

# Šilumos ir karšto vandens tiekimo sistemos rekonstrukcija

**Darius Strazdas,  
Vaclovas Kveselis**

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

**Petras Urbonas**

*Vilniaus Gedimino technikos  
universitetas,  
Saulėtekio al. 11,  
LT-2040 Vilnius*

Šilumos ir karšto vandens tiekimo sistemø rekonstrukcija atsisakant kolektyvinio karšto buitinio vandens ruoðimo punktø ir árengiant karšto vandens ruoðimo ðilumokaiëius pastatø ðilumos punktuose – viena centralizuoto ðilumos tiekimo sistemø modernizavimo kryptis, reikalaujanti dideliø investicijø. Ðiame straipsnyje pateikiama grupës pastatø, kuriems karðtas vanduo buvo tiekiamas ið vieno kolektyvinio karšto vandens ruoðimo punkto, trejø metø matavimo ir stebëjimo duomenø analizë, aprëpianti laikotarpá iki rekonstrukcijos ir po jos. Analizë papildyta ðilumos tiekimo sistemos darbo parametromø ir ðilumos nuostoliø modeliavimo rezultatais, panaudojant hidraulinio ir ðiluminio tinklø modeliavimo programà, kuri imituoja namø ðilumos punktuose esanëiø automatiniø reguliatoriø darbà, leidþia numatyti ðilumos poreikiø kitimà per parà, ávertina ðilumneðio temperatūros kitimà vamzdynuose dël ðilumos nuostoliø. Modeliavimo ir faktiniø ðilumos vartojimo duomenø analizës rezultatai ágalina padaryti svarbias iðvadas dël tikëtino tokios rekonstrukcijos poveikio vartotojams ir ðilumos tiekëjui. Jeigu tokios rekonstrukcijos nauda ðilumos tiekëjui yra akivaizdi, tai pagerëjus pastato ðilumos tiekimo kokybei vartotojø iðlaidos ðilumai daugeliu atvejø netgi iðauga.

**Raktaþodþiai:** ðilumos ir karšto vandens tiekimas, hidraulinis modeliavimas, ðilumos nuostoliai, vamzdynø rekonstrukcija, ðilumos punktø atnaujinimas, investicijø atsipirkimas

## 1. ÁVADAS

Pastaruoju metu nemaþai investuojama modernizuojant vartotojø árengimus, keiëiant ðilumos punktus moderniðkesniais, atsisakant kolektyvinio karšto vandens ruoðimo punktø (vadinamøjø „grupiniø boileriniø“). Ðio investicijø tiesioginë nauda ðilumos tiekëjui ir vartotojams bei pastatø energijos sutaupymui nėra akivaizdi. Galima manyti, kad dël tokios rekonstrukcijos:

- pagerëja vartotojø suvartojamos ðilumos apskaita, skaidresnëmis tampa sàskaitos uþ suvartotà energijà,
- vartotojai gali lanksëiau naudotis ðilumos tiekimo paslaugomis, t. y. ið principo tampa ámanomas patalpø ðildymas ne pagal nustatytas ðildymo sezono pradþià ar pabaigà, bet pagal komforto reikalavimus,
- nepriklausoma pastato ðildymo sistema su atskira cirkuliacija ágalina tolygiau paskirstyti ðilumà patalpose,
- automatiniš šilumnešio temperatūros reguliavimas nuo lauko temperatūros turëtø sumañinti patalpø temperatūros pokyëius.

Kita vertus, cirkuliacinis siurblys, veikiantis modernizuotuose mazuose, padidina bendràsias pasta-

to elektros sànaudas ir nėra aiðku, ar tikslesnis ðilumos poreikio reguliavimas padidina, ar sumaþina sumines ðilumos sànaudas. Taip pat nėra akivaizdus ðilumos tiekimo nuostoliø sumaþëjimas, jeigu nekeiëiami vamzdynai. Ðilumos tiekëjas gauna papildomà naudà dël iðvengtø karšto vandens tiekimo tinklø eksploatacijos ir remonto sànaudø.

Ðilumos ir karšto vandens tiekimo sistemos rekonstrukcija pakeiëia tinklø darbo reþimà, kuris ið kokybinio reguliavimo (pastovaus ðilumneðio srauto ir nuo lauko oro temperatūros priklausanëios tiekiamo ðilumneðio temperatūros) turi bûti pertvarkomas miðriam (kintanëio ðilumneðio srauto ir temperatūros) ar kiekybiniam (pastovios ðilumneðio temperatūros ir kintanëio srauto) reguliavimui. Tai kelia ðilumos tiekimo vamzdynø darbo reþimø optimizavimo papildomø uþdavinio. Ðio tyrimo tikslas – pasinaudojant faktiniais duomenimis ir modeliavimo rezultatais nustatyti dësningumus ir pokyëius, susijusius su ðilumos tiekimo tinklø ir vartotojø ðilumos punktø modernizavimu.

