

## ŠILUMOS TIEKIMO TINKLŲ BŪKLĖS ĮVERTINIMAS, PANAUDOJANT VAMZDYNŲ TRŪKIMŲ STATISTINIUS DUOMENIS

Adomas Ūselis<sup>1</sup>, Artur Rogoža<sup>2</sup>

<sup>1</sup>doktorantas, <sup>2</sup>docentas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas,

el. p. <sup>1</sup>adomas@jip.lt; <sup>2</sup>artur.rogoza@ap.vgtu.lt

**Anotacija.** Dėl skirtingo amžiaus, klojimo metų, taip pat dėl montavimo darbų ir naudojimo sąlygų vamzdynų būklė Lietuvoje labai skiriasi. Vamzdynų būklę ir naudojimo kokybę iš dalies galima vertinti, taikant priežiūros efektyvumo koeficientą. Didžiausio avaringumo balo metodas gali būti taikomas, planuojant vamzdynų renovaciją ir naudojimą, tačiau šiuo tikslu apie vamzdynus turi būti tvarkingai ir sistemingai kaupiama informacija, nurodant trūkumus. Darbuotojai, turi būti specialiai mokomi ir kontroliuojami, kad teiktų teisingą informaciją.

**Reikšminiai žodžiai:** vamzdynas, šilumos tiekimo tinklai, vamzdžio trūkimai, priežiūros efektyvumo koeficientas, avaringumo balas.

### Įvadas

Lietuvos šilumos tiekimo sistemas sudaro 2462,6 km šilumos, garo ir karšto vandens tiekimo vamzdynų. Apie 85 % šių vamzdynų amžius viršija 5 metus (LŠTA 2008).

Dėl skirtingo amžiaus ir klojimo metų, taip pat dėl montavimo darbų ir skirtingų naudojimo sąlygų vamzdynų būklė Lietuvoje labai skiriasi.

Didžioji vamzdynų dalis yra po žeme, todėl tikrąją jų būklę galima nustatyti tik planingai atkasant vamzdynus (vadinamuosius šurfus), likviduojant įvykusias avarijas ar atliekant hidraulinius bandymus, atsiradus trūkimui.

Kadangi vamzdynų atkasimas yra brangus ir sudėtingas procesas, todėl kaip alternatyvus būdas, padedantis nustatyti šilumos tiekimo tinklų būklę, planuoti vamzdynų renovaciją ir šurfus, buvo pasirinktas esamos trūkumų būklės statistinės analizės metodas.

### Tyrimo objektas

Tirti buvo pasirinkti 8 Lietuvos miestų šilumos ir karšto vandens tiekimo sistemų vamzdynų trūkumų 2006–2008 m. duomenys (391 atvejai).

### Metodika

Atlikus pasaulinės patirties analizę, nustatyta, kad trūkumų paieškai dažniausiai taikomi šie metodai (Brunone *et al.* 2000), (Poulsen 2008):

- Tradicinis šurfų metodas (atkasant vamzdynus);
- Hidrostatinis metodas (pakeliant slėgį vamzdyno ruože iki leistino);
- Akustinis metodas (koreliacija tarp skysčio slėgio ir garso greičio);
- Atvirkštinis stacionarus būdas (taikant stacionaraus proceso lygtis, pagal slėgio pasiskirstymą nustatomos galimos trūkumų vietos);
- Vamzdžių izoliacijos gedimų kontrolės sistemos;
- Kiti teoriniai dėl sudėtingo pritaikymo mažiau žinomi metodai.

Literatūroje taip pat minimi statistiniai vamzdynų, kuriuos tiriant buvo nustatyta trūkumų skaičiaus priklausomybė nuo vamzdynų amžiaus (didėjant amžiui – trūkumų daugėja) ir grunto įtaka trūkumams (didžiausias avaringumas – molinguose gruntuose), taip pat trūkumų tyrimai (Gregersen 2004).

