

METHODOLOGY OF THE PRIMARY DATA RECONSTRUCTION OF SINGLE PIPE HEATING SYSTEMS

E. Tuomas & S. Neverbickas BSc (1999)

To cite this article: E. Tuomas & S. Neverbickas BSc (1999) (1999) METHODOLOGY OF THE PRIMARY DATA RECONSTRUCTION OF SINGLE PIPE HEATING SYSTEMS, Statyba, 5:5, 318-322, DOI: [10.1080/13921525.1999.10531482](https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531482)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1999.10531482>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 69

VIENVAMZDŽIŲ ŠILDYMO SISTEMŲ PIRMINIŲ DUOMENŲ NUSTATYMO METODIKA

E. Tuomas, S. Neverbickas

1. Įvadas

Lietuvos Respublikoje didžioji dalis gyvenamųjų namų yra daugiabučiai, statyti po II pasaulinio karo. Šio laikotarpio namuose įrengtos vienvamzdės centrinio šildymo sistemos, kuriose šilumnešis yra karštas vanduo iš centralizuoto šilumos tiekimo tinklų (didžiuosiuose Respublikos miestuose taip šiluma aprūpinama per 80% pastatų) ir kai kuriais atvejais iš vietinių šilumos šaltinių (dažniausiai tai yra dujomis ir kitu kuru kūrenamos katilinės). Nepaisant to, kad didžioji pastatų dalis šilumą gauna iš centralizuotų šaltinių ir kad toks būdas gyventojus aprūpinti šiluma yra pažangus, jie patalpų šildymu nėra visiškai patenkinti. Nepasitenkinimas kyla dėl dviejų svarbiausių priežasčių. Pirma, tai sąlygiškai didelis mokėtis už patalpų šildymą ir, antra, pats šildymas yra nekokybiškas. Išlaidos už sunaudotą šilumą priklauso nuo daugelio priežasčių, kurias galima suskirstyti į dvi grupes. Pirmoji – tai priežastys, susijusios su šilumos gamyba ir tiekimu, kitaip tariant, su šiluma iki pastato. Antroji – priežastys pačiame pastate. Viena jų dalis susijusi su pastato statybine dalimi (sienomis, langais, stogais ir kitomis atitvaromis), o kita – su pačia šildymo sistema, iš kurios neretai vieno ar kito buto gyventojai bando gauti daugiau šilumos padidindami šildymo prietaisų paviršius.

2. Vienvamzdės šildymo sistemos analizė

Šildymo sistema – tai visuma elementų, kurie sudaro tą sistemą, tačiau, atliekant tos sistemos analizę, dėmesys yra nukreipiamas į vienus ar kitus tos sistemos elementus. Todėl vertėtų visą sistemą suskirstyti į pagrindines dalis – į šilumos reguliavimo punktą ir šildymo sistemos vamzdynus su šildymo prietaisais ir reguliavimo įranga prie jų.

Esamų šilumos punktų pagrindinis trūkumas yra tas, kad juose nereguliuojama į pastato šildymo sistemą tiekiamo šilumnešio temperatūra, o vienvamzdžių šildymo sistemų – tai, kad negalima reguliuoti šilumos kiekių,

kurie perduodami šildymo prietaisais į patalpas. Ne tik šie, bet ir dauguma kitų šilumos punktų ir vienvamzdžių šildymo sistemų trūkumų yra atskleisti ir įvardyti mokslinių darbų ataskaitose [1] ir straipsniuose [2, 3], todėl toliau jie nebus analizuojami. Verta panagrinėti šią nepamintą vienvamzdės šildymo sistemos neigiamą savybę – pakeitus kurio nors šildymo prietaiso paviršiaus dydį, pažeidžiamas kitų prietaisų projektinis temperatūrinis režimas. Ši savybė labai svarbi dviem atžvilgiais. Pirma, kai kurie gyventojai savavališkai keičia šildomuosius prietaisus – juos padidina ir taip pablogina temperatūrinį režimą kitų gyventojų patalpose. Antra, atliekant patalpų rekonstrukciją, kartais tenka keisti šildymo prietaisų kiekį arba jų šildomojo paviršiaus plotą. Abiem minėtais atvejais šildymo sistema negali toliau funkcionuoti ankstesniu projektiniu režimu. Pirmuoju atveju ją galima atstatyti, o antruoju atveju tenka rekonstruoti šildymo sistemą ir kitose patalpose. Dėl to reikia parengti šildymo sistemos rekonstrukcijos projektą.