Vilniaus ðilumos tiekimo ámonëje kaupiamø techniniø bei ðilumos ir karšto vandens vartojimo duomenø analizës pagrindu galima realiai ávertinti ðilumos ir karšto vandens tiekimo sistemø modernizavi-

mo efektą vartotojams ir šilumos tiekimo ūnnei. Analizėje panaudoti šilumos ir karšto vandens tiekimo tinklų darbo reŕimŕ matematiniai modeliai ŕgolino ŕvertinti šilumos vartojimo ir tinklŕ nuostoliŕ pokyčius, remiantis faktiniais šilumos ir karšto vandens vartojimo duomenimis.

## 2. TYRIMO DUOMENŖ BAZĖ

### Tiriamŕ pastatŕ ir vartotojŕ charakteristika

Tiriama grupė gyvenamŕjŕ pastatŕ, kuriems karŕtas vanduo buvo tiekiamas iŕ vieno kolektyvinio karŕto vandens ruoŕimo punkto, o atsakius ŕios sistemos ir modernizavus pastatŕ ŕilumos punktus, karŕtas vanduo ruoŕiamas kiekvieno pastato ŕilumos punkte.

Kiekvienas vartotojas apibŕdinamas:

1. Vartotojo pavadinimas ir adresas;
2. Vartotojo tipas (butŕ savininkŕ bendrija, bendrabutis, slaugos ŕstaiga ir pan.);
3. Projektinė instaliuota galia ŕildymui ir karŕto vandens ruoŕimui (iki ir po rekonstrukcijos);

4. ŕildomŕ patalpŕ plotas, aukŕtŕ ir butŕ skaičius, gyvenanėŕ ŕmoniŕ skaičius;

5. Projektinė tiekiamo ir grŕpinamo termofikacinio vandens temperatŕra, slėgio perkritis;

6. Šilumos tinklŕ schema (vamzdynŕ skersmenys, ilgiai).

Tirtŕ pastatŕ grupės charakteristikos pateiktos 1 lentelėje.

### Šilumos vartojimo duomenys

Apskaitos prietaisŕ rodmenys tiriamuoju laikotarpiu:

1) rodmenŕ ŕpraŕymo data, suvartota ŕiluma, suvartoto karŕto vandens kiekis,

2) tiekiamo ir grŕpinamo termofikacinio vandens temperatŕros, slėgio perkritis,

3) lauko oro temperatŕros (vidutinė mėnesio temperatŕra, vidutinės paros temperatŕros).

Analizuoti duomenys aprėpia tris ŕildymo sezonus, iŕ kuriŕ vienas – iki rekonstrukcijos, kiti – po rekonstrukcijos (2 lentelė). ŕiuos duomenis registruoja ŕildymo sistemas eksploatuojanėŕs tarnybos ir jie prieinami be specialios matavimŕ.

