r,i}(\tau)} - 1 \right)} . \quad (8)$$

Centralizuotai tiekiamos šilumos apimčių įvertinimui pasinaudota santykinio rodikliu:

$$q_{90,j}(\tau) = \frac{Q_{g,1,j}(\tau)}{Q_{g,1,j}(1)} , \quad j=1,2,\dots, \tau=1,2,\dots,13 ; \quad (9)$$

čia j – apibūdina konkrečią šilumos tiekimo įmonę.

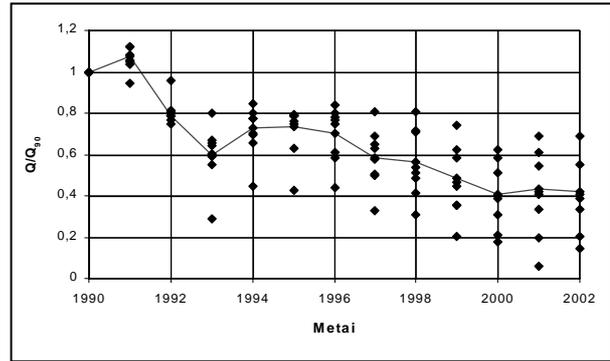
Pirkta šiluma bei nuosavos šilumos sąnaudos nebuvo modeliuojamos. Apsiribota tik žinomomis šių rodiklių reikšmėmis, kurios yra įvestos į DB.

Svorinio santykinio šilumos gamybos rodiklio reikšmė apskaičiuota pagal formulę:

$$q_{90}(\tau) = \frac{\sum_j q_{90,j}(\tau) \cdot Q_{g,1,j}}{\sum_j Q_{g,1,j}(\tau)} . \quad (10)$$

Pakankamų duomenų apie patiektos į tinklus šilumos kiekius yra palyginti nedaug. Pagal turimus duomenis $q_{90,\tau}(\tau)$ pateiktas įvertinimas (1 pav.).

1991–1993 m. beveik pusiau sumažėjo šilumos gamyba. Tai gali būti kaimyninės šalies energetikos išteklių blokados, šilumos apribojimo šildymui bei pramonės šilumos poreikių sumažėjimo pasekmė. Sušvelninus šilumos tiekimo ribojimus patalpų šildymo reikmėms, šilumos gamyba vėl išaugo ir 1994–1996 m. sudarė apie 70% pradinio, 1990 m., lygio. Vėliau gamyba vėl pradėjo mažėti, vis labiau išryškėjant atskirų miestų skirtumams. Didžiausias ga-



1 pav. Santykinis šilumos gamybos rodiklis 1990 m. atžvilgiu

mybos nuosmukis buvo Alytuje. Vilniuje šilumos gamyba sumažėjo tik 40% nuo 1990 m. lygio. Šilumos gamyba iki 2001 m. sumažėjo vidutiniškai 60%.

Šilumos ūkio matematiniam modelyje daroma prielaida, kad šilumos tiekimo raida kituose miestuose, kuriuose nebuvo pakankamų duomenų, atitiko čia gautą $q_{90}(\tau)$ priklausomybę. Imitaciniame šilumos tiekimo į tinklus modelyje priimta:

- kai nėra duomenų nuo pradžios iki τ_1 -ųjų metų arba nuo τ_1 metų iki nagrinėjamo laikotarpio pabaigos:

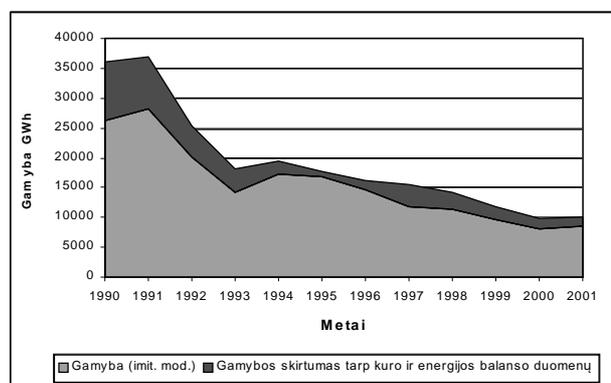
$$Q_{g,1,j}(\tau) = Q_{g,1,j}(\tau_1) \cdot [q_{90,j}(\tau) / q_{90}(\tau_1)] , \quad (11)$$