3. Šilumos srautų, perduodamų šildymo prietaisais, skaičiavimas

Atliekant vienvamzdės šildymo sistemos rekonstrukcijos projektą reikia duomenų apie rekonstruojamosios sistemos šildymo prietaisų perduodamus šilumos srautus. Labai dažnai ankstesni projektiniai skaičiavimai yra prarasti, todėl juos tenka atkurti. Vienvamzdėms sistemoms tai padaryti yra sudėtinga, kadangi kiekviename šildymo prietaise skirtingos šilumnešio temperatūros. Yra du skaičiavimo atvejai: 1) esant projektiniam šildymo prietaisų dydžiui (sekcijų skaičiui), kai atkuriami projektiniai šilumos srautai; 2) esant savavališkai pakeistam šildymo prietaisų dydžiui (sekcijų skaičiui), kai nustatomi nebalansiniai šilumos srautai. Antruoju atveju, kai vienvamzdėje šildymo sistemoje neorganizuotai (savavališkai) pakeisti šildymo prietaisų paviršiai, šilumnešio debitai

praktiškai išlieka nepakitę, nes hidraulinis režimas stovė nesikeičia, tačiau šilumos srautai, perduodami nuo prietaisų į patalpas, pakinta. Dėl tos priežasties vieni šildymo prietaisai perduoda didesnę šilumos srautą, palyginti su projektiniu, o kiti – mažesnę.

Šiems skaičiavimams atlikti siūlomos toliau pateikiamos metodikos. Skaičiavimai pradami nuo pirmojo etapo.

3.1. Projektinių šilumos srautų skaičiavimo metodika

Šildymo prietaiso perduodamas šilumos srautas (W) apskaičiuojamas pagal (1) formulę [4]:

$$Q_p = m_p Q_s \varphi, \quad (1)$$

m_p – sekcijų skaičius šildymo prietaise, vnt; Q_s – sekcijos nominalus šilumos srautas, W/vnt; φ – kompleksinis koeficientas, kuris randamas iš (2) formulės:

$$\varphi = \left(\frac{t_{p1} + t_{p2} - 2t}{140} \right)^{1+n} \times (10G_p)^p, \quad (2)$$

t_{p1} – įtekančio į prietaisą šilumnešio temperatūra, °C; t_{p2} – ištekančio iš prietaiso šilumnešio temperatūra, °C; t – patalpos oro temperatūra, °C; G_p – šilumnešio, tekančio prietaisu, debitas, kg/s; n ir p – rodikliai, kurių reikšmės priklauso nuo prietaiso rūšies, šilumnešio tekėjimo per prietaisą krypties ir šilumnešio debito.

Taikyti (1) ir (2) formules kol kas negalima, nes nežinomos šilumnešio temperatūros ir debitas. Šilumnešio debitą rasti padeda ta vienvamzdžių šildymo sistemų savybė, kad kiekvienu prietaisu tekantis debitas yra lygus stovų tekančiam debitui. Stovų tekantis šilumnešio debitas (kg/s) apskaičiuojamas iš (3) formulės:

$$G_s = \frac{m_s Q_s \varphi}{c(t_1 - t_2)}, \quad (3)$$

m_s – prie stovo prijungtų šildymo sekcijų skaičius, vnt; c – specifinė šilumnešio (vandens) šiluma, J/(kg·°C); t_1 – šilumnešio, įtekančio į stovą temperatūra, °C; t_2 – šilumnešio, ištekančio iš stovo, temperatūra °C.