1 lentelė. Tirtos grupės pastatŕ charakteristikos

Eil. Nr.	Adresas	Namo charakteristika							Tiekiamo ir grŕpinamo ŕilumneŕio temperatŕra °C		Maŕiausias vidutinio slėgio perkritis m H <sub>2</sub> O	
		instaliuota galia MW		šildomas plotas m <sup>2</sup>	aukŕtŕ sk.	butŕ sk.	gyv. sk.	išor. sien. medŕ. CŠ metalai	prieš	po	iki	po
		šildymas	k. vanduo									
1	Tuskulėnŕ g. 1	0,2675	0,2093	3043,96	12	48	121	plyt. (1971)	95/70	105/70	5,5	5,5
2	Tuskulėnŕ g. 3	0,685	0,4919	7524,6	9	144	342	blok. (1968)	95/70	105/70	5,7	4,75
3	Tuskulėnŕ g. 5	0,685	0,4919	7525,32	9	144	360	blok. (1968)	95/70	105/70	5,45	4,7
4	Tuskulėnŕ g. 7–30	0,145	0,1341	1716,78	5	30	86	blok. (1968)	95/70	105/70	5,9	4,7
5	Tuskulėnŕ g. 7–60	0,145	0,1341	1717,72	5	30	79	blok. (1968)	95/70	105/70	6	6,05
6	Tuskulėnŕ g. 7–90	0,145	0,1341	1719,15	5	30	76	blok. (1968)	95/70	105/70	5,85	4,7
7	Tuskulėnŕ g. 7A	0,1628	0,1884	2227,3	5	40	105	plyt. (1986)	95/70	105/70	5,6	4,85
8	Tuskulėnŕ g. 9	0,143	0,1326	1570	5	30	n/d	blok. (1968)	95/70	105/70	6,2	5,2
9	Tuskulėnŕ g. 11	0,2245	0,2338	3285	5	50	n/d	blok. (1968)	95/70	105/70	6,15	5,3
10	Tuskulėnŕ g. 13	0,143	0,1326	1570	5	30	n/d	blok. (1968)	95/70	105/70	5,95	5,35
11	Tuskulėnŕ g. 15	0,685	0,4919	7558,3	9	144	n/d	blok. (1968)	95/70	105/70	6,5	4,9
12	Tuskulėnŕ g. 19	0,221	0,2338	3113,27	5	50	199	blok. (1968)	95/70	105/70	5,85	4,6
13	Tuskulėnŕ g. 21	0,1163	0,1326	1557,86	5	30	80	blok. (1968)	95/70	105/70	5,85	4,75
14	Tuskulėnŕ g. 23	0,221	0,2338	3113,5	5	50	164	blok. (1968)	95/70	105/70	5,9	5,1
15	Tuskulėnŕ g. 25	0,116	0,1326	1559,32	5	30	83	blok. (1968)	95/70	105/70	6	5
16	Katkauskas g. 44	0,1803	0,1303	1646,21	5	–	–	plyt. (1968)	95/70	105/70	6,4	5

2 lentelė. Šilumos patalpoms ŕidyti poreikis

Vartotojas	Aukŕtai	Plotas	Sŕnaudos patalpoms ŕidyti			Santykinės sŕnaudos		
			1998–1999	1999–2000	2000–2001	1998–1999	1999–2000	2000–2001
			MWh/sez.			kWh/m <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tuskulėnŕ g. 1	12a	3044,0	383,9	359,1	317	126,1	118,0	104,0
Tuskulėnŕ g. 3	9a	7524,6	489,6	799,0	683	65,1	106,2	90,8

2 lentelė (tūsinys)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tuskulėnø g. 5	9a	7525,3	487,2	762,0	706	64,7	101,3	93,8
Tuskulėnø g. 7–30	5a	1716,8	134,8	187,0	157	78,5	109,0	91,5
Tuskulėnø g. 7–60	5a	1717,7	128,5	185,7	135	74,8	108,1	78,3
Tuskulėnø g. 7–90	5a	1719,2	140,8	201,6	177	81,9	117,3	102,8
Tuskulėnø g. 7A	5a	2227,3	174,4	255,0	237	78,3	114,5	106,5
Tuskulėnø g. 9	5a	1570,0	171,0	182,9	158	108,9	116,5	100,9
Tuskulėnø g. 11	5a	3285,0	286,2	328,5	236	87,1	100,0	71,8
Tuskulėnø g. 13	5a	1570,0	144,5	166,8	151	92,0	106,3	96,3
Tuskulėnø g. 15	9a	7558,3	622,0	771,2	938	82,3	102,0	124,1
Tuskulėnø g. 19	5a	3113,3	133,9	320,6	285	43,0	103,0	91,6
Tuskulėnø g. 21	5a	1557,9	86,3	154,2	258	55,4	99,0	165,7
Tuskulėnø g. 23	5a	3113,5	116,2	279,0	266	37,3	89,6	85,6
Tuskulėnø g. 25	5a	1559,3	112,6	158,4	170	72,2	101,6	109,2