Vamzdynų trūkimai buvo analizuojami pagal vamzdžio klojimo būdą, trūkimo aplinkybes, priežastis ir kt.

Vamzdynų trūkimai buvo sugrupuoti pagal skersmenis, klojimo būdą, gruntą, amžių.

Taip pat buvo sukurtos formulės, siekiant įvertinti kiekvieno ruožo ir bendrą tinklo avaringumą, būklę ir naudojimo kokybę.

Tinklų būklę ir priežiūros kokybę galima vertinti, taikant formulę tinklų priežiūros efektyvumo koeficientui nustatyti:

$$k = N_A/N_{sum}, \quad (1)$$

čia

$N_A$  – metinis avarinių trūkimų skaičius, vnt.;

$N_{sum}$  – metinis visų trūkimų skaičius, vnt.

Bendrasis atskiro ruožo avaringumo balas ( $R_{sum}$ ) įvertinamas pagal sukurtą formulę:

$$R_{sum} = R_a + R_{DN} + R_G + R_{PB}, \quad (2)$$

čia

$R_a$  – trūkimo balas dėl vamzdžio amžiaus;

$R_{DN}$  – trūkimo balas dėl vamzdžio skersmens;

$R_G$  – trūkimo balas dėl grunto tipo;

$R_{PB}$  – trūkimo balas dėl vamzdžio paklojimo būdo.

Didžiausias suminis avaringumo balas atitinka didžiausią avaringumą.

## Tyrimo rezultatai

Vertinant šilumos tinklų naudojimo efektyvumą pagal priežiūros efektyvumo koeficientą, visi trūkimai buvo suskirstyti į šias kategorijas:

– Trūkimai hidraulinių bandymų metu (THB);

– Avariniai trūkimai (AT).

Rezultatai pateikti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Tinklų priežiūros efektyvumo koeficientai nagrinėjamuose tinkluose

Tinklo Nr.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
THB	33	74	13	30	2	4	10	17
AT	30	72	8	63	9	5	19	5
Priežiūros efektyvumo koeficientas	0,48	0,49	0,38	0,68	0,82	0,56	0,66	0,23

Vertinant 1 lentelės rezultatus, galima teigti, kad T4, T5 ir T7 tinklų būklė yra blogiausia, taip pat galima išvelgti ir nepakankamai kokybiškai atliktus hidraulinius bandymus.

Trūkimus paskirsčius pagal sąlyginį skersmenį, gauti rezultatai pateikti 2 lentelėje.

**2 lentelė.** Trūkimų pasiskirstymas pagal sąlyginį skersmenį

Sąlyginis skersmuo, mm	0–40	40–80	80–200	200–450	> 450
Trūkimų skaičius, vnt./km	0,29	0,64	0,70	0,37	0,85
Avaringumo balas	1	3	4	2	5

Vertinant 2 lentelės rezultatus, matyti, kad sąlyginis vamzdžių trūkimų skaičius yra didžiausias > 450 mm.

Suskirsčius trūkimus pagal grunto tipą, gauti rezultatai pateikti 3 lentelėje.

**3 lentelė.** Trūkimų skaičius pagal grunto tipą

Grunto tipas	Priemolis	Molis	Priemėlis	Mišrus	Smėlis
Trūkimų skaičius, vnt./km	0,93	0,66	0,59	0,35	0,21
Avaringumo balas	5	4	3	2	1

Vertinant 3 lentelės duomenis, didžiausias avaringumas yra priemolio, molio ir priemėlio gruntuose (Gergersen 2004), todėl šiems gruntams buvo priskirti aukščiausi avaringumo balai.

Analizuojant trūkimus pagal klojimo būdą, buvo atrinkti tik tie vamzdžiai, kurių amžius vienodas (4 lentelė).