Kompleksinis koeficientas φ , kuris yra (3) formulėje, apskaičiuojamas iš (2) formulės atitinkamai pakeitus šilumnešio temperatūras prietaise į temperatūras stovė ir pirmajame artėjime laikant, kad rodiklis $p=0$. Taip daroma nedidelė paklaida, kadangi sekciniams radiatoriams $p=0-0,12$, tačiau tai leidžia eliminuoti nežinomą šilumnešio debitą. Vėliau skaičiavimas pakartoja-

mas – jo metu patikslinamas kompleksinis koeficientas φ , į (2) formulę įrašant surastąją stovų tekančio debito G_s reikšmę, ir iš (3) formulės dar kartą patikslinama G_s reikšmė, kuri taikoma tolesniems skaičiavimams, kuriais surandamos iš šildymo prietaisų ištekančio šilumnešio temperatūros. Tam sudaroma (4) lygtis, kuria išreiškiamas šilumos srautas iš šilumnešio į šildymo prietaisą:

$$Q_{p1} = cG_s (t_{p1} - t_{p2}). \quad (4)$$

Šilumos srautai, apskaičiuojami pagal (1) ir (4) formules, yra lygūs, todėl šių lygčių dešinėsios pusės taip pat lygios. Iš jų sudaroma (5) lygybė:

$$m_p Q_s \left(\frac{t_{p1} + t_{p2} - 2t}{140} \right)^{1+n} \times (10G_p)^p = cG_s (t_{p1} - t_{p2}). \quad (5)$$

Iš (5) lygties, pradėdamas pirmuoju šildymo prietaisu pagal šilumnešio tekėjimo kryptį, artėjimo būdu yra nustatoma iš to prietaiso ištekančio šilumnešio temperatūra t_{p2} . Toliau, laikant kad nustatytoji temperatūra yra į antrąjį prietaisą įtekančio šilumnešio temperatūra, tokiu pat būdu yra nustatoma iš antrojo prietaiso ištekančio šilumnešio temperatūra t_{p2} . Procesas kartojamas tol, kol apskaičiuojama iš paskutiniojo prietaiso ištekančio šilumnešio temperatūra. Ši temperatūra savo skaitine reikšme turi būti artima šilumnešio temperatūrai, ištekančiai iš stovo, jeigu ne, tai skaičiuojant yra padaryta klaida.