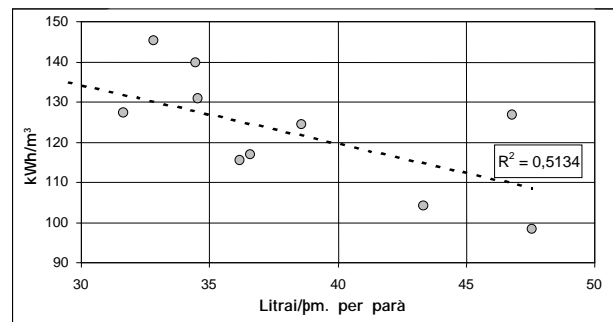
### 3. ĖILUMOS PATALPOMS ĖILDYTI IR KARĖTAM VANDENIUI RUOĖTI SĀNAUDOS

Ėilumos poreikio analizė Ėiame darbe buvo atlikta faktiniø vartojimo duomenø pagrindu. Kadangi tirtas trejø metø laikotarpis, kurio atskirø mėnesiø lauko temperatūros buvo skirtingos, pastatams Ėildyti suvartota Ėiluma buvo perskaičiuota á vidutiná daugiametá temperatūrą, tariant, jog pastatø vidaus patalpø temperatūra 18°C ir pastatø balansinis temperatūrø skirtumas dėl vidiniø Ėilumos Ėaltiniø ir saulės spinduliuotės – 6°C [1].

Ėilumos kiekis, patiektas pastatui per Ėildymo sistemą (radiatorius), gali būti nustatytas iš bendrøjø Ėilumos sànaudø pagal Ėilumos apskaitos prietaiso rodmenis atimant karĖtam vandeniui ruoĖti ir voniø Ėildytuvuose bei karĖto vandens vamzdinyuose suvartotos Ėilumos kieká, kuris, savo ruoĖtu, atitinka vidutinės karĖto vandens ruoĖdos sànaudas vasarà, kai visa á namá tiekiamá Ėiluma suvartojama karĖto vandens tiekimo sistemose vandeniui Ėildyti ir voniø Ėildytuvuose bei vamzdynø Ėilumos nuostoliams [5].

#### 3.1. Vidutinės Ėilumos sànaudos karĖto vandens ruoĖimo sistemose

Ėios sànaudos nustatytos pagal vasaros laikotarpio karĖto vandens ir Ėilumos suvartojimo duomenis, nes Ėilumos apskaitos prietaisu matuojamas bendras á pastatá patiekto Ėilumos kiekis ir Ėildymo sezonu dalis Ėilumos tenka patalpoms Ėildyti radiatoriais. Atskiruose pastatuose Ėios sànaudos suvartoto vandens vienetui gerokai skiriasi. Mapešnės sànaudos yra tuose namuose, kuriuose vienam žmogui tenka didesnis suvartojamo karĖto vandens kiekis (1 pav.). Tai logiška, nes visiškai nevartojant karĖto vandens, visa Ėiluma būtø suvartojama tik voniø Ėildytuvams ir vamzdynø Ėilumos nuostoliams kompensuoti.



1 pav. Ėilumos sànaudø karĖtam vandeniui ruoĖti ir vartojimo priklausomybė

Pastatø Ėilumos sànaudos voniø Ėildytuvams ir vidaus vamzdynø Ėilumos nuostoliams kompensuoti nustatytos tariant, kad vienam kubiniam metrui vandens paĖildyti suvartojama normatyvais numatytos 51,17 kWh Ėilumos. Tuomet galima manyti, kad á pastatá patiekta Ėiluma paskirstoma á dvi dalis:

$$Q = Q_s + Q_{vp} \text{ (MWh);} \quad (1)$$

ėia  $Q$  – bendras šilumos kiekis,  $Q_s$  – vamzdynø Ėilumos nuostoliai ir voniø Ėildytuvuose suvartota Ėiluma,  $Q_{vp}$  – suvartotam karĖtam vandeniui ruoĖti suvartota šiluma.

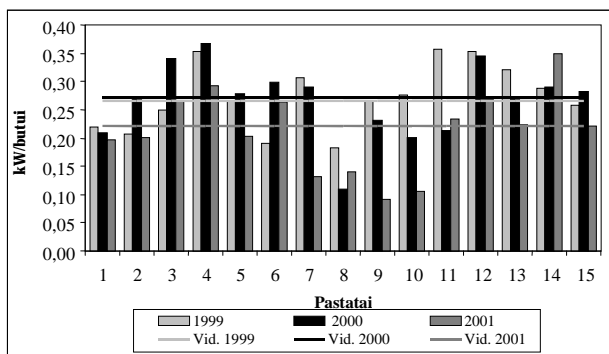
Suvartoto karĖto vandens kiekio vienetui tenkantis šilumos kiekis:

$$q_s = Q/G_v \text{ (MWh/m}^3\text{),} \quad (2)$$

$$Q_s = G_v \cdot (q_s - q_n) \text{ (MWh);} \quad (3)$$

ėia  $G_v$  – suvartoto karĖto vandens kiekis (m<sup>3</sup>),  $q_n$  – norminis šilumos kiekis karĖtam vandeniui ruoĖti (kWh/m<sup>3</sup>).

