

KARŠTOJO VANDENTIEKIO VAMZDYNŲ ATIDUODAMOS ŠILUMOS ŠIAULIŲ DAUGIABUČIUOSE NAMUOSE ANALIZĖ

Mykolas Pelikša, Marius Reizgevičius, Vaclovas Tričys
Šiaulių universitetas

Įvadas

Centralizuotai tiekiamo vien tik karšto vandens šilumos sąnaudas atskiruose butuose išmatuoti nėra galimybės, nes daugelyje Lietuvos miestų karštas vanduo tiekiamas iš kvartalinių boilerinių, o šilumos karštajame vandentiekyje apskaita neatliekama nei butuose, nei atskiruose namuose. Šiauliuose jau beveik prieš du dešimtmečius buvo atsisakyta kvartalinių boilerinių, kai kuriuose daugiabučiuose namuose įrengti autonominiai šilumos punktai su nepriklausoma šildymo sistema ir šilumos skaitikliais, todėl čia susidarė palankios sąlygos vasaros metu išmatuoti vien tik nuo karštojo vandentiekio vamzdynų atiduodamos šilumos kiekius, t. y. šilumos sąnaudas vamzdyne nuolat vėstančiam vandeniui pakartotinai pašildyti, siekiant palaikyti pastovią jo temperatūrą.

M. Pelikšos (1994) paruošta bei Šiaulių miesto savivaldybės patvirtinta šilumos sąnaudų butuose apskaičiavimo metodika buvo taikyta mieste 1999–2001 m. Esminis šios metodikos ypatumas – kiekviename name vasaros metu išmatuojamos visos šilumos sąnaudos, vėliau iš jų atimamos pirminės vandens pašildymo sąnaudos ($51,17 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$), gautas skirtumas prilyginamas šilumos nuostoliams nuo karštojo vandentiekio vamzdynų ir išdalijamas namo butams po lygiai, gautoji sąnaudų vertė taikoma ir šildymo sezono metu. Vėlesniais metais buvo vadovautasi Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos (VKEKK) nutarimais, dabartiniu metu šiluma butams apskaičiuojama pagal normatyvus (VKEKK nutarimas, 2012). Pagal šią metodiką kiekvienam butui galima taikyti arba norminius karštojo vandentiekio vamzdynų atiduodamos šilumos kiekius priklausomai nuo karštojo vandentiekio sistemos name arba pagal faktiškas sąnaudas.

Tyrimo tikslas – atlikti natūrinių matavimų rezultatų statistinę analizę, nustatyti didelės rezultatų sklaidos priežastis ir parinkti kitokius nei normatyve (VKEKK nutarimas, 2012) namų grupavimo kriterijus, natūrinius karštojo vandentiekio vamzdynų atiduodamos šilumos kiekius palyginti su teorinėmis sąnaudomis ir rekomenduoti natūriniams matavimams patikslintas vamzdynų atiduodamos šilumos sąnaudas.

Tyrimo metodai

Centralizuotos šilumos tiekėjas AB „Šiaulių energija“ sutiko leisti universiteto dėstytojams pasinaudoti tiekėjo atliktų natūrinių šilumos matavimų duomenimis – šilumos sąnaudų atskiruose Šiaulių daugiabučiuose namuose išsklotinėmis per 2012 ir 2013 m. vasaros mėnesius (iš viso 6 mėnesių duomenys maždaug 1000 namų). Pateiktose išsklotinėse šilumos tiekėjas iš viso namo šilumos sąnaudų, išmatuotų namo šilumos punkte esančiais šilumos skaitikliais, jau buvo atėmęs vandens pirminio pašildymo sąnaudas. Šios sąnaudos buvo apskaičiuotos pagal

faktiškai visuose namo butuose suvartoto karšto vandens kiekius (pagal abonentinių karšto vandens skaitiklių rodmenis) bei taikant norminius (ne faktiškus) vienetinius pirminio pašildymo kiekius $51,1 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$.