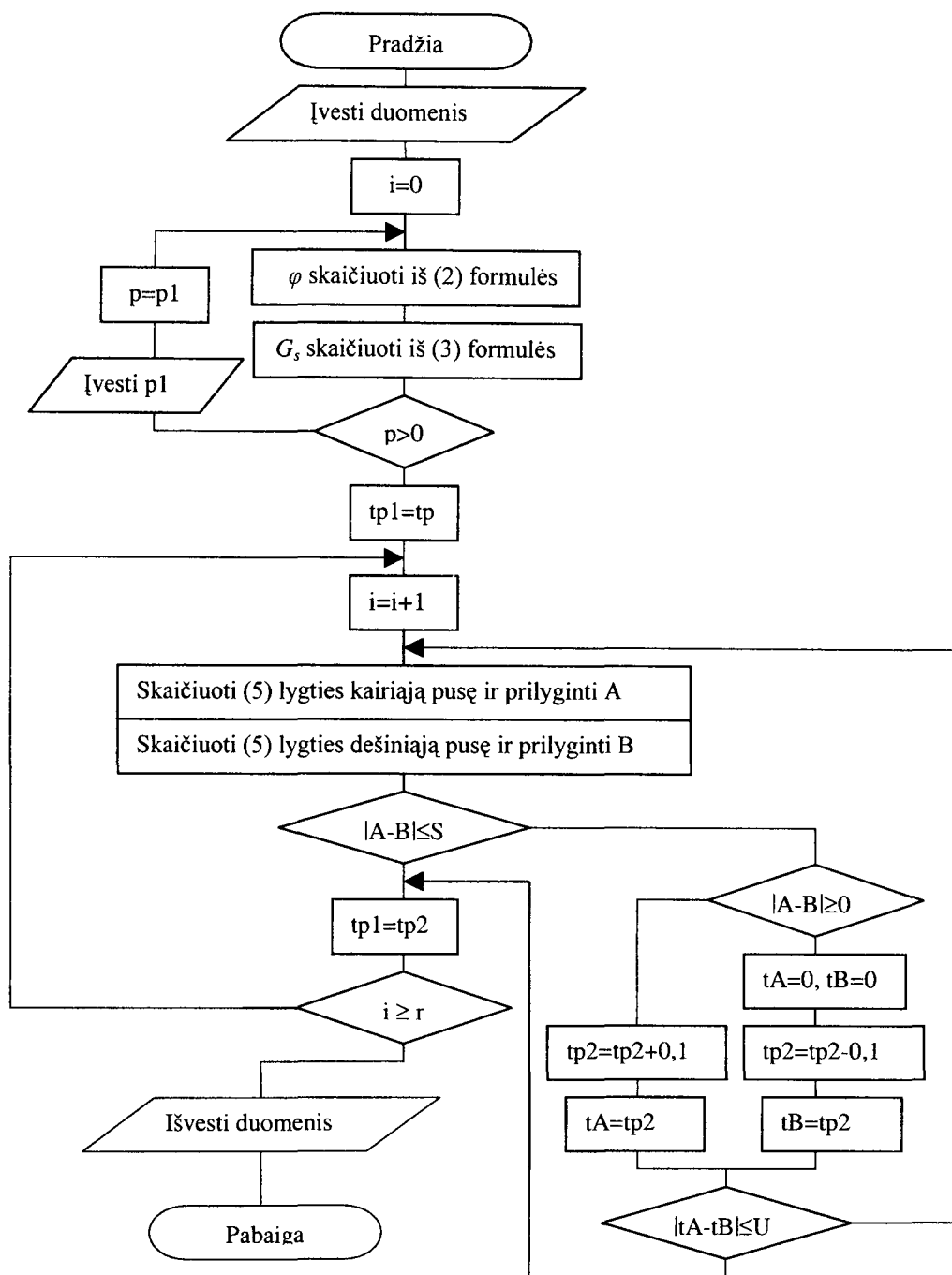
Nustačius įtekančio ir ištekančio šilumnešio temperatūras visuose prie stovo prijungtuose šildymo prietaisuose galima apskaičiuoti šilumos srautus, kuriuos turi perduoti į patalpas. Taikoma (5) lygties kairioji pusė:

$$Q_{pi} = m_p Q_s \left(\frac{t_{p1} + t_{p2} - 2t}{140} \right)^{1+n} \times (10G_p)^p. \quad (6)$$

Iš (6) formulės randamas bet kurio (i-tojo) šildymo prietaiso perduodamas šilumos srautas Q_{pi} , kuris gali būti panaudotas atliekant rekonstruojamos sistemos skaičiavimus.

Atlikti šiuos skaičiavimus be kompiuterinės technikos būtų gana keblu, nes jie vykdomi artėjimo būdu ir todėl jiems reikėtų skirti daug laiko.

Skaičiavimams paspartinti buvo sudaryta speciali kompiuterinė programa, kurios algoritmas pavaizduotas 1 paveiksle.



1 pav. Kompiuterinės programos algoritmas projektiniams radiatorių šilumos srautams skaičiuoti

Fig 1. Algorithm of computing programme for calculation of heat fluxes from radiators

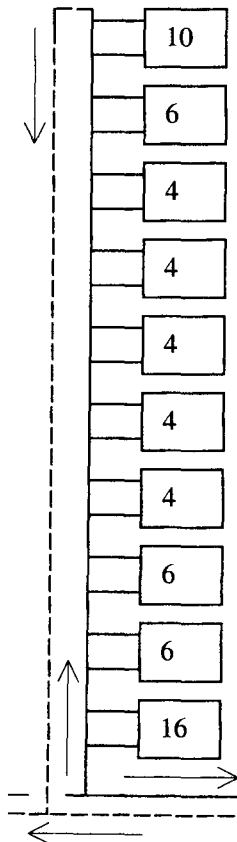
3.2. Projektinių šilumos srautų skaičiavimo pavyzdys

Reikia apskaičiuoti šilumos srautus, kuriuos perduoda patalpoms radiatoriai, prijungti prie vienvamzdės apatinio paskirstymo šildymo sistemos stovo, kurio schema pateikta 2 paveiksle.