Vamzdynuose ir voniø Ėildytuvuose suvartojamos Ėilumos kiekis yra svarbus nustatant tikràsias karĖto



2 pav. Ūilumos sànaudos voniø ðildytuvams ir karšto vandens tiekimo vamzdynø ðilumos nuostoliams kompensuoti

vandens tiekimo sànaudas ir mokëjimus atskirø butø gyventojams, kai namo gyventojai neturi àsteigtos butø savininkø bendrijos ir atsiskaito pagal butø karšto vandens skaitikliø rodmenis. Dël to ðilumos sànaudas voniø ðildytuvams ir vamzdynø ðilumos nuostolius patogiausia idreikðti ðilumos kiekiu, tenkanëiu vienam butui per mënensà arba vidutine ðilumos galia.

Kaip matyti 2 pav., ðios sànaudos atskiruose pastatuose skaiëiuojant vienam butui yra labai skirtingos ir bûtø sunku surasti ðio nuostoliø ir vieno id namø specifikà apibûdinanëio kriterijø – ploto, butø skaiëiaus, statybinës medþiagos, aukðtø skaiëiaus ar pan. priepastinà ryðà Vidutiniai metiniai visø namø karšto vandens ruoðimo sistemø ðilumos nuostoliai (2 pav. – tiesios linijos) nuo 1999 iki 2001 m. sumaþëjo apie 13%.

Þildymo sezonu þilumos apskaitos prietaisai registruoja suminius à pastatà patiekto ðilumos kiekius. Patalpoms ðildyti ðilumos poreikiai buvo skaiëiuojami id suminio ðilumos kiekio atimant vidutines ðilumos sànaudas karðtam vandeniui ruoðti, apskaiëiuotas pagal karšto vandens skaitikliø rodmenis (3 pav.).

Nesunku pastebëti, kad po rekonstrukcijos santykinis ðilumos vartojimas idaugo tuose namuose, kuriuose iki rekonstrukcijos jis buvo labai maþas [2], tuo tarpu du namai, iki rekonstrukcijos vartojà 126,7 ir 206 kWh/m<sup>2</sup>, ðilumos suvartojo maþiau.

Po rekonstrukcijos iki 10% sumaþëjo santykinio vartojimo skirtumai tarp atskirø pastatø. Manytina, kad tai yra tolygesnio ðilumos paskirstymo pastatø viduje rezultatas. Pastebimai sustiprëjo santykinio ðilumos sànaudø ir pastato ðildomojo ploto koreliacija. Palyginus du ðildymo sezonus po rekonstrukcijos, matyti, kad antràjà ðildymo sezonà ðilumos patalpoms ðildyti santykinës sànaudos ðiek tiek sumaþëjo. Tai sàlygojo efektyvesnis ðilumos tiekimo

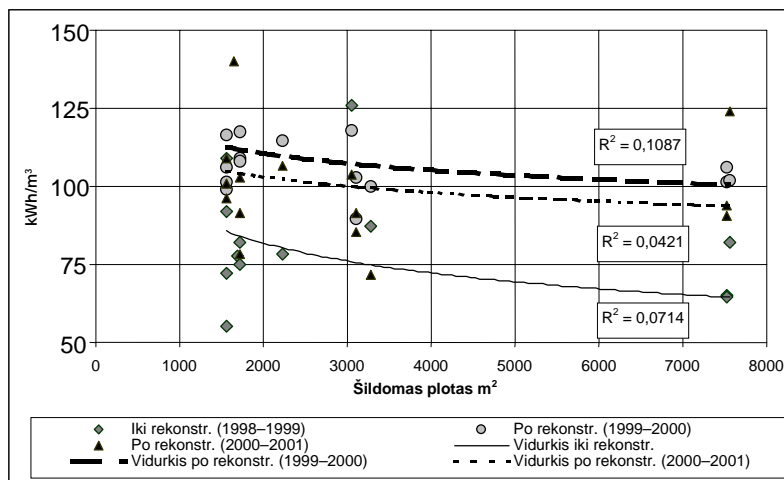
reguliavimas geriau idnaudojant naujò ðilumos punktø reguliavimo galimybes.