Galiojančioje metodikoje (VKEKK nutarimas, 2012) daugiabučiai namai pagal karštojo vandentiekio schemas ir normines šilumos sąnaudas skirstomi į 4 grupes:

I grupė – namai, kuriuose karšto vandens cirkuliacinis žiedas nepasiekia butų (dažniausiai tik rūsiuose), t.y. butuose įrengtas tik tiekiamasis karšto vandens vamzdis, o juose nevartojamas stovintis vanduo gali tapti šaltas (butui tenkančios norminės vamzdynų šilumos sąnaudos $10 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$);

II grupė – namai, kuriuose karšto vandens cirkuliacinis žiedas su stovais įrengtas dažniausiai per virtuves, butuose nėra rankšluosčių džiovintuvo (gyvatuko), vonios patalpos radiatoriai prijungti prie namo patalpų šildymo sistemos (butui tenkančios norminės vamzdynų šilumos sąnaudos $80 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$);

III grupė – namai, kuriuose karšto vandens cirkuliacinis žiedas su stovais įrengtas dažniausiai per vonios patalpas ir joje yra rankšluosčių džiovintuvai (butui tenkančios norminės vamzdynų šilumos sąnaudos $160 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$);

IV grupė – namai, kuriuose per kiekvieną butą yra 2 karšto vandens cirkuliaciniai žiedai (4 stovai), vienas iš jų toks pat kaip ir III grupėje, o antras žiedas įrengtas dažniausiai per virtuves ir jame nėra rankšluosčių džiovintuvo (butui tenkančios norminės vamzdynų šilumos sąnaudos $240 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$).

Straipsnio autoriai su kompiuterinėmis programomis *Excel*, *SPSA* atliko šių namų grupių duomenų statistinę patikrą, pabandė diferencijuoti šilumos sąnaudas pagal kitus galimus klasifikavimo kriterijus, jas palygino su Lietuvoje galiojančiais normatyvais bei su teoriškai pagal metodikas (Glück, 1990; Netz, 1991; Skrinska, 2006) apskaičiuotais vamzdynų atiduodamos šilumos kiekiais.

Tyrimų rezultatai

Visų tiekėjo pateiktų natūrinių duomenų apie karštojo vandentiekio vamzdynų atiduotos šilumos kiekius bei mūsų atliktos jų statistinės analizės rezultatai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. *Vamzdynų atiduotos šilumos butui mėnesiniai kiekiai visuose Šiaulių namuose, kW·h*

Parametras	Namų grupės			
	I	II	III	IV
Aritmetinis vidurkis	9	67	118	192
Standartinis nuokrypis	17	48	50	91
Variacijos koeficientas, %	189	72	42	47
Patikimų rezultatų atskiruose namuose intervalas	0-43	0-163	18-218	10-374

1 lentelės rezultatai rodo, kad faktiškos šilumos sąnaudos atskiruose namuose pasižymi labai didele sklaida (variacijos koeficientas viršija 40 %), nors aritmetinis vidurkis nedaug skiriasi nuo norminių sąnaudų. Tokią didelę sklaidą tikriausiai galima būtų sumažinti, jei daugiabučių namų gyventojai sąžiningai deklaruotų karšto vandens sąnaudas, sugedusius apskaitos prietaisus nedelsdami keistų naujais, nemanipuliuotų skaitiklių rodmenimis (nestabdytų), visuose namuose būtų palaikoma vienoda karšto vandens temperatūra, neišjunginėtų nakties metu karšto vandens cirkuliacinių siurblių, vonios patalpose palaikytų vienodą oro temperatūrą ir kt. Nei šilumos tiekėjas, nei mokslininkai praktiškai neturi galimybių aptikti ir padėti išvengti išvardytų ir visų kitų galimų priežasčių.

Pirmos grupės namuose duomenų sklaida labai didelė, nes jai didžiausią įtaką turi suvartoto karšto vandens kiekio apskaita mažo tikslumo abonentiniais skaitikliais – čia vidutiniai vamzdinių atiduotos šilumos kiekiai (10 kW·h) prilygsta tik penktadaliui vienetinių pirminio vandens pašildymo sąnaudų (t. y. už 0,2 m³). IV namų grupei Šiauliuose tėra priskirtini tik 15 namų, todėl duomenų imtis yra per maža, kad galima būtų daryti patikimas išvadas.