- kai nėra duomenų nuo τ_1 iki τ_2 metų:

$$Q_{g,1,j}(\tau) = Q_{g,1,j}(\tau_1) * \frac{q_{90}(\tau)}{q_{90}(\tau_2)} .$$

$$\cdot \left\{ 1 - \frac{\tau - \tau_2}{\tau_1 - \tau_2} \cdot \left[\frac{Q_{g,1,j}(\tau_1)}{Q_{g,1,j}(\tau_2)} \cdot \frac{q_{90}(\tau_2)}{q_{90}(\tau_1)} - 1 \right] \right\} . \quad (12)$$

Remiantis nepakankamais turimais šilumos ūkio įmonių duomenimis sudarytas imitacinis šilumos tiekimo modelis, apimantis 53 šalies šilumos ūkio įmo-



2 pav. Imitaciniu modeliu apimtų šilumos gamybos apimčių palyginimas su kuro ir energijos balanso duomenimis

nes. Šių rezultatų palyginimas su žinomais kuro ir energijos balanso duomenimis rodo, kad toks modelis pakankamai korektiškai apibūdina visos Lietuvos šilumos ūkio raidą (2 pav.).

Imitacinio modelio rezultatų palyginimas su kuro ir energijos balanso duomenimis rodo, kad šilumos ūkio modelis apima apie 90% visos šilumos, priskiriamos centralizuotam šilumos tiekimui. Didesnis neatitikimas nagrinėjamo laikotarpio pradžioje gali būti susijęs su pramonės šilumos vartojimu iš savo katilinių, kuris neįskaitytas į tinklais tiekiamos šilumos apimtį.

Pakoreguotas vartotojams parduotos šilumos santykis su pateiktu į tinklus šilumos kiekiu ($q_{r,v} = \hat{Q}_{r,v} / \hat{Q}$, $v = 3,4,5$) apibūdina realią šilumos tiekimo ir paskirstymo veiklos būklę (3 pav.). Didelė duomenų sklaida nėra susijusi vien su turimos informacijos paklaidomis. Nagrinėjamas rodiklis lygus vienetui, kai šilumos gamintojas visus tiekimo nuostolius prisiima sau. Svorinis nagrinėjimo rodiklio vidurkis (3 pav. kreivė) pakankamai gerai atspindi bendrą šilumos tiekimo būklės raidą. Didelės šio rodiklio reikšmės 1990–1992 m. būdingos situacijai, kada vartotojams buvo priskiriama visa į tinklus patiekta šiluma, atmetus eksperimentiniu keliu nustatytus šilumos tiekimo nuostolius. Mažiausios šio rodiklio reikšmės būdingos 1996–1998 m., kai buvo įrengta vartotojams parduodamos šilumos apskaita.

Po 1997 m. šilumos ūkio valdymo decentralizavimo reformos stebimas gana tolydus realizuojamos šilumos dalies augimas, kuris sietinas su techninių ir komercinių šilumos tiekimo nuostolių persikirstymu (4 ir 5 pav.).

Nuodugnesnė susidarantių šilumos tiekimo nuostolių analizė rodo, kad jie susideda iš dviejų skirtingų dedamųjų:

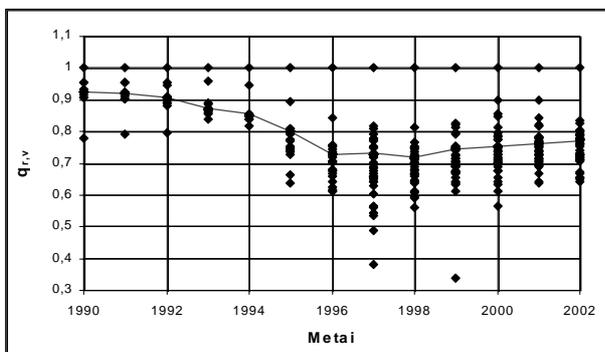
- techninių nuostolių, kuriuos sąlygoja šilumos tinklų būklė,
- komercinių nuostolių, kuriuos veikia nepilna šilumos suvartojimo apskaita, nepagrįstos šilumos vartojimo normos nesant apskaitos prietaisų, apskai-

tos prietaisų paklaidos, taip pat matavimo prietaisų rodmenų falsifikavimas.