#### 4. ÐILUMOS TINKLØ DARBO REÐIMØ MODELIAVIMAS

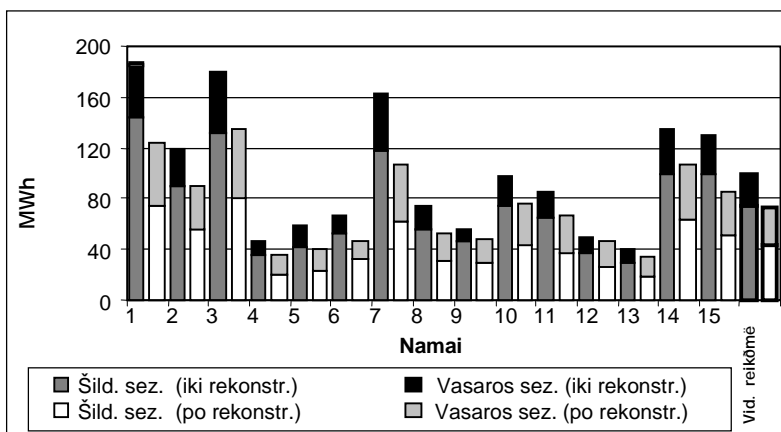
Rekonstrukcija apëmë karðto vandens tiekimo lauko vamzdynø atjungimà ir pastatø ðilumos punktø pakeitimà naujais, aprûpintais karðto vandens ruoðimo ðilumokaiëiais. Kartu buvo pakeisti temperatûros reþimo parametrai, tiekiant à namø ávadus aukðtesnës temperatûros ðilumneðà Rekonstrukcijos poveikis tinklø darbo reþimams ir ðilumos nuostoliai nustatyti skaitmeninio modeliavimo bûdu, panaudojant Lietuvos energetikos institute sukurtà hidraulinio ir temperatûros modeliavimo programà „Tinklas“ [6]. Skaiëiavimui atlikti tinklø apkrovai, atitinkanëiai faktinà ðilumos vartojimà ir klimato duomenis, perskaiëiuotai standartinëmis sàlygomis.

Neturint duomenø apie faktinius vamzdynø ðilumos nuostolius, skaiëiavimuose naudotos normatyvinës poþeminiø ðilumos tiekimo vamzdynø ðilumos nuostoliø reikðmës [7]. Skaitmeninis modeliavimas parodë, kad vasarà karðto vandens tiekimo vamzdynø santykiniai ðilumos nuostoliai iki rekonstrukcijos sudarë 18% visos tiekiamos ðilumos. Taëiau, specialistø vertinimais, realûs ðilumos nuostoliai karðto vandens tiekimo id kolektyvinio ruoðos punkto à pastatus galëjo bûti kur kas didesni dël blogos ðilumos izoliacijos ir iðtekëjimø. Po rekonstrukcijos, kai karðtam vandeniui ruoðti ðiluma tiekama termofikaciniais vamzdynais, ðie nuostoliai teoriðkai turëjo padidëti iki 21,4%.

Tokà nuostoliø padidëjimà vasarà sàlygoja tai, kad po rekonstrukcijos ðiluma karðto vandens ruoðai tiekama didesnio skersmens termofikaciniais vamzdy-



3 pav. Vidutines statistines klimato sàlygas atitinkanëios santykinës ðilumos sànaudos patalpoms ðildyti ðildymo sistemomis (radiatoriais) pagal pastato ðildomus plotus



4 pav. Apskaičiuotą žiemos ir vasaros sezonų šilumos nuostolius palyginimas prieš rekonstrukciją ir po jos

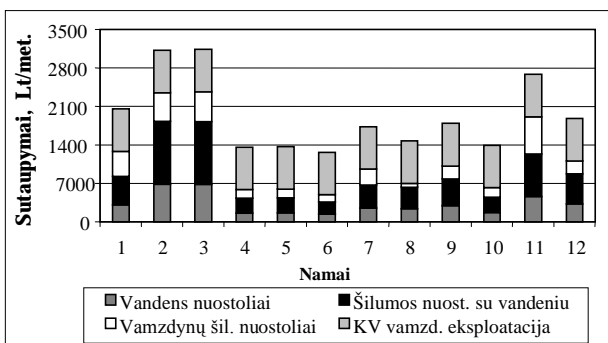
nais ir aukštesnės temperatūros, nei iki rekonstrukcijos. Tačiau, kaip rodo skaičiavimai, po rekonstrukcijos ženkliai sumažėjo šilumos nuostoliai šildymo sezonu – nuo 13% (iki rekonstrukcijos) iki 7%. Dėl to, nepaisant nuostolių padidėjimo vasarą, metiniai šilumos nuostoliai sumažėja (4 pav.).