Per 70 % daugiabučių namų (702 namai) Šiauliuose priskirtini III grupei (gyvatukas bei cirkuliacinio žiedo 2 stovai yra vonios patalpoje), todėl išsamiausia statistinė analizė atlikta šioje grupėje. Detali duomenų apžvalga parodė, kad didžiausios šilumos sąnaudų reikšmės būdingos namams, kurių cokoliniame aukšte yra viešųjų įstaigų (parduotuvių, biurų) ir sąnaudos didėja mažėjant butų skaičiui name. Todėl į tolesnę tyrimų imtį nebuvo įskaityti namai, kuriuose yra mažiau nei 10 butų, taip pat namai, kurių visas cokolinis aukštas yra viešosios įstaigos (imtyje liko 616 namų). Tada tiriamoje imtyje vidutinis butų skaičius name padidėjo iki 51 vnt., o pagal butų skaičių name išskyrėme 3 kategorijas: A, B, C (3 lentelė). Be to, vidutinės šilumos sąnaudos bute buvo apskaičiuotos atsižvelgus į namo dydį pagal išraišką:

$$Q = \frac{\sum Q_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1)$$

čia:

Q – imties vidutinės šilumos sąnaudos bute, kW·h;

Q_i – buto i -ajame name šilumos sąnaudos, kW·h;

n_i – butų skaičius i -ajame name.

2 lentelė. *Statistinės analizės rezultatai III grupės patikslintos imties namuose*

Parametras	III kategorijos namų grupės			Vidutiniškai mieste
	A	B	C	
Butų skaičius name, vnt.	10–30	31–60	> 61	51
Butų dalis visoje imtyje, %	15,3	44,7	40	–
Šilumos sąnaudų bute aritmetinis vidurkis, kW·h	120	114	110	113

2 lentelėje nustatytas sąnaudų bute vidurkis 113 kW·h/mėn. tik šiek tiek skiriasi nuo pateiktų sąnaudų 1 lentelėje (121 kW·h/mėn.), taigi, dėl patikimesnio aritmetinio

vidurkio nėra tikslo mažinti imtį. Tačiau rezultatų 2 lentelėje sklaida yra gerokai mažesnė, variacijos koeficientas lygus 23,8 %. Be to, netikslinga būtų normuoti šilumos sąnaudas diferencijuotai pagal namo dydį, nes 2 lentelėje pateiktos reikšmės pagal Studento kriterijų turėtų būti priskirtinos vienai imčiai. Nepavyko aptikti šilumos sąnaudų aiškios diferenciacijos nei pagal namų aukštį, nei pagal miesto mikrorajonus, nei pagal pastatų amžių, nei pagal atskirus vasaros mėnesius. Jei ateityje tiekėjas sutiktų organizuoti detalią karšto vandens ir vonios patalpų oro temperatūrų bei cirkuliacinių siurblių darbo trukmės atskiruose namuose apskaitą, manytina, kad vidutinės šilumos sąnaudos būtų tikslesnės, taip pat gerokai sumažėtų jų sklaida.

Teorinius šildymo sistemos vamzdžių atiduodamus šilumos srautus autorius M. Pelikša yra jau nagrinėjęs (Pelikša, 1994). Net ir dabartiniuose šiluminės technikos žinyuose (Glück, 1990; Netz, 1991; Skrinška, 2006) nuo šiltų vamzdžių konvekcija patalpos orui atiduodami šilumos srautai apskaičiuojami pagal tiesinę išraišką:

$$\Phi = k \cdot A \cdot \Delta T \quad (2)$$

čia:

Φ – šilumos srautas, W;

A – vamzdžio paviršiaus plotas, m²;

ΔT – karšto vandens ir patalpos oro temperatūrų skirtumas, K;

k – šilumos perdavimo (arba konvekcijos) koeficientas, W/(m²·K).