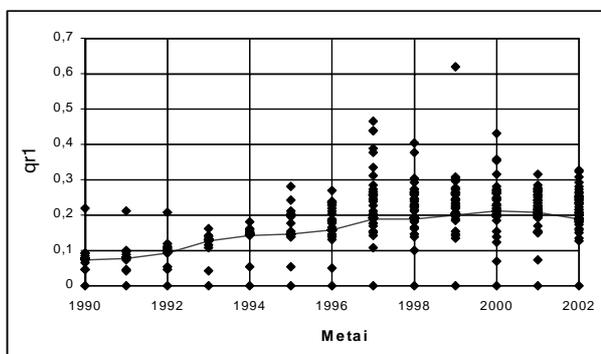
Turima statistinė informacija apie atskirų šilumos ūkio įmonių techninius šilumos tiekimo nuostolius nėra gausi [9].

Daugiau kaip du kartus išaugę santykiniai šilumos tiekimo nuostoliai negali būti tiesiogiai susieti vien su šilumos tinklų techninių charakteristikų pablogėjimu. Tai, kad nuo 2000 m. stebimas tam tikras techninių šilumos tiekimo nuostolių mažėjimas, leidžia teigti, jog techninės šilumos tinklų charakteristikos nėra esminiai pablogėjusios. Ypatinę vietą užima Visagino miesto šildymas, kur šilumos tiekimo techninius ir komercinius nuostolius prisiėmė pats gamintojas – IAE arba Ignalinos katilinė. Ryšium su tuo 5 pav. Visagino techniniams nuostoliams priskirtos nulinės reikšmės. Labai mažus šilumos tiekimo nuostolius pateikia Elektrėnai.

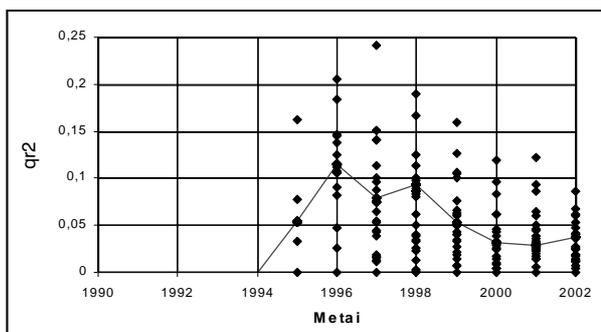
Didesni šilumos tiekimo komerciniai nuostoliai pradėjo ryškėti įvedant apskaitą vartojimo sferoje bei pagal vyriausybės nutarimus neturintiems apskaitos vartotojams įvedant priskaičiuojamas prietaisų šilumos ribojimus. Nuodugnesnė susidarantių šilumos tiekimo techninių ir komercinių nuostolių analizė dėl informacijos stokos nebuvo daroma, nors rengiant Nacionalinę energetikos strategiją jau buvo atkreiptas dėmesys į negatyvias vykdomų valstybės institucijų nutarimais tiekiamos šilumos vartotojams ribojimų pasekmes [12].



3 pav. Vartotojams parduotos šilumos dalis



4 pav. Šilumos tiekimo techninių nuostolių dalis



5 pav. Šilumos tiekimo komercinių nuostolių dalis

Komercinių šilumos nuostolių atsiradimas paskatino sparčiau įrengti šilumos apskaitą. Vyriausybės nutarimais šilumos apskaita buvo diegiama šilumos tiekėjų, neturinčių tam finansinių išteklių, sąskaita. Apskaitos įvedimas tapo rimta paskata vartojimui mažinti. Tokia valstybės politika tik sukėlė finansinius nuostolius šilumos tiekimo įmonėms 1996–1999 m. Kai kurių šilumos įmonių komerciniai nuostoliai beveik prilygo techniniams nuostoliams (5 pav.).