## 5. ŠILUMOS PASKIRSTOMŲJŲ TINKLŲ MODERNIZAVIMO EKONOMINIAI ASPEKTAI

Pagrindinis šilumos tiekimo nuostolius sumažinantis veiksnys modernizavus tinklus yra karšto vandens tiekimo vamzdynų atjungimas. Dėl to sumažėja šilumos mainų paviršius ir mažiau nukrinta šilumnešio temperatūra paskirstymo tinkle, o modernūs šilumos punktai sąlygoja žemesnės temperatūros grąžinamajame vamzdyne. Be to, sumažėja šilumnešio ir šilumos nuostoliai dėl vamzdynų nesandarumų, vamzdynų eksploatacijos išlaidos.

Modernizacijos investicijų atsiperkamumas apskaičiuotas atsižvelgiant į duos šilumos tiekimo sąnaudų pokyčius:

1. Sumažėjusius šilumos per vamzdynų izoliaciją nuostolius;
2. Išvengtą vandens nutekėjimo karšto vandens vamzdynuose nuostolius;



5 pav. Energijos ir eksploatacijos sąnaudų sumažėjimo vertinimas po modernizacijos

3. Išvengtą šilumos su ištekėjusiu vandeniu nuostolius;

4. Išvengtą karšto vandens paskirstymo vamzdynų eksploatacijos išlaidas.

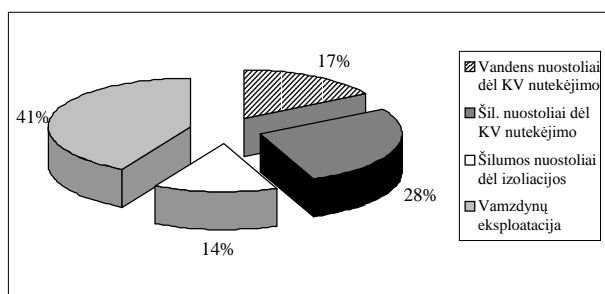
Sutaupytos energijos ir eksploatacijos sąnaudos, apskaičiuotos atskiriems pastatams, pateiktos 5 pav. Skaičiavimuose panaudoti vidutiniai šilumnešio nuostolių ir eksploatacijos išlaidų rodikliai.

Vidutinis energijos ir eksploatacijos sąnaudų sumažėjimas (%) parodytas 6 pav.

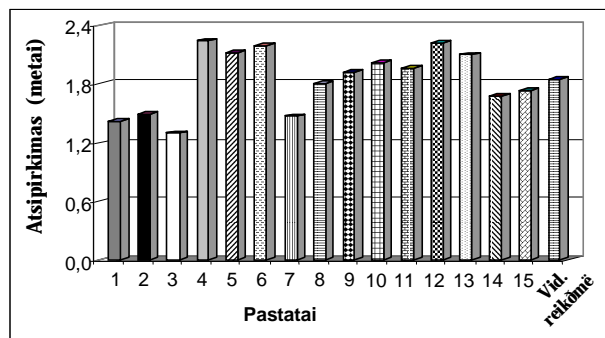
Skaičiuojant eksploatacijos sąnaudų dėl vamzdynų pakeitimo sumažėjimą, tarta, kad vidutinės vieno metro vamzdynų trasos pakeitimo sąnaudos yra 1185 Lt/m [3], o kiekvienam namui per 10 metų šilumos tinkle šilumnešio pakeičia vidutiniškai 65 m vamzdyno.

Skaičiuojant vandens nuostolius dėl nutekėjimo, tariama, kad šilumos tiekimo šilumnešio vandenį perka iš vandentiekio šilumnešio, o nutekėjimo nuostoliai dvi-vamzdėje sistemoje, palyginti su keturvamzde, yra 30% mažesni [3].

Paprastasis (statinis) investicijų atsiperkimo laikas, apskaičiuotas atsižvelgiant į šilumos punkto įrangos, jos sumontavimo kainą ir naujos sistemos ekonomiškumą, parodytas 7 pav.



6 pav. Vidutinis energijos ir eksploatacijos sąnaudų sumažėjimas



7 pav. Rekonstrukcijos atsiperkimo laikas atskiriems pastatams

## 6. IŠVADOS

1. Modernizavus šilumos punktus, 3% padidėjo vasaros sezono šilumos nuostoliai, tačiau 6% sumažėjo žiemos sezono: dėl to metiniai šilumos nuostoliai sumažėjo.