**4 lentelė.** Trūkimai pagal vamzdinių klojimo būdą

	Be-kana-liai	Nepri-eina-mas kanalas	Orinė trasa	Priei-namas kana-las	Techninis korido-rius
Trūki-mai, vnt./km	0,04	1,45	0,44	1,64	0
Avarin-gumo balas	1	3	2	4	-

Analizuojant trūkimo atsiradimą lėmusias aplinkibes, svarbiausias veiksnys – darbų atlikimo kokybė, kuriuo apibrėžiamas kanalų montavimo brokas. Jį lemia vandens ir grunto prasiskverbimas į vamzdžių kanalą dėl nekokybiškai atliktų montavimo darbų (nesandarūs kanalai, neteisingas drenažas ir t. t.).

Kaip papildoma rizika buvo vertinamas ir vamzdinių amžius esant vamzdinių fiziniam nusidėvimui. Rizikos balas dėl amžiaus įvertinamas pagal 5 lentelę.

**5 lentelė.** Trūkimai pagal vamzdžių amžių

Vamzdžių amžius, metai	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50
Trūkimai, vnt./km	0,03	0,57	1,09	0,46	0,07
Avaringumo balas	1	4	5	3	2

5 lentelės duomenys rodo, kad didžiausias avaringumo lygis yra 20–30 metų vamzdžių grupėje. Senesnių vamzdžių mažesnę avaringumą galima paaiškinti gera vamzdžių montavimo kokybe ir tuo, kad nemaža atkarpos dalis per ilgą laiką pakeičiama.

## Išvados

Vertinant vamzdynų trūkimų duomenis, buvo padarytos šios išvados:

1. Vamzdynų būklę ir jų naudojimo kokybę iš dalies galima vertinti, taikant priežiūros efektyvumo koeficientą.

2. Didžiausio avaringumo balo metodas gali būti taikomas, planuojant vamzdynų renovaciją ir naudojimą, tačiau tam turi būti tvarkingai ir sistemingai kaupiama informacija apie vamzdynus ir jų trūkumus, darbuotojai turi būti specialiai mokomi ir kontroliuojami, kad teiktų teisingą informaciją.

3. Seniausi, didelio skersmens vamzdynai, pakloti neprieinamame kanale, molyje, priesmėlyje ar priemolyje, trūkimo požiūriu, yra rizikingiausia sistemos dalis. Šie ruožai turėtų būti pažymėti tinklų schemose, dažniau tikrinami.

4. Montuojant vamzdžius, turi būti ypatingai prižiūrima atliekamų darbų kokybė, nes dėl nekokybiškai atliktų vamzdžių sudūrimų arba kanalo sandarinimo darbų, didėja vandens ir grunto prasiskverbimo rizika į kanalus, bekanalių vamzdžių sujungimus.

## Literatūra

- Bakštys, A. 2006. *Statistika ir tikimybė*. Vilnius: TEV, 187 p.
- Brunone, B.; Ferrante, M.; Ubertini, L. 2000. *Leak analysis in pipes using transients*.
- Gregersen, C. 2004. *Renovation and Maintenance of District Heating Networks*.
- LŠTA. Šilumos tiekimo bendrovių 2007 m. ūkinės veiklos apžvalga. 2008. Vilnius: Baltijos kopija.
- Poulsen, M. 2008. *Maintenance of district heating pipes*. *Heat&Cool*. 22 p.

## REDUCTION OF ACCIDENT RATE IN HEAT SUPPLY NETWORKS BY THE ANALYSIS OF PIPE RUPTURE STATISTICAL DATA

A. Ūselis, A. Rogoža

Summary

Due to the lack of reliable methods to determine the conditions of the pipes buried-in-the-ground, the analysis of the crack history was performed in order to offer an alternative method for planning the pipe condition inspections and the system refurbishment.

The results of analysis have shown that the oldest pipes of big diameter, mounted in a non-inspectable channels, loam, silt loam or sandy loam soil fall under the category of pipes with the highest accident rate.