Kadangi komerciniai nuostoliai atsirado tik dėl nepagrįstų šilumos tarifų apskaitos neturintiems vartotojams, tai tokią situaciją reikėtų vertinti kaip prievartinį vartotojų subsidijavimą šilumos tiekėjų sąskaita.

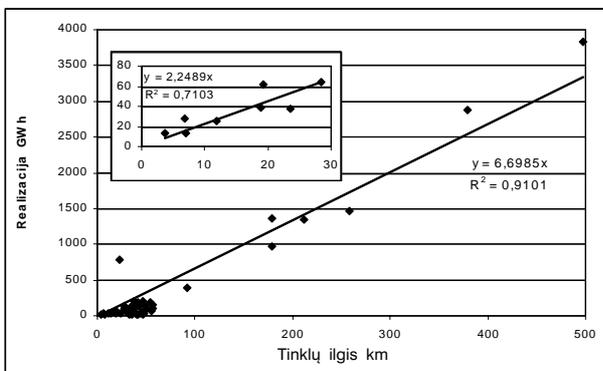
Šilumos nuostolių analizę apsunkina stoka ne tik tiesioginių statistinių duomenų, bet ir informacijos apie faktinius šilumos tinklų techninius rodiklius. Oficialiai skelbiama informacija apie šilumos tinklų technines charakteristikas yra gana fragmentiška. Beveik nėra informacijos apie faktinius eksploatuojamų šilumos tinklų ilgius, besikeičiančius dėl vartotojų atsijungimo.

Šilumos tiekimo tinklų ilgių ir realizuojamos šilumos regresinė analizė įgalino nustatyti būdingą Lietuvos miestams tinklų ilgio priklausomybę nuo realizuojamos šilumos kiekio (6 pav.).

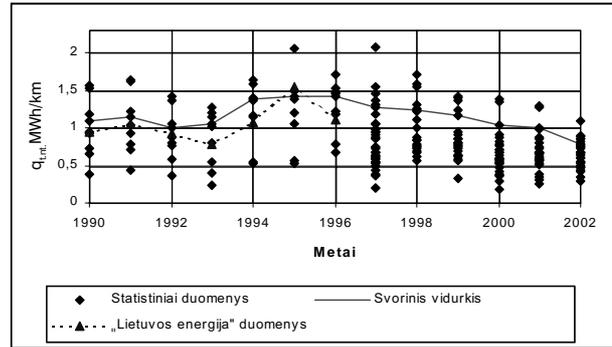
Mažuose miestuose tokio pat šilumos kiekio realizacijai naudojamų tinklų ilgis yra kur kas didesnis nei dideliuose miestuose (6 pav. intarpas).

Gauta priklausomybė gali būti panaudota imitaciniam šilumos tinklų ilgio įvertinimui ŠTS, kurioms tokių statistinių duomenų nerasta.

Analizės rezultatai rodo, kad didesnių miestų CŠT sistemoms 1997 m. būdinga šilumos apkrova – apie 6,7 GWh/km, o mažesnių – 2,25 GWh/km šilumos realizacijos. Toks skirtumas rodo, kad mažiems miestams šilumos tiekimo efektyvumas galėtų būti didinamas atsisakant mažai apkrautų tinklo dalių, skaidant į mažesnes sistemas ar panaudojant kitas technologijas.



6 pav. 1997 m. Lietuvos miestuose realizuotos šilumos kiekio priklausomybė nuo tinklų ilgio

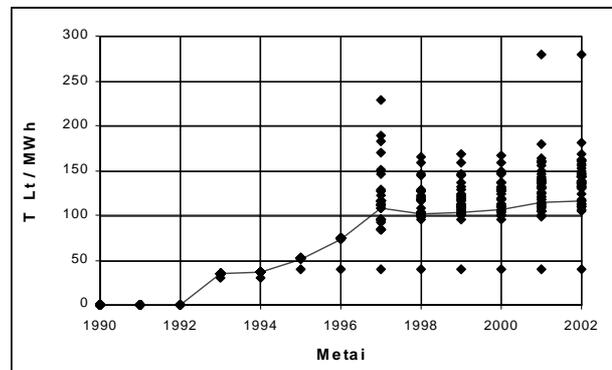


7 pav. Santykinų techninių šilumos tiekimo nuostolių raida: 1 – statistinių duomenų svertinis vidurkis, 2 – turimi statistiniai duomenys, 3 – įmonės „Lietuvos energija“ duomenys [9]