2. Gauti rezultatai rodo, kad investicijos šilumos punktams atnaujinti dėl vamzdynų eksploatacijos išlaidų ir tiekimo nuostolių sumažėjimo atsipirko per 1,2–2,4 metų.

3. Šilumos punktų modernizavimas nevienareikšmiai atsiliepė šilumos vartojimui. Santykinai daugiau šilumos vartojusiuose pastatuose šilumos poreikiai sumažėjo, o mažai vartojusiuose – padidėjo.

4. Modernūs šilumos punktai geriau reguliuoja pastatų šildymą kintant išorės temperatūrai, todėl geriau palaikomos patalpų mikroklimato sąlygos.

Gauta  
2003 04 30

### Literatūra

1. Enno Abel. A comprehensive view of the building and systematic design process are prerequisites for real energy efficiency // IV tarpt. konferencija „Energija pastatams“. Vilnius, 2000.
2. Kveselis V., Minkštimas R. Gyvenamajam sektoriui centralizuotai tiekiamos šilumos rinkos analizė // IV tarpt. konferencija „Energija pastatams“. Vilnius, 2000.
3. Įvedijos kompanijos AF-INTERVNATIONAL. Vilniaus šilumos tinklų renovacijos projektas. Galimybių studija, 2000.
4. Statybos techninių reikalavimų reglamentas STR 2.09.04:2000.
5. Strazdas D., Kveselis V. Šilumos mazgų modernizavimo įtaka šilumos vartojimui ir tiekimo tinklų darbo parametrams // Šilumos energetika ir technologijos. Konferencijos medžiaga. Kaunas, LEI, 2001.
6. Minkštimas R., Dzenajavičienė F. Srautinių tinklų modeliavimas EPANET programos pagrindu // Šilumos energetika ir technologijos. Konferencijos medžiaga. Kaunas: Technologija, 1999.
7. Strazdas D., Kveselis V. Šilumos nuostolių tinkluose modeliavimas // Šilumos energetika ir technologijos. Konferencijos medžiaga. Kaunas, LEI, 2000.

Vaclovas Kveselis, Darius Strazdas, Petras Urbonas

### RECONSTRUCTION OF HEAT AND HOT WATER SUPPLY SYSTEM

#### Summary

An analysis of heat consumption for a group of residential buildings was carried out using data before and after

modernization of buildings' substations during 1998–2001. The results show that the bulk heat consumption for space heating increased for buildings with a low consumption and decreased for buildings with higher heat needs. Also, heat losses increased after reconstruction during the summer season, but the avoided great heat losses during the winter season resulted in a reduction of the annual losses. The economic analysis has shown that the payback time of investment to heat supply network modernization is no more than two and a half year, and major savings come from avoided network maintenance and repair costs.

**Key words:** heat and hot water supply, hydraulic modelling, heat losses, reconstruction of heat supply networks, renovation of heating substations, payback of investments

### Вацловас Квеселис, Дарюс Страздас, Пятрас Урбонас РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ ТЕПЛА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ

#### Резюме

Одним из основных направлений модернизации систем тепло- и горячего водоснабжения являются отказ от групповых пунктов подогрева воды и сетей горячего водоснабжения и установка теплообменников для подогрева воды в теплоузлах зданий, требующая значительных затрат.

Представлены данные наблюдений и расчетов для группы зданий, ранее снабженных горячей водой из одной подстанции горячего водоснабжения. Данные охватывают трехлетний период до и после реконструкции. Анализ измерений дополняется результатами моделирования рабочих режимов и потерь тепла с использованием программы гидравлического и теплового расчета тепловых сетей, позволяющей задать изменение тепловой нагрузки в течение года и суток. В процессе расчетов имитируется работа автоматических регуляторов тепловых узлов зданий, учитывается снижение температуры теплоносителя в трубопроводах из-за потерь тепла.

Результаты анализа данных потребления тепла и математического моделирования позволяют делать вывод о вероятных последствиях такой реконструкции для теплоснабжающей организации и потребителей. Если для поставщика эта польза очевидна во всех случаях, то финансовая выгода для потребителей с повышением качества теплоснабжения и, следовательно, комфорта не столь очевидна. Можно наблюдать случаи, когда в результате реконструкции платежи потребителей за тепло не только не уменьшились, но даже возросли.

**Ключевые слова:** тепло- и горячее водоснабжение, гидравлическое моделирование, тепловые потери, реконструкция тепловых сетей, реновация тепловых узлов зданий, окупаемость инвестиций