Kadangi parametras k nėra pastovus dydis, o netiesiškai priklauso nuo temperatūrų skirtumo, vamzdžio skersmens, jo medžiagos, sienelės storio, praktiškai patogiau naudotis lentelėmis ar grafikais, kuriuose būna pateiktos jau apskaičiuotos nuo vamzdžio tiesinio metro ilgio atiduodamų šilumos srautų reikšmės.

Vidutinės karštojo vandentiekio cirkuliacinių vamzdinių stambiaplokščių namų bute parametrų vertės yra: 2 vertikalūs cirkuliaciniai stovai, kurių skersmuo – 20 mm, bendras ilgis – 5,5 m; horizontalus rankšluosčių džiovintuvas, jo skersmuo – 20 mm, bendras su jungtimis ilgis – 3 m; vonios patalpoje yra 24 °C, karšto vandens temperatūra 54 °C, temperatūrų skirtumas 30 °C.

Tuomet nuo 1 m ilgio vertikalaus vamzdžio atiduodamas vienetinis šilumos srautas 23 W/m, o nuo abiejų stovų šilumos srautas 23·5,5 = 126 W; nuo 1 m ilgio horizontalaus vamzdžio atiduodamas vienetinis šilumos srautas 32 W/m, o nuo rankšluosčių džiovintuvo šilumos srautas 32·3 = 96 W (Glück, 1990). Taip apskaičiuoti teoriniai šilumos srautai bei kiekiai bute nuo karštojo vandentiekio vamzdinių yra pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė. *Teorinės vamzdinių butui atiduodamos šilumos srautų ir kiekių vertės*

Parametras	Namų grupės			
	I	II	III	IV
Šilumos srautas, W	1,4	126	222	348
Šilumos kiekis, kW·h/mėn.	10	91	160	251
Teorinių ir norminių šilumos kiekių santykis	1	1,13	1	1,05

3 lentelės rezultatai rodo, kad teoriškai apskaičiuoti šilumos nuo karšto vandentiekio vamzdinių kiekių apytikriai prilygsta norminems (VKEKK nutarimas, 2012) reikšmėms visų grupių namuose, todėl vartotojams nėra pagrindo nuogąstauti dėl per didelių norminių šilumos sąnaudų. Gyventojai neturėtų stengtis mažinti šilumos sąnaudų vien tik žemindami karšto vandens temperatūrą, nes gali susidaryti palankios sąlygos jiems susirgti legionelioze. Toks taupymo būdas ypač netoleruotinas Šiauliuose, nes vasaros metu mokesčiai apskaičiuojami ne už normines, bet už faktiškas šilumos sąnaudas. Šildymo sezono metu namo gyventojai sumoka už įvadinio šilumos skaitiklio išmatuotas šilumos sąnaudas, todėl daugumai jų nesvarbu, kokia šilumos dalis bus priskirta patalpoms šildyti ir kokia karšto vandentiekio vamzdinių atiduodamai šilumai.

Išvados

1. Atlikta visų daugiabučių namų Šiauliuose suvartotos šilumos kiekių per 2012 ir 2013 m. vasarų 6 mėnesius statistinė analizė. Konstatuojama, kad šilumos sąnaudos atskiruose namuose pasižymi didele sklaida, o variacijos koeficientas viršija 40 %.
2. Nustatyta, kad galiojantis pastatų grupavimas pagal karšto vandentiekio vidaus tinklų schemą yra

teisingas, kitų patikimų klasifikavimo kriterijų nėra. Net ir didžiausioje III grupės pastatų imtyje statistikos požiūriu nėra tikslinga diferencijuoti šilumos sąnaudas pagal pastatų dydį, taip pat mažinti imtį, išmetant minimalius ir maksimalius rezultatus.

3. Norminiai karšto vandentiekio vamzdinių atiduodami butui šilumos kiekiai Šiaulių daugiabučiuose namuose prilygsta teoriškai apskaičiuotiems.
4. Norint gauti mažesnės sklaidos faktines šilumos sąnaudas, ateityje būtų tikslinga nuolatos fiksuoti karšto vandens ir patalpų oro temperatūras bei cirkuliacinių siurblių darbo trukmes.