Analizuojant vidutinius santykinus techninius nuostolius, tenkančius tinklo ilgio vienetui, galimos papildomos paklaidos dėl netikslumų įvertinant faktinius šilumos tinklų ilgius. Nepaisant pakankamai plačios santykinų šilumos tiekimo nuostolių sklaidos, svertinis jų vidurkis gana neblogai derinasi su kita turima informacija (7 pav.).

4. ŠILUMOS REALIZACIJOS PAJAMOS, SAŃAUDOS IR BENDRASIS PELNAS

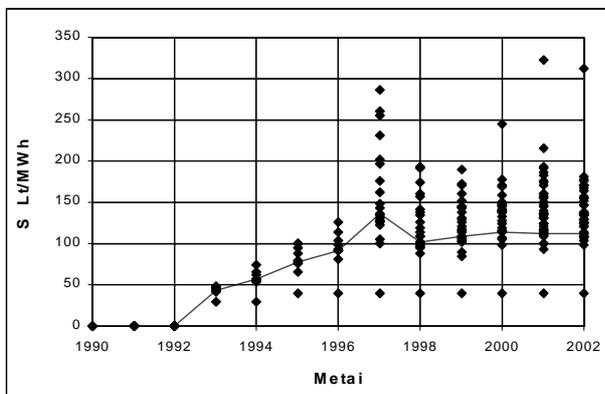
Iki 1997 m. viduryje įvykdytos šilumos ūkio valdymo decentralizavimo reformos šilumos tarifas visoje šalyje buvo vienodas. Po valdymo reformos tiek regioninės, tiek rajoninės šilumos ūkio įmonės pačios apskaičiuoja savo tiekimo šilumos tarifus, kuriuos privalo suderinti su Valstybine kainų ir energetikos kontrolės komisija. VKEK komisijos aprobuoti tarifai gali skirtis nuo šilumos vartotojų tarifų esant atitinkamam Savivaldybės tarybos sprendimui. Dažniausiai tai būna ne tiek ūkinis, kiek politinis sprendimas. Šilumos tarifų arba realizacijos pajamų šilumos kiekio vienetui svertinės reikšmės pateiktos (8 pav.).



8 pav. Šilumos tarifo kaita šilumos ūkio įmonėse

Įmonėms, kurioms nepavyko rasti duomenų, buvo priimtos vidutinės svartinės tarifo reikšmės. Mažiausi šilumos tarifai buvo Visagine, o didžiausi – Neringoje.

Kiek sudėtingiau įvertinti šilumos gamybos sąnaudų raidą.



9 pav. Šilumos gamybos sąnaudų kaita šilumos ūkio įmonėse

Patikimesnių statistinių duomenų apie šilumos gamybos sąnaudas galima rasti tik 1996–2000 metams (9 pav.). Iki 1995 m. statistinių duomenų šilumos gamybos sąnaudų įvertinimui yra labai mažai. Pažymėtina, kad 1990–1993 m. šilumos tarifas daugiau ar mažiau atitiko šilumos gamybos sąnaudas, o kuro išlaidų dalis jose sudarė daugiau kaip 80%.

Didelę šilumos gamybos savikainos kaitą nuo 1997 m. sukėlė ne vien kuro išlaidos. Kaip rodo nuodugnesnės ekonominės ir finansinės analizės rezultatai, išlaidų struktūroje svarią vietą įgavo išlaidos darbo jėgai, įrengimų remontui ir aptarnavimui bei banko paskolų palūkanos [13].