Schemoje pavaizduoti radiatoriai M-140 AO, nurodytas jų sekcijų skaičius. Skaičiavimui įvedami duomenys: pradinė tiekiamo šilumnešio temperatūra – 105 °C, gražinamo iš stovo šilumnešio temperatūra – 70 °C, pa-

talpų temperatūra – 18 °C, radiatorių skaičius stove – 10, bendras radiatorių sekcijų skaičius – 64, specifinė šilumnešio šiluma $c = 4187 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}$, sekcijos atiduodamas nominalus šilumos srautas $Q_s = 178 \text{ W}$ ir radiatoriumi būdingas dydis $n = 0,25$ (paskutiniai du dydžiai parenkami iš [4]). Kitas radiatorius apibūdinantis rodiklis p priklauso nuo pradinės šilumnešio debito reikšmės stove G_s , kuri taip pat nežinoma. Skaičiavimo pradžioje laikoma, kad $p = 0$, o $G_s = 0,0001 \text{ l/s}$ (artima nuliui, ka-

dangi nulis negali būti). Šią reikšmę programa skaičiavimo metu tikslina, kaip tai matyti iš algoritmo schemos. Kai pagal (2) ir (3) formules pirmą kartą apskaičiuojamos φ ir G_s reikšmės, įvedama patikslinta p reikšmė ir dar kartą skaičiuojamos φ ir G_s reikšmės. Vėliau pereinama prie ištekancio šilumnešio temperatūros iš radiatoriaus apskaičiavimo. Įvedami šie duomenys: pirmojo radiatoriaus pagal šilumnešio tekėjimo kryptį sekcijų skaičius – 16, iš jo ištekancio šilumnešio laisvai imama orientacinė temperatūra (pvz., 90 °C), dydžiai n , p (reikšmės pagal [4]) ir leistinas skirtumas S tarp (5) formulės kairiosios ir dešinėsios pusių reikšmių. Imama pakankamai maža $S=0,11$ reikšmė (ji gali būti imama ir kitokia). Jeigu ši reikšmė labai maža, siekiant išvengti labai didelio skaičiavimo ciklų skaičiaus, skaičiavimas nutraukiamas pagal ieškomos temperatūros tikslumo ribą $U = 0,1$ °C, kaip pavaizduota 1 pav. Nustačius iš radiatoriaus ištekancio šilumnešio temperatūrą ($t_{p2}=94,3$ °C), pagal (6) formulę apskaičiuojamas šilumos srautas $Q_{pl}=3415$ W, kurį radiatorius perduoda į šildomą patalpą. Tuo skaičiavimo ciklas baigiasi. Pereinama prie antrojo radiatoriaus



2 pav. Šildymo sistemos stovas su radiatoriais
Fig 2. Riser of heating system with radiators

ir skaičiavimas vėl kartojamas, tik dabar įtekančio šilumnešio temperatūra yra lygi prieš tai skaičiuoto radiatoriaus ištekanciai temperatūrai. Įvedami kiti šiam radiatoriumi būdingi parametrai. Skaičiuojama tol, kol surandami norimi kiekvieno radiatoriaus parametrai.

Skaičiavimo rezultatai 2 pav. pavaizduotiems radiatoriams pateikti lentelėje.

Šilumnešio temperatūros ir šilumos srautai
Temperatures of heat medium and heat fluxes

Radiatoriaus Nr.	Sekcijų skaičius	Šilumos srautas, W	t_{p1} , °C	t_{p2} , °C
1	16	3415	105,0	94,3
2	6	1142	94,3	90,8
3	6	1077	90,8	87,5
4	4	684	87,5	85,4
5	4	659	85,4	83,4
6	4	635	83,4	81,5
7	4	611	81,5	79,6
8	4	589	79,6	77,8
9	6	843	77,8	75,2
10	10	1307	75,2	71,1

4. Išvados

1. Parengta skaičiavimo metodika, pagal kurią galima surasti projektinius šilumos srautus, kuriuos perduoda vienvamzdėse šildymo sistemose sumontuoti radiatoriai, ir nustatyti iš jų ištekancio šilumnešio temperatūras.