Literatūra

1. Glück B., 1990, *Wärmeübertragung. Wärmeabgabe von Raumheizflächen und Röhren*. Berlin: Verlag für Bauwesen. .
2. Netz H., 1991, *Handbuch Wärme*. München: Resch Verlag.
3. Pelikša M., 1994, *Radiatoriaus patiekto į patalpą šilumos apskaičiavimas*. Tarptautinės konferencijos „Miestų inžinerija ir aplinka“ Vilniuje 1994 m. rugsėjo 22–23 d. medžiaga „Pastatų mikroklimato sistemos“. P. 12–16.
4. Skrinska A., 2006, *Heat transfer: educational book*. Vilnius: Technika.
5. VKEKK nutarimas, 2012, VKEKK 2012-10-26 nutarimas Nr. 03-329 „Dėl atskirų energijos ir kuro rūšių sąnaudų normatyvų būstui šildyti ir karštam vandeniui ruošti“ (Žin., 2012, Nr. 130-6604).

ANALYSIS OF HEAT VALUE RELEASE FROM HOT WATER SUPPLY PIPES IN ŠIAULIAI MULTI-FLAT HOUSES

Mykolas Pelikša, Marius Reizgevičius, Vaclovas Tričys

Summary

Because all multi-flat houses in Siauliai city in their heating points have installed heat meters, it is possible to measure water-heating costs during the non-heating season. A statistical analysis was made about the given hot water supply heat quantity over 6 summer months of 2012 and 2013. It is stated that the heat consumption in a separate flat has a high diffusion, and the coefficient of variation exceeds 40%. Standards in Lithuania provided to a flat during the heating season apply rated heat content from hot pipes, differentiated by a hot-water supply scheme. The statistical analysis of the actual heat input showed that such differentiation of heat quantity variation is correct, because there is a small difference between the average of actual cost, which is also similar to the theoretically calculated equivalent amount of heat. The authors failed to identify any other reliable heat cost classification criteria. To obtain more accurate and lower heat dissipation costs in the future, hot water and bathroom indoor air temperature and circulation pump duration should be captured.

Keywords: heat, convection heat transfer, hot water supply, man-flat houses.

KARŠTOJO VANDENTIEKIO VAMZDYNŲ ATIDUODAMOS ŠILUMOS ŠIAULIŲ DAUGIABUČIUOSE NAMUOSE ANALIZĖ

Mykolas Pelikša, Marius Reizgevičius, Vaclovas Tričys

Santrauka

Visų Šiaulių miesto daugiabučių namų šilumos punktuose įrengti šilumos skaitikliai, todėl nešildymo sezono metu yra galimybė išmatuoti šilumos sąnaudas karštajame vandentiekyje. Atlikta karšto vandentiekio vamzdinių atiduodamos šilumos kiekių per 2012 ir 2013 m. vasarų 6 mėnesius statistinė analizė. Konstatuojama, kad šilumos sąnaudos atskiruose namuose pasižymi didele sklaida, o variacijos koeficientas viršija 40 %.

Lietuvoje galiojantys normatyvai numato šildymo sezono metu taikyti norminius butui nuo karštų vamzdinių atiduodamos šilumos kiekius, diferencijuotus pagal karštojo vandens tiekimo schemą. Statistinė faktiškų šilumos sąnaudų analizė parodė, kad toks norminių šilumos kiekių diferencijavimas yra teisingas, nes nedaug skiriasi nuo vidutinių faktinių sąnaudų, taip pat prilygsta teoriškai apskaičiuotiems šilumos kiekiam. Autoriams nepavyko nustatyti jokių kitų patikimų šilumos sąnaudų klasifikavimo kriterijų. Norint gauti tikslesnes ir mažesnės sklaidos šilumos sąnaudas, ateityje derėtų papildomai fiksuoti karštojo vandens ir vonios patalpų oro temperatūras bei cirkuliacinių siurblių darbo trukmes.

Prasminiai žodžiai: šilumos kiekis, šilumos perdavimas konvekcija, karštasis vandentiekis, daugiabučiai namai.

Įteikta 2013-09-23