Šilumos ūkio įmonių ekonominę būklę apibūdina pagrindinės veiklos realizacijos pajamų ir sąnaudų skirtumas – bendrasis arba santykinis bendrasis pelnas:

$$BP(\tau) = Q_{r,1} \cdot (\tau) \cdot (T(\tau) - S(\tau)), \quad (13)$$

$$B(\tau) = \frac{BP(\tau)}{Q_{r,1}(\tau)} = T(\tau) - S(\tau); \quad (14)$$

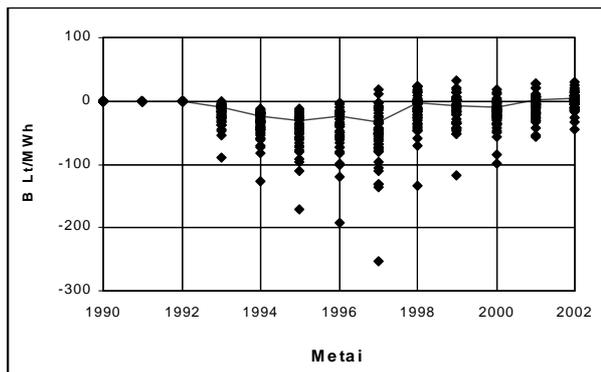
čia BP – bendrasis pelnas tūkst. Lt/MWh,

T – santykinės parduodamos pajamos (tarifas) tūkst. Lt/MWh,

S – santykinės gamybos išlaidos (savikaina) tūkst. Lt/MWh,

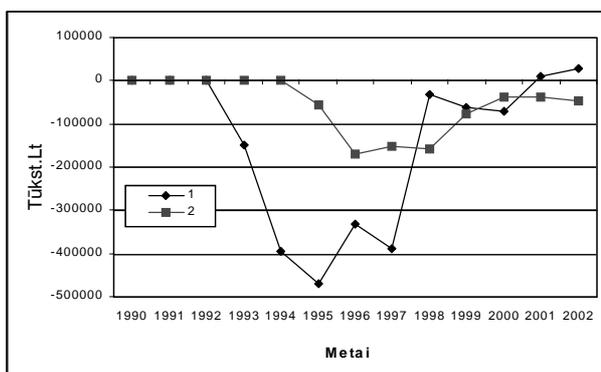
B – santykinis bendrasis pelnas tūkst. Lt/MWh.

Remiantis atliktų tyrimų duomenimis, nesunku apskaičiuoti šilumos ūkio veiklos bendrojo pelno rodiklius (10 pav.).



10 pav. Santykinio bendrojo pelno (nuostolių) kaita šilumos ūkio įmonėse

Atlikti skaičiavimai rodo, kad visai šalies šilumos ūkio raidai būdingos disproporcijos tarp šilumos tarifo ir sąnaudų. 1990–1992 m. šilumos tarifas daugiau ar mažiau atitiko gamybos sąnaudas, tuo tarpu 1992–1997 m. vyriausybės sprendimais nustatytas šilumos tarifas padengė vos apie pusę gamybos sąnaudų. 1997 m. šilumos ūkio valdymo decentralizavimo reforma kiek pagerino padėtį, bet problemos iš esmės neišsprendė. 2000 m. pastebimas naujas santykinio pelno nuosmukis buvo stabdomas toliau decentralizuojant regionines šilumos tiekimo įmones bei didinant tarifus rajoniniuose miestuose. Paskutiniųjų dviejų metų tendencijos rodo, jog santykinio bendrojo pelno svorinis vidurkis artimiausiais metais gali tapti teigiamu.



11 pav. Šilumos ūkio metinių bendrojo pelno (1) bei patirtų komercinių nuostolių (2) raida