2. Sudaryta kompiuterinė programa skaičiavimams pagal parengtą metodiką atlikti.

3. Pateiktas kompiuterinės programos algoritmas ir skaičiavimo eigos aprašymas.

4. Pateiktas skaičiavimo pavyzdys ir jo galutiniai rezultatai.

Literatūra

1. E. Tuomas (temos vadovas) ir kt. Dviejų eksploatuojamų ir dviejų statomų tipinių gyvenamųjų namų naujų ir rekonstruojamų šilumos punktų ir šildymo sistemų projektų paruošimas ir jų energetinis bei ekonominis įvertinimas Lietuvos klimatinėmis sąlygomis: Mokslinio tiriamojo darbo ataskaita, I d. / VGTU. Vilnius, 1995. 78 p.
2. A. Skrinska, E. Tuomas. Šilumos mainai ir energijos sąnaudos gyvenamuosiuose namuose // Energetika, 1998, Nr. 2, p. 99–107.
3. E. Tuomas. Šildymo sistemų pertvarkymas // Statai ir remontuojami. Vilnius: Infolaidyba, 1999, p. 53–58.

4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства / Под ред. И. Г. Старовойта и Ю. И. Шиллера. М.: Стройиздат, 1990. 343 с.

ltteikta 1999 08 05

METHODOLOGY OF THE PRIMARY DATA RE-CONSTRUCTION OF SINGLE PIPE HEATING SYSTEMS

E. Tuomas, S. Neverbickas

Summary

The majority of dwellings in Lithuania are situated in blocks of flats. The dwellings were built after World War II and they are heated by single pipe central heating systems, connected to district heating. The dwellers are not quite satisfied with such a heating system and try to improve it, but do that in a wrong way, by increasing the surface of radiators. Such means lead to violation of thermal regime and comfort conditions for other dwellers. There exists sometimes the necessity of reconstructing premises and together – the heating system. During the reconstruction the primary heat fluxes from radiators should be known, but very often such data are lost and only the size of radiators (number of sections) are known. To reconstruct the required primary data for single pipe systems is complicated because the temperatures of inlet and outlet water for radiators are unknown. In this article the methodology is proposed how to perform the calculations leading to the required data. The aim of calculations is the establishment of heat fluxes from each radiator connected to the riser. Heat flux from radiator can be calculated according the formula (1) but the complex coefficient is unknown. It could be found from formulae (2) but some magnitudes are unknown.

According to the proposed methodology the values of unknown magnitudes are taken approximately and calculations are performed with iterations. In such a way the flow rate of water in riser is established from formula (3), which is the same for each radiator (the property of single pipe system). From formulas (3) and (4) an equation is produced (5), and is used for calculations of unknown temperatures. The equation (6) is used for calculation of heat fluxes from radiators. To carry out the above-mentioned calculations without computer practically is impossible due to many cycles of iteration. The programme was prepared to make easy all these calculations. The scheme of algorithm of programme is given in Fig 1. An example of calculation is given in this article. Calculations were fulfilled by newly created programme. The riser chosen for calculation is shown in Fig 2. The results of calculation are given in Table 1. The table shows that according to the proposed methodology the programme based on it can be used for reconstruction of primary data of single pipe heating systems successfully.

Edvardas TUOMAS. Doctor, Associate Professor. Dept of Heating and Ventilation. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Doctor (technical sciences, 1975). Associate Professor (1977–88) at Dept of Heating and Ventilation of Kaunas Polytechnic Institute (now Kaunas University of Technology). Research visits: Civil Engineering Institute of Leningrad (at present St Petersburg) (1973, 1982), Company Asea Brown Boveri (Denmark, 1990), University of Glamorgan (UK, 1992–95), Company SFEE (France, 1995), Company Danfoss (Sweden, 1996). Co-author of a textbook and author of over 60 scientific articles, 1 invention, 2 study guides, 1 Lithuanian Construction Code. Research interests: optimisation of air conditioning processes, district heating.

Saulius NEVERBICKAS. BSc (1999), MSc student. Dept of Heating and Ventilation. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, Lithuania.

Research interests: heating systems, district heating.