Dabartinę šilumos ūkio finansinę situaciją geriau apibūdina sukauptas bendrasis pelnas:

$$SBP(\tau) = \int_0^{\tau} BP(\tau) d\tau. \quad (15)$$

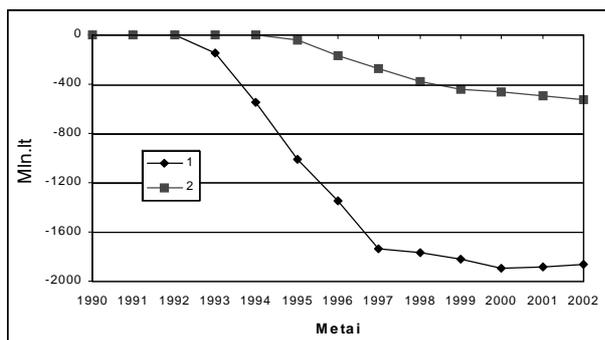
Sukaupto bendrojo pelno skaičiavimai parodė, jog dėl realizuojamos šilumos tarifo neatitikimo fakti-

nėms išlaidoms iki 1997 m. šilumos ūkio bendrasis pelnas grėsmingai mažėjo (augo sukauptas nuostolis) (12 pav.).

Pinigine išraiška šilumos ūkio patirti nuostoliai dėl šilumos tarifo neatitikimo sąnaudoms 1994–1997 m. išaugo iki 400 mln. Lt (11 pav.). Taigi 1997 m. šilumos ūkio reformą tektų vertinti kaip neišvengiamą priemonę dėl susidariusios kritinės finansinės padėties.

Remiantis šilumos ūkio imitacinio modeliavimo rezultatais, 1997 m. bendrasis šilumos ūkio nuostolis siekė 1,8 mlrd. Lt. Pažymėtina, kad tai sudarė apie pusę tuometinės buhalterinės šilumos ūkio ilgalaikio turto vertės. Tik po 1997 m. šilumos ūkio decentralizavimo reformos ši nuostolių augimą pavyko sustabdyti, o vėliau ir mažinti sukauptą nuostolį. Nagrinėjamo laikotarpio pabaigoje sukauptas nuostolis sudarė 1,9 mlrd. Lt.

Nemažą indėlį į bendrąjį pelną (nuostolius) įnešė komerciniai šilumos tiekimo nuostoliai. Nuo 1994 m. iki 2002 m. šilumos ūkio įmonės dėl to patyrė apie 450 mln. Lt nuostolių (12 pav.).



12 pav. Šilumos ūkio sukaupto bendrojo pelno bei patirtų komercinių nuostolių raida: 1 – bendrasis sukauptas nuostolis, 2 – iš to skaičiaus sukaupti komerciniai nuostoliai

Esminiai sprendimai šalinant susikaupusių nuostolių pasekmes buvo pradėti 1997 m., šilumos ūkio valdymo decentralizacijos reformos metu. Vėliau sukaupti šilumos ūkio bendrieji pagrindinės produkcijos gamybos ir tiekimo nuostoliai buvo dengiami didinant trumpalaikius išsiskolinimus, nuvertinant įmonių turtą arba kitomis priemonėmis. Tai bus vėlesnių studijų objektas.

6. IŠVADOS

1. Atlikti tyrimai leidžia tvirtinti, kad perėjimą į rinkos ekonomiką bei šalies šilumos ūkio perorientavimą darnios energetikos plėtros kryptimi tebestabdo centralizuotai planuoto energetikos ūkio paveldas.

2. Veikianti kainodaros sistema, pagrįsta pelno normavimu, neatspindi realių šilumos gamybos išlaidų ir neleidžia sukaupti lėšas, reikalingas šildymo sistemai palaikyti bei atnaujinti, neskatina gamybos ir tiekimo išlaidų mažinimo.

3. Parodyta, kad dėl ekonomiškai nepagrįstų sprendimų susidarę komerciniai šilumos tiekimo nuostoliai 1994–2002 m. šilumos ūkiui padarė apie 450 mln. Lt nuostolį.

4. Imitacinio modelio rezultatai atskleidžia bendrus šilumos ūkio pagrindinės veiklos nuostolius, patirtus dėl šilumos tarifo neatitikimo sąnaudoms 1990–2002 m. Sukauptas nuostolis vertinamas maždaug 1,9 mlrd. Lt.

5. Kuriamas šilumos ūkio matematinis modelis gali būti panaudotas ne tik gamybinių, ekonominių bei finansinių rodiklių prognozavimui, bet ir sprendimų susidariusiems rinkos trūkumams pašalinti arba sušvelninti paieškai.

Gauta
2003 11 20

Literatūra

- Kveselis V., Grigonienė J., Strazdas D. Evolution of Lithuania's municipal energy sector and possible strategic directions of development // II International Scientific Conf. Decentralization of Energetic: The Future of Urban Energetic. Klaipėda, May 9–11, 2002. P. 21–29.
- Tamonis M., Dzenajavičiene E. F., Lisauskas A., Tutlyte O. The issues of district heating optimization and planning of sustainable development // II International Scientific Conf. Decentralization of Energetic: The Future of Urban Energetic. Klaipėda, May 9–11, 2002. P. 21–29.
- Воздействие либерализации рынка на политику и программы в области энергоэффективности. Секретариат Энергетической Хартии, 2001 г. 98 с. <http://www.worldbank.org/energy>.
- Финансирование проектов энергетической эффективности. Руководство по применению. Секретариат Энергетической Хартии // <http://www.encharter.org>.
- ECA Infrastructure and Energy / District Heating and Energy Efficiency // <http://www.worldbank.org/energy>.
- Tarybos reglamentas dėl nacionalinių ir regioninių sąskaitų Europos sistemos Bendrijoje (EC) 2223/96. 1996 m. birželio 25 d./ OJL 310, 1996–11–30. P. 1.
- Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa, patvirtinta Lietuvos ūkio ministro 2001 m. Vilnius, 2001.
- Lietuvos šilumos tiekimo bendrovių ūkinės veiklos apžvalga. Vilnius, LŠTA, 1998–2002.
- AB „Lietuvos energija“. Ūkinės veiklos apžvalga. Vilnius, 1990–1997.
- „Lietuvos energetika“. Lietuvos energetikos institutas, 2002.
- Bendradarbiavimo sutartis tarp Lietuvos savivaldybių asociacijos, Lietuvos energetikos instituto ir Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos. 2002 m. gegužės 23 d.

12. Tamonis M., Vilemas J. Centralizuoto šilumos tiekimo strategija // Mokslas ir technika. 1999. Nr. 3. P. 12–13.
13. Tamonis M., Kveselis V., Tutlytė O. Kainų reguliavimo pasekmės šilumos tiekimo įmonių veiklos efektyvumui // Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai. P. 209–221.

Aurimas Lisauskas, Vaclovas Kveselis, Matas Tamonis

**MATHEMATICAL MODEL FOR ACTIVITY SIMULATION OF HEAT SUPPLY COMPANIES
1. ANALYSIS OF PRODUCTION INDICES FOR HEAT SUPPLY COMPANIES**

S u m m a r y

Centralized heat supply and efforts to increase its efficiency met essential barriers in Central and East European Countries (CEEC). These barriers to a considerable extent are related to the heritage of centrally planned economics, insufficient regulation experience, the lack of financial sources for investments into modernization of heat supply systems. The solution can be found employing an integrated approach to the problems of heat supply, analyzing the technical and economic issues in a common mathematical model of heat supply activities.

The variation of economic and production indexes of DH companies in Lithuania from the year 1990 to 2002 is analyzed.

Key words: district heating, simulation of economic activity, heat supply losses, heat generation and supply costs, economic indices of district heating companies

Ауримас Лисаускас, Вацловас Квеселис, Матас Тамонис

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
1. АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

Р е з ю м е

Централизованное теплоснабжение и попытки повысить эффективность систем теплоснабжения в странах Центральной и Восточной Европы встречают серьезные преграды. Они в значительной степени связаны с наследием экономики централизованного планирования, недостаточным опытом регулирования в условиях рыночной экономики, нехваткой инвестиционных финансовых средств для модернизации систем теплоснабжения. Решение проблемы возможно используя комплексный подход с применением математической модели, позволяющей анализировать технические и экономические показатели деятельности предприятий теплоснабжения.

В настоящей статье анализируется изменение производственных и экономических показателей теплоснабжающих предприятий Литвы за 1990–2002 гг.

Ключевые слова: централизованное теплоснабжение, моделирование хозяйственной деятельности, потери теплоснабжения, затраты производства и снабжения тепла, экономические показатели предприятий теплоснабжения